Einiges über die Kohlenschwimmaufbereitung.

Von

Kuno Wolf.

(Eingegangen am 13. Juli 1922.)

Zeitlich einander folgende technische Fortschritte sind immer kausal miteinander verknüpft. Jedes neue Verfahren, jede neue Maschine oder Apparatur setzt ältere unvollkommenere Verfahren und Einrichtungen voraus. Der augenblickliche Stand der Technik ist immer die Resultierende aus den technischen Erfahrungen der Vergangenheit. Und diese Resultierende ändert sich von Tag zu Tag und mit ihr auch unsere Anschauungen, unser Einblick in die Mechanik des Geschehens.

Mit der Schwimmaufbereitung der Erze¹⁾ ist die Kohlenschwimmaufbereitung kausal verknüpft. Das Verständnis der letzteren ist nur unter Voraussetzung der ersteren möglich. Im folgenden seien daher zunächst die Grundlagen der Erzschwimmaufbereitung skizziert.²⁾

I. Alle Schwimmaufbereitungsmethoden der Erze bestehen darin, daß meist auf eine bestimmte, recht kleine Korngröße zerkleinerte Erzmaterialien, die spezifisch schwerer als Wasser

¹⁾ Die Fachausdrücke für diesen Teil der Erzaufbereitung haben sich aus einem Chaos empirischer Versuche ab 1885 entwickelt. Mit dem technischen Fortschritt hat sich deren Begriffsinhalt geändert. Die Fachliteratur, insbesondere die ältere und die Patentliteratur, ist daher mit Vorsicht zu genießen. — Der Ausdruck Schwimmaufbereitung ist in den folgenden Ausführungen gleichbedeutend mit Schaumschwimmaufbereitung. Der aus der englischen und amerikanischen Literatur stammende Begriff: „flotation“ ist zweifellos der umfassendere. Wortkombinationen mit „flotation“ haben zwar den Vorzug der Kürze, aber nicht immer den der Schärfe.

²⁾ Hinsichtlich der geschichtlichen Entwicklung der Erzschwimmaufbereitung sei unter anderem auf P. Vageler, „Die Schwimmaufbereitung der Erze“ S. 1—7, 1921 und auf die Werke von Hoover, McGraw, Taggart hingewiesen.

sind, derartig zum Schwimmen auf der Oberfläche der Erztrübe veranlaßt werden, daß gleichzeitig eine möglichst weitgehende Trennung von den Gangartteilchen stattfindet. Um diese Trennung praktisch herbeizuführen, benötigt man verhältnismäßig wenig Hilfsmittel. Ein oben offener, vertikal stehender Behälter mit am Boden befindlichen verschließbaren Öffnungen zum Lufteinleiten, Entleeren und mit einem eingebauten Rührwerk, genügt als einfaches Modell eines Flotationsapparates. In diesen Apparat wird die Erztrübe gegeben, die praktisch so gewählt wird, daß auf einen Gewichtsteil zerkleinertes Erzmaterial 4—5 Gewichtsteile Wasser kommen. Nach erfolgter Zugabe von Flotationsmitteln, beispielsweise Schwimm- und Schaummittel, oder während dieser Zugabe wird das Rührwerk in Gang gesetzt unter gleichzeitigem Einpressen von Luft. Der erzbeladene Schaum fließt oben aus dem Mischbehälter ab. Das Verhältnis zwischen Konzentrat und Ausbringen ist für die Rentabilität ausschlaggebend. — Die Stellung der Flotationsverfahren innerhalb der allgemeinen Aufbereitung ist kurz diese: Es werden zurzeit bereits mehr als 80 Millionen Tonnen Erz pro Jahr verarbeitet, wobei zu berücksichtigen ist, daß der größte Anteil des nach Schwimmverfahren aufbereiteten Materiales bereits die Naßaufbereitung passiert hat. Außer den Abgängen der Naßaufbereitung kommen solche Erze als Ausgangsmaterial in Betracht, die entweder für die sonst üblichen Aufbereitungsmethoden zu arm sind oder solche, die Erzmineral und Gangart oder andere Erzminerale untereinander in solch feinsten Verwachsung führen, daß eine Trennung nach anderen Methoden praktisch versagt. Mit Hilfe der Schwimmaufbereitung werden derartige Erze mit möglichst geringen Unkosten von der Gangart und voneinander getrennt. Man erhält hochprozentige verkaufsfähige und hüttenfähige Produkte.¹⁾

Auch die Erzschwimmaufbereitung ist aus rein empirischen Versuchen hervorgegangen. Die Phasenverschiebung zwischen Praxis und Theorie blieb zunächst eine sehr erhebliche; der wissenschaftliche Dilettantismus feierte Orgien. Wer jemals die geschichtliche Entwicklung der Flotationstechnik

¹ Br. Simmersbach, Glasers Ann. 1922, S. 183—187.

beschreibt, wird nicht umhin können, festzulegen, daß in keiner anderen technischen Literatur der letzten 40 Jahre so viel sinnlose Behauptungen in dogmatisch-wissenschaftlicher Form aufgestellt, so viel richtige Beobachtungen so falsch interpretiert wurden, wie gerade auf diesem Gebiete. Erfreulicherweise haben sich die Dinge nach dieser Seite hin in den letzten 15 Jahren wesentlich gebessert. Letzteres dank der Entwicklung der physikalischen Chemie, dank dem von immer weiteren Kreisen der Kolloidforschung entgegengebrachten Verständnis. Es besteht heute darüber kein Zweifel mehr, daß die Schwimmaufbereitung ein physikalisch-chemisches Problem, speziell auf dem Gebiete der Kolloidchemie, darstellt. Trotzdem für viele Erzvorkommen dieses Problem praktisch gelöst ist, steht eine einheitliche Theorie noch aus. Zwar liegt eine Reihe wichtiger theoretischer Ansätze vor, die erkennen läßt, daß die in der Erztrübe während der Schwimmaufbereitung sich abspielenden Vorgänge Gesetzmäßigkeiten von allgemeiner Geltung gehorchen, das Schwimmaufbereitungsproblem bleibt aber nach wie vor noch immer ein sehr verwickeltes. Nur zu leicht entstehen Trugschlüsse, insbesondere dann, wenn es einem gelingt, einen ordnenden Grundsatz auf ein bisher ungeordnetes Gebiet von Erscheinungen anzuwenden.¹⁾ Von diesem Gesichtspunkte aus sind alle theoretischen Ansätze zu beurteilen. Es ist somit ohne weiteres verständlich, daß der eine auf Benetzbarkeit, Oberflächenspannung, Randwinkelmessung, der andere auf Adsorption und Koagulation schwört, und schließlich ein Dritter, um ganz sicher zu gehen, die Ergebnisse der modernen Atomforschungen (Stark, Bohr, Sommerfeld, Fajans, Kossel) mit Werners grundlegenden Arbeiten zu verknüpfen sucht. Führen derartig einseitig orientierte Einstellungen auch niemals zu einem, insbesondere die Praxis voll befriedigenden Endergebnis, die moderne Flotationstechnik verdankt gerade diesen konsequent theoretisch und experimentell durchgeführten Untersuchungen ihren neuerdings so erfreulichen Aufschwung. In diesem Zusammenhange möge einiges über Randwinkel und deren Bedeutung für das Verständnis der Flotationsvorgänge mitgeteilt werden.

¹⁾ Vgl. H. Freundlich, *Kapillarchemie*, 2. Aufl., S. 1, 1922.

Bringt man einen Tropfen einer beliebigen Flüssigkeit auf eine ebene Grenzfläche eines festen Körpers, so läßt sich über sein Verhalten von vornherein nichts Allgemeines aussagen. Entweder bleibt der Tropfen kugelförmig liegen, oder er zerfließt völlig und breitet sich über die feste Ebene aus, oder es tritt keiner dieser Grenzfälle ein, der Tropfen fließt nur teilweise aus, die Grenzflächen flüssig-gasförmig und fest-flüssig schneiden sich in einem bestimmten Winkel, den man als Randwinkel bezeichnet. Man hat so die drei Fälle der Nichtbenetzung, der völligen Benetzung und der teilweisen Benetzung mit der Bildung eines Randwinkels. Die Grenzflächenspannung eines festen Stoffes gegen eine reine Flüssigkeit ist für die Erscheinungen der Benetzung und der Verdrängung zweier Flüssigkeiten wichtig. Da man im allgemeinen ein Grenzflächenspannung eines festen Stoffes gegen ein Gas oder gegen eine Flüssigkeit nicht messen kann, gelangt man nur zu qualitativen Beziehungen, die für viele Erscheinungen bedeutsam sind.¹⁾

Wird irgendein feingemahlenes Erz mit Wasser gemischt, vorzugsweise derart, wie es bei der Schwimmaufbereitung üblich ist, so läßt sich folgendes beobachten. Das Gemisch erscheint zunächst homogen; nur die größten Teilchen setzen sich am Boden des Mischgefäßes ab, es entsteht eine deutliche Grenzfläche zwischen diesen und der darüber stehenden Erztrübe. Nach kurzer Zeit beobachtet man in der Nähe der freien Oberfläche der Flüssigkeit eine Schicht aus klarem Wasser, die von der Erztrübe durch eine Fläche getrennt wird, die fast so scharf ist wie die zwischen zwei nicht mischbaren Flüssigkeiten. Die Dicke dieser Schicht klaren Wassers nimmt zu, während die Teilchen in der darunter befindlichen Erztrübe sich zusammenballen und zu Boden sinken. Eine Probe der Erztrübe läßt unter dem Mikroskop eine große Anzahl kleiner Gasbläschen, die mit winzigen Erzteilchen beladen sind, erkennen. Das Absetzen schreitet weiter fort, bis schließlich das Mischgefäß am Boden eine dicke Schicht abgeschiedener Teilchen und darüber klares Wasser aufweist.

Ganz andere Verhältnisse treten jedoch auf, wenn man

¹⁾ H. Freundlich, a. a. O., S. 22, 211.

von vornherein der Erztrübe eine kleine Menge Wasserglas zusetzt. Auch jetzt sinken die größten Teilchen zu Boden, in dem oberen Teile der Erztrübe beobachtet man, wie jedes Teilchen von seinem benachbarten getrennt bleibt und entsprechend seiner Größe allmählich zu Boden sinkt. Letzterer Vorgang kann, je nachdem, Stunden, Wochen, Monate dauern.

Im ersten Falle erfolgte Sedimentation nebst Flockenbildung, im zweiten Falle entstand eine Suspension von kürzerer bzw. längerer Lebensdauer. Ein Erfahrungssatz¹⁾ der Schwimmaufbereitung besagt nun: Was sedimentiert und ausflockt, kann flottiert werden: was in Suspension bleibt (im sogen. Solzustand) ist nicht flottierbar. E. Edser²⁾ weist zunächst darauf hin, daß bislang in der Literatur das Verhalten der Teilchen einer Suspension durch die Annahme voneinander abstoßenden Teilchen mit gleicher Ladung erklärt, dagegen wenig über das Zusammenballen der Teilchen in einer einfachen Erztrübe ohne Elektrolytzusatz ausgesagt wird. Für letzteren Fall zieht Edser den Randwinkel in Betracht.

Es sei s_1 die Oberflächenspannung des festen Körpers, s_2 die der Flüssigkeit, s_{12} die Grenzflächenspannung des festen Stoffes gegen die Flüssigkeit. Zwischen diesen drei Größen besteht die Beziehung:

$$s_1 - s_{12} = k \cdot s_2.$$

Es sei A die Arbeit pro Flächeneinheit der Grenzfläche festflüssig, die geleistet werden muß, um die Flüssigkeit von dem festen Körper zu trennen, mit anderen Worten: um die Anziehungskraft zwischen Flüssigkeit und festem Körper zu überwinden. Da durch diese Arbeit A aus der Grenzfläche mit der Energie s_{12} pro Flächeneinheit, eine freie feste Oberfläche mit der Energie s_1 und eine freie Flüssigkeitsoberfläche mit der Energie s_2 pro Flächeneinheit entstehen, gilt die Beziehung:

$$\begin{aligned} s_{12} + A &= s_1 + s_2 \\ A &= s_1 + s_2 - s_{12} = (1 + k) \cdot s_2. \end{aligned}$$

¹⁾ H. L. Sulman, Trans. Instit. Min. Met. 29, S. 44 (1920).

²⁾ E. Edser, 4. Report on Colloid-Chemistry, S. 263—326. 1922. (Department of Scientific and Industrial Research.)

Herr Prof. Edwin Edser war so liebenswürdig, mir vor Erscheinen des 4. Berichts Korrekturabzüge seiner Abhandlungen zur Verfügung zu stellen, wofür ich ihm an dieser Stelle meinen Dank ausspreche.

Hieraus ergeben sich folgende drei Fälle:

1. $k = 1$. In diesem Falle ist der Randwinkel $= 0$ und

$$A = 2 s_2.$$

Die zur Trennung der Flüssigkeit von dem festen Körper aufgewandte Arbeit ist identisch mit der Arbeit, welche zur Trennung der Flüssigkeit selbst in zwei Teile an irgendeiner im Inneren derselben gewählten Grenzfläche erforderlich ist. Mit anderen Worten: die Anziehungskraft in der Grenzfläche fest-flüssig ist identisch mit derjenigen, welche ausgeübt würde, wenn an Stelle des festen Körpers Flüssigkeit tritt.

2. $k < 1$. In diesem Falle ist $k = \cos \alpha$, worin α der Randwinkel zwischen der Grenzfläche flüssig-gasförmig und fest-flüssig:

$$A = (1 + \cos \alpha) \cdot s_2 < s_2,$$

so daß die an der Grenzfläche fest-flüssig ausgeübte Anziehungskraft kleiner ist als diejenige, die auftreten würde, wenn an Stelle des festen Körpers Flüssigkeit tritt.

3. $k > 1$. In diesem Falle ist

$$A = (1 + k) \cdot s_2 > 2 s_2,$$

so daß die an der Grenzfläche fest-flüssig ausgeübte Anziehungskraft größer ist als diejenige, die auftreten würde, wenn an Stelle des festen Körpers Flüssigkeit tritt.

Sind zwei Teilchen in einer Flüssigkeit suspendiert, ihre gegenseitige Entfernung klein, so genügen die Bedingungen des 2. Falles, um eine Anziehung zwischen ihnen hervorzurufen, und da aus diesen Bedingungen ein bestimmter Randwinkel resultiert, sind die Teilchen schwimmfähig. Auf diese Weise kann die Tatsache erklärt werden, daß sedimentierende bzw. ausflockende Teilchen in einer Flüssigkeit an deren Oberfläche zum Schwimmen gebracht werden können. Unter den Bedingungen des Falles 3, unter denen kein Randwinkel möglich ist, werden die Teilchen untereinander sich abstoßen; im Falle 1 werden die Teilchen einander weder anziehen, noch abstoßen. In den beiden letztgenannten Fällen bleiben die Teilchen voneinander getrennt in der Flüssigkeit und bilden — falls sie genügend klein sind — eine mehr oder weniger beständige Suspension.

Wichtig für den Vorgang des Zusammenballens der Teilchen ist die Gegenwart feiner Gasbläschen in der Erztrübe. Ein in der Erztrübe sich bewegendes Gasbläschen hat außerdem die Gelegenheit, solche Teilchen zu sammeln, die zu fein verteilt sind, um aufeinander eine Anziehung auszuüben. Die Bedingung dafür, daß Teilchen einander anziehen, wenn sie einander hinreichend nahe sind, befähigt auch die Gasbläschen zum Anhaften an die Teilchen; in beiden Fällen hat der Randwinkel einen bestimmten Grenzwert.¹⁾

Die Randwinkeltheorie hat die Schwimmaufbereitung allgemein befruchtet, trotzdem noch viele Fragen offen bleiben, so z. B. die Frage, ob eine teilweise Benetzung und Verdrängung als Gleichgewichtszustand mit der Ausbildung eines eindeutig bestimmten Randwinkels vorkommt. Bislang fehlt noch immer ein Beispiel, in dem der Randwinkel die Forderungen erfüllt, die er erfüllen müßte, wenn er einem Gleichgewichtszustande entspräche.²⁾ Ferner der Einfluß der verschiedenen Elektrolyte, speziell auch der Schwermetallsalze auf gewisse Prozesse bei kaum meßbarer Beeinflussung des Randwinkels, aus welchen sich praktisch die Möglichkeit der differentiellen Schwimmaufbreitung ergab, d. h. der Trennung nicht nur von Sulfid und Gang, sondern auch von Sulfiden untereinander, und schließlich die Möglichkeit der Aufbereitung oxydischer Erze, die sich bezüglich der Randwinkel kaum vom Gang unterscheiden.³⁾ Die Lösung des Schwimmaufbereitungsproblems ist somit von unserem Einblick in die untereinander verknüpften Vorgänge ab Anfangsstufe bis Endstufe abhängig. Wie sich diese Zustandsreihenfolgen gruppieren lassen, wurde an anderer Stelle ausgeführt.⁴⁾ Bezüglich der Wahl der Flotationsmittel sei der Kürze halber darauf hingewiesen, daß durch die verschiedenen Grenzflächenspannungen der Trübeilchen die Adsorbierbarkeit und Oberflächenaktivität der Öle bedingt werden. Mitbestimmend ist hierbei nicht nur die geologische Vorgeschichte des Ausgangsmaterials, sondern auch die Art und der Grad der Zerkleinerung. Da die erforder-

¹⁾ E. Edser, a. a. O., S. 311.

²⁾ H. Freundlich, a. a. O., S. 218.

³⁾ P. Vageler, a. a. O., S. 11.

⁴⁾ K. Wolf, Edel-Erden und -Erze, S. 85—87. 1922.

liche weitgehende Zerkleinerung des Rohmaterials mit großen Kosten verknüpft ist, folgt ferner, daß für die Schwimmaufbereitung nur hochwertige Erze oder metallhaltige Schlämme, die bereits die übliche Aufbereitung passiert haben, in Frage kommen.

II. Erst in den letzten 6—8 Jahren wurden die Erfahrungen der Erzflotation auf die Kohle ausgedehnt. Es handelt sich hierbei nicht um eine einfache Übertragung bekannter Maßnahmen auf eine neue Stoffgruppe, vielmehr sah man sich hier wieder vor ganz neue Aufgaben und Schwierigkeiten gestellt, die auch bis heute noch nicht alle technisch gelöst sind. Die bisherige Aufbereitung von Rohkohlen bezweckt, deren Aschegehalt möglichst weitgehend zu verringern, um auf diese Weise ein Material mit hohem Heizwert zu erhalten. Bei der Kohlenflotation wird jedoch nicht nur dieses Ziel verfolgt, sondern außerdem ein anderes, ökonomisch sehr wichtiges: alle kohlehaltigen Abgänge der bisherigen Kohlenaufbereitung nutzbar zu machen. Besonders in England, Frankreich, Holland, vor allem in Amerika hat man den Gedanken aufgenommen, die Schwimmverfahren sowohl für die Aufbereitung der rohen Förderkohle wie auch für die Nutzbarmachung der Waschbergen, des Lesegutes und der Schlammkohle aus den Wäschen durchzuführen.¹⁾ Unabhängig vom Auslande entstand eine analoge Entwicklung in Deutschland, dank der Pionierarbeit der Elektro-Osmose Aktiengesellschaft, die in zielbewußter Weise ihre kolloidchemischen Erfahrungen auf die Schwimmaufbereitung von Erzen und Kohle ausdehnte. Dieses außerordentlich ausbaufähige Arbeitsgebiet wird neuerdings durch die Elektro-Osmose A.-G., die Gelsenkirchener Bergwerks-A.-G., die Humboldt-A.-G. und die Minerals Separations Limited gemeinsam weiter bearbeitet.²⁾

Ähnlich wie die sulfidischen Erze wird die Kohle völlig benetzt, während die Berge nur vom Wasser benetzt werden. Hieraus ist schon ohne weiteres ersichtlich, daß von den Verunreinigungen der Rohkohle der Schwefelkies das Trennungs-

¹⁾ R. Wüster, Glückauf, 1922, Heft 1 u. 3.

²⁾ Metall und Erz, 1922, S. 311.

problem erschwert. Letzteres ist besonders dann der Fall, wenn der Schwefelkies mit der Rohkohle in feinster Verteilung verwachsen ist. Wie bei der Erzflotation, beeinflussen auch bei der Kohleflotation die Verunreinigungen alle mit der Flotation zusammenhängenden Vorgänge in weitgehendstem Maße. So ist beispielsweise die erforderliche Zerkleinerung der Rohkohle von der Art der Verwachsung zwischen Kohle und Verunreinigungen abhängig. Auf Grund der bisherigen Erfahrungen ist es wahrscheinlich, daß für jedes Kohlevorkommen prinzipiell ein Verfahren ausarbeitbar ist, nach welchem die differentielle Trennung der einzelnen Komponenten der Rohkohle möglich ist. Daß für die Durchführung derartiger Verfahren spezielle apparative Anordnungen getroffen werden müssen, liegt auf flacher Hand; erwähnt sei die der Minerals Separation.¹⁾

In welchem Maße die Kohleflotation die Kohlenaufbereitung beeinflußt, ergibt sich beispielweise aus folgendem. Aus den Kohlenwäschchen unserer Zechen fließt stoßweise oder ständig verbrauchtes Waschwasser ab, das feinen Kohlenschlamm enthält, der mit Letten und anderen Gesteinstteilen gemischt ist. Dieser abfließende Kohlenschlamm verschmutzt nicht nur die Flüsse, sondern bedeutet zugleich einen großen wirtschaftlichen Verlust. Das Kohlewaschwasser wird durch Absetzen gereinigt. Die ganze Schlammkohle kann auf einfachstem Wege durch Kohleflotation zurückgewonnen und verwertet werden. Es erübrigt sich somit, etwa die Naßwäsche der Kohle zu vermeiden oder einzuschränken, da von der in das Kohlenwaschwasser geratenen Kohle nichts verloren geht.²⁾ In allen den Fällen, wo der Klärschlamm aus Kohle und tonigen Verunreinigungen besteht, erhält man durch die Schwimmaufbereitung neben dem hochwertigen Kohlenkonzentrat zugleich einen feinen feuerfesten Ton. Es zeigte sich, daß diese tonhaltigen Abgänge der Kohlenflotation durch Anwendung elektroosmotischer Tonreinigungsverfahren ein besonders hochwertiges feuerfestes Material liefern. Durch Gewinnung dieses wertvollen Nebenproduktes bei der Kohlen-

¹⁾ Vgl. Glückauf, 1922, Heft 1.

²⁾ Vgl. K. Imhoff, Glückauf, 1922, S. 776—778.

flotation erhöht sich wiederum die Rentabilität der ganzen Anlage.

Der getrocknete Kohlenschlamm ist zwar kalorienreich, aber wegen seiner Feinkörnigkeit als Brennstoff nur mit Einschränkungen brauchbar. Letzteres gilt auch für die bei der Kohlenflotation erhaltenen Kohlenkonzentrate.

Schließlich sei noch auf eine Weiterbildung der Kohlenflotationsverfahren durch die Minerals Separation hingewiesen, wobei in überraschender Weise zwei Vorgänge miteinander verknüpft werden, nämlich die Gewinnung von Kohlenkonzentraten und das gleichmäßige Umhüllen der feinen Kohleteilchen mit einem verflüssigten Bindemittel. Jeder dieser beiden Vorgänge kann für sich angewandt oder in eine einzige Verfahrensstufe zusammengezogen werden. Geht man z. B. aus von Kohlenkonzentraten, so besteht das Verfahren darin, daß die in Wasser in der Schwebe gehaltenen Kohleteilchen mit einem verflüssigten Bindemittel, z. B. Pech oder einem Gemisch von Pech und Teer heftig verrührt werden, so daß sie mit dem Bindemittel überzogen und zu Flocken geballt werden, worauf sie leicht aus dem Wasser abgeschieden werden können. Die so behandelte Kohle läßt sich ohne weiteres brikettieren. Die ausgeflockte Kohle trennt sich nämlich so leicht von dem Wasser, daß eine annähernde Trocknung bereits durch Ablaufenlassen bewirkt werden kann. Benutzt man z. B. eine Nutsche, so genügt ein minimaler Über- oder Unterdruck; das Wasser fließt ganz klar ab. Durch die Anwendung eines Preßdruckes üblicher Art bei der Brikettierung wird das Wasser fast vollständig entfernt. Ein nach diesem Verfahren hergestelltes Brikett hat beim Verlassen der Presse etwa 4—5 % Wasser; nach 48 stündigem Trocknen bei Zimmertemperatur beträgt der Feuchtigkeitsgehalt durchschnittlich 1,52—2,14 %. Es erübrigt sich an dieser Stelle auf die weiteren Vorteile dieses Verfahrens näher einzugehen.

Wie die Kohlenflotation in die bisherige Kohlenaufbereitung einzuordnen ist, läßt sich nicht allgemein, sondern nur von Fall zu Fall entscheiden. Ihre weltwirtschaftliche Bedeutung nimmt in dem Maße zu, wie der Weltvorrat an Kohle abnimmt. Der jährliche Weltverbrauch an Kohle wächst in

beschleunigtem Maße, er spiegelt das stolze Aufblühen der Technik. Man darf sich aber nicht durch dieses Spiegelbild darüber hinwegtäuschen lassen, daß die Weltkohlenvorräte nicht unerschöpflich sind. Die Gegenwart hat die Pflicht und die Aufgabe für die Zukunft zu sorgen. Wenn daher die rationelle Einführung der Kohlenflotation lediglich das Kohlenverbrauchstempo verlangsamt, so ist damit schon etwas außerordentlich Wertvolles gewonnen, nämlich kostbare Zeit für das Ausfindigmachen neuer, von der Kohle unabhängiger technischer Entwicklungsmöglichkeiten.