

Zur Kenntnis der Schwimmverfahren¹⁾.

Von E. BERL und H. VIERHELLER.

Mitteilung aus dem Chemisch-technischen und elektro-chemischen Institut der Technischen Hochschule Darmstadt.

(Eingeg. 9.2. 1923.)

Die Schwimmaufbereitungsverfahren spielen in der modernen Aufbereitungstechnik eine sehr große Rolle. Sie gestatten, oft selbst bei geringem Gehalte eines Rohgutes das Haltige zu gewinnen. Ihr Anwendungsgebiet hat sich längst über die Aufbereitung von Erzen, wofür sie ursprünglich allein angewendet wurden, hinaus erstreckt. Sie finden neuerdings auch in Deutschland in immer steigendem Maße Anwendung.

Der Stand der technischen Ausführung der Schwimmaufbereitungsverfahren, wie er sich heute darbietet, ist das Ergebnis mühseliger und kostspieliger Empirie. Die theoretische Erkenntnis des Schwimmvorganges dagegen ist noch nicht weit gekommen, und doch ist die wissenschaftliche Durchdringung des Problems allein geeignet, die sichere Herrschaft über die praktische Ausführung des Vorganges zu gewährleisten.

Wirft man einen Blick auf die bis jetzt aufgestellten Theorien der Schwimmverfahren mit Anwendung von Flotationsmitteln, so kann man in der Hauptsache zwei Richtungen unterscheiden. Die erste Gruppe sucht die Erscheinungen auf die Wirkungen der Grenzflächenspannungen zurückzuführen, während die zweite Gruppe den kolloidchemischen oder capillarelektrischen Standpunkt vertritt. Man wird vielleicht die Wahrheit in der Mitte zu suchen haben, indem man annehmen kann, daß die Wirkungen der Grenzflächenspannungen das unmittelbar Bestimmende sind, während kolloidchemische Einflüsse sich geltend machen und das ursprüngliche Bild beeinflussen und überlagern können.

Die Ansichten der ersten Richtung sind vornehmlich in den Arbeiten von Glatzel²⁾, Reinders³⁾, F. B. Hofmann⁴⁾ und Valen-

Fig. 1.

den Flüssigkeiten einerseits, und dem festen Körper andererseits, so kann man unter Ausschaltung der Wirkung der Schwerkraft drei Fälle unterscheiden:

1. $\sigma_{2,3} > \sigma_{1,3} + \sigma_{1,2}$,
der feste Körper geht in die Flüssigkeit 1;
2. $\sigma_{1,3} > \sigma_{2,3} + \sigma_{1,2}$,
der feste Körper geht in die Flüssigkeit 2;
3. $\sigma_{1,2} > \sigma_{1,3} + \sigma_{2,3}$,
der feste Körper bleibt in der Grenzfläche.

Für diesen Fall ist das Gleichgewicht gegeben durch:

$$\sigma_{1,3} = \sigma_{2,3} + \sigma_{1,2} \cdot \cos \alpha.$$

Damit sind, rein schematisch, an einem einfachen Beispiel die vorhandenen Möglichkeiten besprochen. Es geht daraus hervor, daß die Kenntnis der Größe der auftretenden Grenzflächenspannungen das Verhalten der festen Phase im voraus bestimmen lassen würde.

Eine zweite Gruppe versucht die Erscheinungen des Schwimmvorganges vom kolloidchemischen Standpunkt aus zu erklären. So nimmt Callow⁵⁾ an, daß die Metallsulfide positiv geladen sind, wäh-

rend die Ganggesteine eine negative Ladung tragen sollen. Auf diese Annahme wird eine elektrostatische Theorie begründet, wonach zu folge der entgegengesetzten Ladungen die Sulfide an die Ölphase gehen, und die Ganggesteine von dem Öl, welchem negative Ladung zugeschrieben wird, abgestoßen werden und damit in der wässrigen Phase bleiben. Dieser Ansicht schließt sich Simmersbach⁶⁾ an, ebenso vertritt sie Vageler¹⁰⁾, welcher im übrigen alle dabei auftretenden Erscheinungen auf die Wirkungen verschiedenartiger, verschieden starker Adsorption zurückführt. So einfach diese elektrostatische Theorie auf den ersten Blick erscheint, so wenig hält sie einer näheren Prüfung stand. Auf Grund kataphoretischer Versuche konnten Ryschkewitsch¹¹⁾ und Traube¹²⁾ die Unhaltbarkeit der aufgestellten Hypothese darstellen.

Schon aus dieser kurzen Betrachtung geht hervor, daß wir von einer die Erscheinungen umfassenden Theorie noch weit entfernt sind.

Ausgehend von der Auffassung, daß die in der Praxis mit wenig definierten Systemen ausgeführten Verfahren nicht gut geeignet sind, die theoretischen Grundlagen des Problems klar erkennen zu lassen, wurde die Anordnung der im nachfolgenden beschriebenen eigenen Versuche so getroffen, daß möglichst einfache Bedingungen geschaffen wurden. Insbesondere wurden als Komponenten nur wohldefinierte Stoffe gewählt, so daß gewissermaßen an einfachen Modellen die Erscheinungen studiert werden konnten.

Bei dem Flotationsprozeß spielt im Gegensatz zu den Schlämmbverfahren das spezifische Gewicht nur eine untergeordnete Rolle. Einige Beispiele mögen dies erläutern.

Suspendiert man aktive Kohle (tatsächliche Dichte 1,83) in Wasser, gibt Benzol oder Maschinenöl hinzu und schüttelt, so kommt die Kohle zum Aufschwimmen. Wählt man als Flotationsmittel eine Flüssigkeit größerer Dichte als Wasser, z. B. Chloroform (Dichte 1,53) oder Tetrachlorkohlenstoff (Dichte 1,58) oder Nitrobenzol (Dichte 1,18) und stellt damit den gleichartigen Versuch an, so wandert auch jetzt die Kohle zu der organischen Flüssigkeit, befindet sich also nach dem Schütteln unter dem Wasser. Quarz (Dichte 2,65) kommt in dem System Wasser/Benzol nicht zum Aufschwimmen, sondern verbleibt in dem Wasser, wo er sich am Boden des Gefäßes absetzt. Derselbe Versuch, mit Tetrachlorkohlenstoff oder Äthylenbromid (Dichte 2,19) angestellt, zeigt, daß der Quarz nicht auf den Boden des Gefäßes sinkt und nicht in die organische Flüssigkeit, deren spezifisches Gewicht geringer als das seine ist, einsinkt, sondern sich in dem darüberstehenden Wasser absetzt. Ein Gemenge von Pyrit (Dichte 5) und Quarz kann man unter Ausnutzung dieser Erscheinung auf zweierlei Art trennen. Wählt man als Flotationsmittel Maschinenöl, so findet nach Aufhören des Schüttelns augenblicklich die Trennung statt, indem das Erz mit dem Öl nach oben steigt, während der Quarz in dem Wasser zu Boden sinkt. Derselbe Versuch mit Äthylenbromid angestellt, ergibt die Trennung derart, daß das Erz mit dem Äthylenbromid sich nach unten absetzt und der Quarz über dieser Schicht im Wasser suspendiert bleibt.

Derartige Beispiele ließen sich noch viele anfügen, sie mögen genügen, um zu veranschaulichen, daß der Einfluß des spezifischen Gewichtes auf den Schwimmvorgang nicht oder nur wenig Geltung hat. Vielmehr entscheidet der durch die Eigenschaften seiner Oberfläche dem festen Körper erteilte Wanderungssinn einzig und allein über die Richtung, in welcher der Körper sich bewegt.

Die hauptsächlich in der Praxis geübten Verfahren, die Schäumschwimmverfahren, benutzen in weitestgehendem Maße die Gasblase als billiges und wirksames Auftriebsmittel. Um festzustellen, ob die Luft oder ein anderes Gas notwendig sind, um die Erscheinung des Aufschwimmens hervorzubringen, wurde folgender Versuch ausgeführt:

In ein Glasgefäß (Fig. 2) wurde eine kleine Menge Eisenpulver, das unter normalen Verhältnissen beim Schüttelversuch mit Wasser-Benzol gut zum Aufschwimmen kommt, eingetragen, hierauf der Scheidetrichter, in welchem sich ausgekochtes Wasser und Benzol befanden, mit einem Gummistopfen luftdicht aufgesetzt und Vakuum angelegt. Während des Evakuierens wurde das Eisenpulver zur Rotglut erhitzt, um die Luft soweit als möglich auszutreiben. Nach erfolgter Evakuierung wurde bei A zugeschmolzen, Wasser und Benzol bei B einlaufen gelassen und auch hier abgeschmolzen. Durch Schütteln

¹⁾ Auszug aus der Diplom- und Doktorarbeit des einen von uns (V.). Darmstadt (1921 und 1922).

²⁾ Diss. Dresden 1908.

³⁾ Kolloidztschr. 13, 235 [1913].

⁴⁾ Ztschr. f. phys. Chem. 83, 385 [1913].

⁵⁾ Metall u. Erz 11, 455 [1914].

⁶⁾ Quincke, Ann. d. Phys. u. Chem. 105, 1 [1858]; 134, 356 [1868]; 137, 402 [1869]; 139, 1 [1870]; Neue Folge 2, 145 [1877]; 35, 561 u. 589 [1888].

⁷⁾ Archiv f. Entwicklungsmechanik 7, 225 [1898]; H. Freundlich, Capillarchemie 1922, S. 214 ff.

⁸⁾ Amer. Inst. of Min. Eng. 1916.

⁹⁾ Chem. Ztg. 45, 357 u. 383 [1921].

¹⁰⁾ Metall u. Erz 17, 113 [1920]; Vageler, Die Schwimmaufbereitung der Erze, 1921.

¹¹⁾ Chem. Ztg. 45, 478 [1921].

¹²⁾ Metall u. Erz 18, 405 [1921].

des Gefäßes wurde das Eisenpulver mit beiden Flüssigkeiten in Berührung gebracht. Das Eisenpulver sammelte sich in der Grenzfläche Wasser-Benzol an, es fand also Aufschwimmen statt.

Wird Quarzpulver zur Weißglut erhitzt, in Wasser abgeschreckt und dann getrocknet, dann enthält es in den zahllosen Rissen und Sprüngen, welche durch diese Behandlung resultieren, nach dem Trocknen eine verhältnismäßig große Menge Luft eingeschlossen. Bei dem darauffolgenden Schütteln mit Wasser und Benzol erweist sich jedoch der Quarz nach wie vor ausgesprochen hydrophil¹³⁾, schwimmt also trotz starken Gaseinschlusses nicht auf.

Aus diesen Versuchen geht hervor, daß adsorbierte, okkludierte oder sonst in die Trübe gebrachte Gase nicht als wesentliche Ursache der Schwimmerscheinung angesehen werden dürfen. Die auftriebfördernde Wirkung steht selbstverständlich außer Frage.

Es ist bekannt, daß es in manchen Fällen möglich ist, den Wanderungssinn der festen Stoffe im Sinne einer gewollten Richtung zu beeinflussen, d. h. Stoffe, welche z. B. beim Behandeln mit Wasser und organischer Flüssigkeit nicht aufschwimmen, durch eine besondere Behandlung zum Flotieren zu bringen. In der Technik wird durch eine entsprechende Vorbehandlung des Gutes oft das gewünschte Ergebnis erreicht, ohne die Ursache hiervon genauer zu kennen. Sulfidieren, Sulfatisieren und Rösten sind die dazu am häufigsten benutzten Operationen. Die Vorgänge zeigen mit aller Deutlichkeit, daß in solchen Fällen die Natur der Oberfläche der festen Körper von ausschlaggebender Bedeutung für ihr Verhalten bei der Flotation ist.

Solches Verhalten weist Quarz, ein ausgesprochen hydrophiler Körper, auf, indem er nach Anreiben mit Tusche oder durch Niederschlagen von Acetylenruß auf seine Oberfläche beim Schütteln mit Wasser-Benzol oder Wasser-Öl u. dgl. zum Aufschwimmen kommt. Für den Schwimmvorgang ist eben das mit einer Kohleoberfläche bekleidete Quarzkorn nicht mehr Quarz, sondern Kohle, wodurch dem ganzen Gebilde die hydrophoben Eigenschaften der Kohle aufgezwungen werden, unbekümmert um die Eigenschaften des Kernes. Andererseits kann man auch der Kohle, die ausgesprochen hydrophob ist, die Schwimmfähigkeit nehmen. Dies gelingt besonders gut durch Behandlung mit Kaliumpermanganatlösung. Erhitzt man Kohle einige Zeit in einer verdünnten Lösung von Kaliumpermanganat, so erweist sich diese so vorbehandelte Kohle als hydrophil. Beim Schütteln mit Benzol-Wasser verbleibt sie vollständig in der wässrigen Phase. Der ursprüngliche Zustand, d. h. das hydrophobe Verhalten, ist durch Zusatz von Salzsäure, Ferrosulfat-Schwefelsäure oder Oxalsäure wieder herzustellen. Damit ist die Ursache der Umkehr des Wanderungssinnes durch Ablagerung einer Braunsteinschicht auf der Kohleoberfläche festgestellt. Um einem Gramm Kohle hydrophile Eigenschaften zu erteilen, genügt das Niederschlagen von 0,0007 g Braunstein, das sind 0,07% auf das Gewicht der Kohle bezogen. Es geht daraus hervor, daß schon eine minimale Schichtdicke von Braunstein auf der Kohle ausreicht, um ihr die Flotationsfähigkeit zu nehmen und sie gewissermaßen in hydrophilen Braunstein zu verwandeln.

Wie sehr man gezwungen ist, die verschiedene Benetzungbarkeit als Grundursache des Flotationsvorganges anzusehen, zeigt der Unterschied im Benetzen einer unveränderten und einer mit Permanganat behandelten Kohle. Gibt man trockene Entfärbungskohle in ein Reagenzglas und gießt Wasser darauf, so wird die Hauptmenge der Kohle nicht genügt, sondern schwimmt trocken auf dem Wasser¹⁴⁾. Trockene Entfärbungskohle mit veränderter Oberfläche reißt dagegen

¹³⁾ Hydrophil (vgl. Freylich, Capillarchemie 1922, S. 215): mit Wasser gut benetzbar; hydrophob: mit Wasser schlecht benetzbar.

¹⁴⁾ Die Sorboidkohle der Gesellschaft für chemische Industrie, Mannheim, macht hiervon eine Ausnahme. Sie benetzt sich leicht mit Wasser und sinkt verhältnismäßig rasch darin zu Boden, wobei durch die Füllung der Innenhöhlräume mit Wasser eine deutlich hörbare und sichtbare Gasentwicklung stattfindet. Im Flotationsverhalten zeigt sie keine Unterschiede gegenüber den anderen Kohlearten.

Die Ursache, daß die meisten Kohlen sich schlecht mit Wasser benetzen, dürfte in Teerbestandteilen, welche auf oder in der Kohle vorhanden sind, zu suchen sein.

gierig das Wasser an sich. Auch in der Filtrationsgeschwindigkeit des Wassers durch die beiden Kohlearten zeigt sich der Unterschied, indem hydrophobe Kohle das Wasser ungefähr doppelt so rasch durchläßt als hydrophile.

Benzolruß flotiert gut. Behandelt man ihn aber mit Permanganatlösung, so verliert er seine Flotationsfähigkeit völlig. Wasser bildet auf einer mit Benzolruß bedeckten Platte leicht bewegliche kuglige Tropfen, während Permanganatlösung sich auf der Platte ausbreitet.

Gibt man in ein Reagensglas etwas hydrophiles Quarzpulver, gießt Wasser, dann Benzol hinzu und schüttelt kräftig, so setzt sich nach Aufhören des Schüttelns das Quarzpulver, je nach der Korngröße verschieden rasch, ab, während am Benzol, das sich über dem Wasser ansammelt, kein Quarz haftet. Fügt man zu dieser Versuchsanordnung wenige Tropfen einer verdünnten Lösung von Kristallviolett hinzu und schüttelt wieder, so kommt jetzt sämtlicher Quarz rasch zum Aufschwimmen. Zugleich tritt ein anderer Vorgang in Erscheinung. Schüttelt man Quarzpulver allein mit Wasser, so sind nach dem Schütteln die Quarzteilchen im Wasser in Form einer feinen Suspension verteilt und sinken langsam zu Boden. Bei dem gleichen Versuch flockt nach Zugabe verdünnter Kristallviolettlösung der Quarz in der Flüssigkeit aus, und die Flocken setzen rasch ab. Noch deutlicher zeigt die Kohle diese Erscheinung. 0,1 g Entfärbungskohlenpulver mit etwa 20 ccm Wasser geschüttelt, flocken sofort aus und setzen in großen Flocken innerhalb etwa 5 Minuten ab. Die gleiche Menge mit Braunstein bedeckter, also mineralisierter Kohle, den gleichen Bedingungen unterworfen, ergibt eine beständige Suspension feiner Teilchen, welche selbst nach einer halben Stunde noch keine wesentliche Klärung erkennen läßt.

Die Erklärung für dieses unterschiedliche Verhalten kann sich nur aus der verschiedenen Benetzungbarkeit herleiten. Die mineralisierte Kohle ist infolge ihrer guten Benetzungbarkeit von einer Wasserhülle umgeben, welche die einzelnen Kohleteilchen voneinander getrennt erhält. Die unbenetzte Kohle wird dagegen von dem Wasser schlecht benetzt, trägt daher keine Wasserhülle, so daß die Partikelchen sich leichter berühren können. Die Kohäsionskraft der Kohleteilchen bedingt ein Agglomerieren derselben. Beim Versuch mit Benzol anstatt mit Wasser erfolgt mit beiden Kohlensorten Flockenbildung und baldiges Absetzen, doch sind die Flocken der mineralisierten Kohle größer als die der unbenetzten Kohle. In Chloroform zeigen sich stärkere Unterschiede. Unbenetzte Kohle ergibt eine Suspension, welche nach 3 Stunden noch erhalten ist, während die mineralisierte Kohle schon nach 2 Minuten fast völlig abgesetzt ist. Unbenetzte Kohle bildet in Tetrachlorkohlenstoff eine Suspension, die nach etwa 5 Minuten abgesetzt ist, unmineralisierte dagegen bildet große Flocken und steigt langsam nach oben. In Bromoform sammelt sich die mineralisierte Kohle innerhalb 3 Stunden an der Oberfläche an, während unbenetzte Kohle noch nach 24 Stunden in der Flüssigkeit suspendiert ist.

Diese Beziehungen treten ganz augenfällig in Erscheinung und zeigen, daß ein unverkennbarer Zusammenhang besteht zwischen der Natur der Oberfläche des festen Körpers, ihrer Benetzungbarkeit, dem Wanderungssinn des festen Körpers und dem Ausflocken oder Suspensionsbleiben.

Bei der Untersuchung der Einwirkung anderer Farbstoffe auf das Verhalten des Quarzes wurden von den einzelnen Farbstoffklassen einige Vertreter herausgegriffen, von diesen verdünnte wässrige Lösungen hergestellt und in 40 ccm dieser Lösungen dann immer 1 g Quarzpulver eingetragen. Die Menge Quarz, welche in einem Glasrohr innerhalb 3 Minuten abgesetzt hatte, wurde bestimmt und in Prozenten der angewandten Menge angegeben; daraus können im Sinne der vorhergehenden Ausführungen Schlüsse auf die Benetzungbarkeit des Quarzpulvers gezogen werden. Zugleich wurde die Einwirkung der verwandten Farbstoffe auf die Schwimmfähigkeit des Quarzes in dem System: Wässrige Farbstofflösung/Benzol im Schüttelversuch festgestellt. In der nachfolgenden Aufzählung der zur Prüfung gelangten Farbstoffe sind diejenigen, deren Zusatz ein Aufschwimmen des Quarzes zur Folge hatte, unterstrichen. Wo sich keine Zahlenangaben finden, sind innerhalb 3 Minuten 43,5% des angewandten Quarzes, ebensoviel wie in reinem Wasser, abgesetzt. Ein Aufschwimmen des Quarzes erfolgt in solchem Falle nicht.

Es gelangten zur Untersuchung:

I. Nitrofarbstoffe:

Pikrinsäure	Janusrot 65%
Martiusgelb	Echtge b
Naphtholgelb S.	Methyloorange
	Orange G
	Palatinscharlach
	Echtrot A
Chrysoïdin 70%	Ponceau 6 R
Vesuvin 53%	Chromotrop RR

II. Azofarbstoffe:

Anthracengelb	Echtgrün
Alizingelb RW	Wollgrün S
Baumwollsärlach	Neptungrün S
Croceinsärlach	Neupatentblau 4 B
Tuchrot B	VII. Xanthenfarbstoffe:
Naphtholschwarz	Fluorescein
Diamantschwarz	Eosinatratum
Diaminsärlach	Eosinammonium
Kongorot	Erythrosin
Toluylentrot	Rose Bengale
Diaminschwarz RO	Chinogelb
Direkttiefschwarz	Rhodamin B 66,5 %
Sulfonazurin	Pyronin G 54,0 %
Plutoschwarz	Coerulein
III. Thiazolfarbstoffe:	VIII. Anthrachinonfarbstoffe:
Primulin	Alizarin S
Diaminechtgelb	Alizarinblau S
IV. Tartrazine:	Alizarineyanin
Tartrazin	Alizarinsaphirol
Echtlichtgelb	Alizarinreinblau
V. Ketonimidfarbstoffe:	IX. Chinolin- und Acridinfarbstoffe:
Auramin 72 %	Chinolinrot 90,5 %
VI. Triphenylmethanfarbstoffe:	Phosphin 83,5 %
Rosanilin 94,5 %	Rheonin A 56,0 %
Celite 95,5 %	Coriphosphin 76,5 %
Fuchsins 73,0 %	X. Chinonimidfarbstoffe:
Kristallviolett 95,5 %	Methylenblau 81,0 %
Benzylviolett 69,0 %	Methylengrün 76,0 %
Spritblau 65,0 %	Methylengrau 57,0 %
Rotviolett 83,0 %	Meldolablau 61,0 %
Säureviolett 4 RS	Mu-karin 72,0 %
Formylviolett S 4 B	Toluylentrot 55,5 %
Säureviolett 4 B	Safranin 90,0 %
Alkaliviolett	Girofle 78,5 %
Wasserblau T B	Basterblau 81,0 %
Wasserblau TN	Rhodulinviolett 84,0 %
Malachitgrün 81,5 %	Rhodulinrot 89,5 %
Brillantgrün 61,0 %	Rhodulinblau 77,5 %
Chromgrün 67,5 %	
Türkisblau 71,0 %	
Säuregrün GG	

Wie aus der Zusammenstellung hervorgeht, sind nur die basischen Farbstoffe imstande, dem Quarz hydrophobe Eigenschaften zu erteilen und das Ausflocken und damit verbunden das raschere Absetzen in wässriger Lösung zu verursachen. Wenn nur eine einzige saure Gruppe in den Farbstoff eintritt (z. B. im Methylorange und Alkaliviolett), kommen die eben besprochenen Eigenschaften in Wegfall.

Es wurde versucht, die Ursache dieses Verhaltens aus einer Änderung der Eigenschaften der Oberfläche der festen Phase — des Quarzes — herzuleiten. Eine Wechselwirkung zufolge der Heteropolarität der Quarzkieselsäure und der basischen Farbstoffe, also etwa eine Salzbildung durch Haupt- oder Restvalenzen, erschien zunächst sehr wahrscheinlich, doch zwangen später gemachte Beobachtungen, diese Ansicht als unhaltbar aufzugeben.

Aber nicht allein den sauren Quarz kann man durch geeigneten Farbstoffzusatz zum Aufschwimmen bringen, sondern auch basische, ursprünglich hydrophile Stoffe. So gelingt es, Pulver kohlensauren Kalkes, welcher zu den hydrophilen Stoffen gerechnet werden muß, durch Zusatz von Tuchrot B oder Chromotrop RR schwimmfähig zu machen.

Das Ergebnis dieser und anderer Versuche, welche dem Studium der Einwirkung von Farbstoffen auf die Schwimmfähigkeit beim Flotationsprozeß, sowie auf die Schlämmung von Oxyden, Carbonaten, Silikaten, Elementen usw. galten, soll in Form einer tabellarischen Zusammenstellung folgen (siehe nebenstehende Tabelle):

Die Bezeichnungen g, w, gw usw. sind der erwähnten Arbeit von Hofmann entnommen:

g = der feste Stoff geht an die Grenze der beiden Flüssigkeiten (schwimmt vollständig auf).

w = der feste Stoff geht in die wässrige Phase (schwimmt nicht auf).

gw = der feste Stoff geht teils an die Grenze, teils in die wässrige Phase (schwimmt zum größeren Teile auf).

w(g) = der feste Stoff geht in der Hauptsache in die wässrige Phase, ein kleinerer Teil an die Grenze (schwimmt zum kleineren Teile auf).

Fester Stoff	1 g suspendiert in	Mit Wasser-Benzol flotiert	Abgesetzt %	Nach Minuten	Bemerkungen
Quarz	I*	w	95,5	3	
	II**	g	96,0	3	† stark
	III***	w	40,5	3	
	I	g(w)	53,5	1,5	
	II	g(w)	55,5	1,5	
	III	g(w)	98,0	1,5	†
	I	gw	60,0	3	
	II	wg	58,0	3	
	III	g(w)	100,0	2,5	† deutlich
	I	wg	81,0	3	† deutlich
Fe ₂ O ₃	III	wg	78,0	3	
	I	wg	91,0	3	† wenig
	II	wg	87,5	3	† wenig
	III	gw	100,0	1,5	† stark
Al ₂ O ₃	I	g	67,0	3	
	II	g(w)	65,0	3	
	III	g(w)	100,0	0,5	† stark
	I	w(g)	36,0	3	† wenig
MnO ₂	II	g(w)	100,0	3	† stark
	III	w	24,0	3	
	I	g(w)	56,0	3	† wenig
	II	g(w)	54,0	3	
PbO	III	g	100,0	2	† stark
	I	g	65,0	3	
	II	g(w)	100,0	0,5	† stark
	III	g(w)	100,0	1,5	
Kaolin	I	g(w)	36,0	3	† wenig
	II	w(g)	100,0	3	† stark
	III	w	24,0	3	
	I	g(w)	88,0	3	
BaCO ₃	II	gw	75,0	3	
	III	g	60,0	3	† wenig
	I	gw	53,0	3	
	II	g	88,0	3	†
basisches Kupfercarbonat . .	I	g(w)	63,5	3	† wenig
	II	g(w)	65,5	3	† wenig
	III	g(w)	100,0	1,75	† stark
	I	gw	77,5	3	
FeCO ₃	II	gw	76,0	3	
	III	g	75,0	3	
	I	g(w)	60,0	3	† wenig
	II	gw	53,0	3	
CaCO ₃	III	g	88,0	3	†
	I	g(w)	39,5	3	
	II	w(g)	36,0	3	
	III	g(w)	100,0	2,5	† deutlich
Schwerspat	I	g(w)	62,5	2	† deutlich
	II	g(w)	47,0	2	
	III	g	70,0	2	† deutlich
	I	g	84,5	1,75	† deutlich
Zinkblende	II	g(w)	83,0	1,75	† deutlich
	III	g	77,5	1,75	† deutlich
	I	g	59,0	0,75	† sehr stark
	II	g	27,0	0,75	† weniger
Schwefel	III	g	19,0	0,75	† noch weniger
	I	g	67,0	0,75	
	II	g	69,5	0,75	
	III	g(w)	86,0	0,75	† schwach
Eisen (altes Pulver)	I	g	100,0	0,66	†
	II	g	100,0	0,66	†
	III	g	94,5	0,75	†

* = Wasser.

** = basische Farbstofflösung.

*** = saure Farbstofflösung.

† = Auflockung.

Zusammenfassung.

Aus den beschriebenen Versuchen läßt sich kurz zusammenfassend folgendes ableiten:

1. Das spezifische Gewicht der einzerteilten festen Phasen ist für den Flotationsprozeß von nebensächlicher Bedeutung, ebenso auch Verschiedenheiten der spezifischen Gewichte der zur Anwendung gehangenden Flüssigkeiten.

2. Gase sind für das Aufschwimmen nicht von ursächlicher Wirkung. Ihre große Bedeutung liegt in der Verstärkung der Auftriebskraft.

3. Die Natur der Oberfläche der festen Körper ist von ausschlaggebender Bedeutung für das Verhalten bei der Flotation.

4. Durch Überziehen eines hydrophilen Körpers mit einem hydrophoben werden dem hydrophilen Stoff die Eigenschaften des hydrophoben aufgezwungen. Ein Gleichtes gilt für die Beeinflussung ursprünglich hydrophober Stoffe.

5. Die chemischen und viele physikalische Eigenschaften des Körperrinnern sind ohne wesentlichen Einfluß auf das flotative Verhalten des betreffenden Stoffes.

6. Die wirksame, den Wanderungssinn der festen Phase bedingende Schichtdicke braucht außerordentlich gering zu sein.

7. Es gelingt, besonders durch Zusatz von Farbstoffen, den Wanderungssinn fester Körper zu beeinflussen.

8. Von den zur Prüfung gelangten Farbstoffen hat nur der Zusatz basischer Farbstoffe Aufschwimmen des hydrophilen Quarzes zur Folge.

9. Die Merkmale hydrophiler Stoffe sind: Gute Benetzungbarkeit mit Wasser, Verbleiben in der wässrigen Phase beim Schütteln mit Wasser und schlechter benetzenden Flüssigkeiten als Wasser, langsames Absetzen in Wasse. bedingt durch Wasserhüllen.

Hydrophobe Stoffe erweisen schlechte Benetzungbarkeit mit Wasser, wandern in oder an die leichter benetzende Flüssigkeit, zeigen leichteres Ausflocken und rascheres Absetzen in Wasser und gegensätzliches Verhalten in benetzenden Flüssigkeiten. [A. 38.]

Neue Bücher.

Radioaktivität. Von Prof. Dr. P. Ludewig. 131 Seiten mit 37 Figuren. Sammlung Göschen Nr. 317. Vereinigung wissenschaftlicher Verleger Walter de Gruyter & Co., Berlin W 10 und Leipzig.

Das kleine Büchlein von P. Ludewig über Radioaktivität dürfte seinen Zweck innerhalb der Sammlung Göschen vollständig erfüllen. Es bringt auf engem Raum ein bemerkenswert reiches Material, und zwar nicht nur die physikalischen und chemischen Ergebnisse der Radiologie (periodisches System, Bau der Atome, Atomzerfall, Isotopie, Eigenschaften und Wirkungen der Strahlen), sondern auch ein Kapitel über die Grundlagen der Meßtechnik, die Ausführung der praktischen Messungen und zuletzt ein relativ umfangreiches über die Anwendung der radioaktiven Strahlen in der Medizin. Es ist selbstverständlich, daß alles nur in äußerster Kürze dargestellt werden konnte, und gelegentlich mag es für den Leser nicht leicht sein, volles Verständnis der hier behandelten grundlegenden Fragen zu gewinnen. Der Autor hat aber das seinige getan, um durch übersichtliche Tabellen und Zeichnungen die Klarheit zu erhöhen. Namentlich die Figuren, die die Meßanordnungen wiedergeben, möchten wir als besonders sorgfältig ausgeführt und in vorzüglicher Schärfe reproduziert hervorheben, wie überhaupt die ganze Ausstattung des Buches vortrefflich ist. Kleine sachliche Ungenauigkeiten im Text, die sich mehrfach finden, fallen bei der wohlgelegten Anlage des ganzen Büchleins nicht ins Gewicht; es sei darum hier nur in „persönlicher“ Beziehung bemerkt, daß das t, welches der Name des Atomgewichtsforschers Hönigschmid überflüssigerweise enthält, bei der nächsten Auflage dazu verwendet werden möge, um den Namen Meitner in den der bekannten Radiologin Meitner zu verwandeln.

Fritz Paneth. [BB. 96.]

Der Wein. Von Prof. Dr. C. von der Heide und Dr. F. Schmittbrenner. Druck und Verlag von Friedr. Vieweg u. Sohn, Braunschweig 1922. 38 Abbildungen, 350 Seiten.

Das umfangreiche Werk ist in zwei Hauptabschnitte „Weinbau“ und „Weinbereitung“ gegliedert. F. Schmittbrenner, der Verfasser des ersten Abschnitts, gibt in gedrängter Form einen um so inhaltreicher Überblick über die Kultur des Weinstocks, wobei nicht nur die Verhältnisse in Deutschland, sondern auch in anderen weinbauenden Ländern Berücksichtigung finden. Ausgehend von der Heimat und Geschichte des Weinstocks werden die wichtigsten Rebsorten besprochen, und die Bedeutung des Klimas, der Lage und Bodenbeschaffenheit für den Weinbau, die Art der Bepflanzung der Weinberge, Vermehrung und Erziehungsarten der Reben übersichtlich dargestellt. Je ein besonderes Kapitel ist den alljährlich wiederkehrenden Weinbergsarbeiten, sowie den wichtigsten Schädlingen und Krankheiten des Weinstocks gewidmet. Auch der fernerstehende Leser dürfte ein klares Bild von dem Wesen und der Bedeutung des Weinbaus erhalten und zugleich die beste Einführung zum vollen Verständnis des zweiten Hauptabschnitts, der sich mit den Fragen der Weinbereitung, der Chemie und Untersuchung des Weines befaßt.

Hier nimmt C. von der Heide das Wort. Als Leiter der weinchemischen Versuchsstation in Geisenheim a. Rh. beherrscht der Verfasser auf Grund reicher Erfahrungen und erfolgreicher Forschungstätigkeit die vielseitigen Fragen der Weinbereitung und Weinbehandlung sowohl in praktischer wie theoretischer Hinsicht, und demgemäß kommen in seinem Werke praktische Kellerwirtschaft und wissenschaftliche Weinchemie nebeneinander mit gleicher Ausführlichkeit zur Geltung. Mit den chemisch-physiologischen Vorgängen beim Wachsen und Reifen der Trauben beginnend, werden die einzelnen Phasen der Weinbereitung, Lese und Mostgewinnung, Gärung und Ausbau des Weines eingehend besprochen und im Einzelfalle dem auf Fortschritt bedachten Winzer wertvolle Winke erteilt. Die Bereitungsarten ausländischer Weine, insbesondere der Dessertweine, deren Eigenschaften und Wert, Statistik und Geographie der Weine werden gesondert abgehandelt, ebenso die für die Beurteilung in- und ausländischer Weine maßgebenden weingesetzlichen Vorschriften.

Für den Chemiker, insbesondere Nahrungsmittelchemiker, kommen vornehmlich die Kapitel über die chemische Zusammensetzung der Trauben und ihrer Teile, über die Chemie des Mostes, der Gärung und

des Weines, sowie eine erschöpfende Darstellung der Analyse des Weines in Betracht. Hier ist über den Rahmen eines Lehrbuches hinaus die weit verstreute und zum Teil schwer zugängliche Fachliteratur berücksichtigt, wobei der Verfasser bemüht ist, überall auf die ursprünglichen Arbeiten und Veröffentlichungen zurückzugehen. Daß bei der Besprechung der angeführten wissenschaftlichen Arbeiten auch das eigene Urteil des Verfassers zur Geltung kommt, verdient besonders hervorgehoben zu werden. Der Zweck des Buches, nicht nur denjenigen Winzern und Weinbändlern, die sich über die technische und wissenschaftliche Weiterentwicklung ihres Faches unterrichten wollen, sondern auch dem untersuchenden Chemiker und forschenden Theoretiker ein neuzeitliches Lehrbuch in die Hand zu geben, dürfte voll erfüllt sein. H. Boßelmann. [BB. 127.]

Pukall, Dr. W., Grundzüge der Keramik. Coburg 1922. Verlag Müller & Schmid. Grundzahl M 5

Rieke, Dr. Reinh., Die Arbeitsmethoden der Silikatchemie. Sammlung Vieweg. Tagesfragen aus den Gebieten der Naturwissenschaften und der Technik. Heft 37. 2. Auflage. Braunschweig 1923 Verlag Friedr. Vieweg & Sohn. Grundzahl geh. M 3,50

Rinne, Prof. Dr. F., Einführung in die kristallographische Formenlehre und elementare Anleitung zu kristallographischen, optischen sowie röntgenographischen Untersuchungen. 4. 5. Auflage. Mit 585 Abbildungen im Text und 1 Tafel. Leipzig 1922. Verlag Dr. M. Jänecke.

Robinson, Cl. Sh., The Recovery of volatile Solvents. First Edition. New York 1922. The Chemical Catalog Co.

Roth, August, Wilhelm von Siemens. Ein Lebensbild. Gedenkblätter zum 75jährigen Bestehen des Hauses Siemens & Halske. Berlin 1922. Vereinigung wissenschaftlicher Verleger.

Schmidt, Prof. Dr. Jul., Kurzes Lehrbuch der organischen Chemie. 3. Auflage. Mit 16 Abbildungen. Stuttgart 1922. Verlag Ferd. Enke. Grundzahl M 224

Schnegg, Prof. Dr. Hans, Das mikroskopische Praktikum des Brauers. II. Teil, Gärungsorganismen. Mit 165 Abbildungen und 6 Tafeln. Enkes Bibliothek für Chemie und Technik. Unter Berücksichtigung der Volkswirtschaft. Herausgegeben von Prof. Dr. L. Vanino. III. Band. Stuttgart 1922. Verlag Ferd. Enke.

Schneiderhöhn, Prof. Dr. Hans, Anleitung zur mikroskopischen Bestimmung und Untersuchung von Erzen und Aufbereitungprodukten, besonders im auffallenden Licht. Herausgegeben im Auftrag des Fachausschusses für Erzaufbereitung der Gesellschaft deutscher Metallhütten- und Bergleute e. V. Mit 154 Abbildungen und einem Anhang „Bestimmungstabellen“. Berlin 1922. Selbstverlag der Gesellschaft deutscher Metallhütten- und Bergleute e. V.

Verein deutscher Chemiker.

Deutscher Ausschuß für das Schiedsgerichtswesen.

Geschäftsstelle: Berlin NW 7, Sommerstr. 4a.

Gebührenordnung. (Laut Beschuß der Mitgliederversammlung vom 7. 2. 1923, mit Gültigkeit ab 7. 2. 1923):

Die Vergütung jedes einzelnen Schiedsrichters berechnet sich nach der Höhe des Streitobjektes; sie ist für jeden Schiedsrichter gleich, wenn nicht in besonderen Fällen das Schiedsgericht eine andere Verteilung beschließt. Im Streit hierüber entscheidet der Vorstand des Deutschen Ausschusses für das Schiedsgerichtswesen endgültig. Die Gebühren werden für jeden Schiedsrichter nach den Gebühren eines Rechtsanwaltes bei einem ordentlichen Gericht in der Berufungsinstanz zuzüglich der Pauschsätze berechnet. Außerdem sind die notwendigen Auslagen zu erstatten.

Verpflichtungsschein. (Laut Beschuß der Mitgliederversammlung vom 20. 10. 1922):

1. Falls ich zum Mitglied eines auf Grund der Schiedsgerichtsordnung des Deutschen Ausschusses für das Schiedsgerichtswesen gebildeten Schiedsgerichts oder als Einzelschiedsrichter ernannt werde, verpflichte ich mich, das Schiedsrichteramt auf Grund der Satzung, der Schiedsgerichtsordnung und der Gebührenordnung des „Deutschen Ausschusses für das Schiedsgerichtswesen“ unparteiisch und nach bestem Wissen und Gewissen auszuüben.

2. Ferner verpflichte ich mich, nach meiner jeweiligen Ernennung zum Schiedsrichter mich unverzüglich über Annahme des Amtes zu erklären und die Wahl abzulehnen, wenn ich nicht in der Lage bin, das Amt unverzüglich auszuüben.

3. Ebenso verpflichte ich mich, die Wahl abzulehnen, wenn ich vom Ausgang des Streites berührt werde, mit einer Partei verwandt oder verschwägert bin, oder wenn einer der anderen Gründe des § 41 Z. P. O. vorliegt, oder wenn ich mich aus irgendeinem Grunde befangen fühle oder in der betreffenden Streitigkeit eine der Parteien bereits vertreten habe.

4. Um meine Unbefangenheit zu wahren, verpflichte ich mich besonders, nach Übernahme des Amtes während der Dauer des Schiedsgerichtsverfahrens keiner der Parteien weder in der vorliegenden Streitsache noch sonst irgendwelchen Rat zu erteilen oder sonstwie mit ihr in geschäftliche Beziehungen zu treten.

5. Endlich verpflichte ich mich, die aus Anlaß des Schiedsgerichtsverfahrens zu meiner Kenntnis kommenden Vorgänge geheim zu halten und Dritten nicht zugängig zu machen.