

durch Bestrahlung mit Röntgenstrahlen die blaue Färbung erteilen kann, will er Schlüsse ziehen auf das Vorhandensein bzw. die Bildung von kolloidem freien Schwefel. Doch haben sich wohl Gesetzmäßigkeiten oder ein exakter Nachweis von elementarem Schwefel nicht erbringen lassen.

Trotzdem wird man aber nicht umhin können, gewisse physikalische Zustände, vielleicht kolloider Natur, für die Bindung der in dritter Sphäre angegliederten Moleküle anzunehmen, wenn man vielleicht auch nicht gerade den elementaren Schwefel als Farbträger ansehen darf.

Eine Reihe anderer Forscher nimmt aber geradezu die Existenz gewisser chromophorer Gruppen an. So ist in älterer Zeit besonders  $\text{Al}_2\text{S}_3$  in verschiedenen Modifikationen als Farbträger angesehen worden<sup>28)</sup>. W. und D. Asch<sup>29)</sup> glaubten, daß verschiedene gefärbte „Sulfurete“ an Silicat-Aluminat-Ringe nach Art der aromatischen Verbindungen gewissermaßen als Seitenketten angegliedert sind. Alle diese Annahmen chromophorer Gruppen stehen aber im Widerspruch zu den Erfahrungen, die man an den Derivaten des Nephelins gemacht hat. Denn bestimmt gehört der ganze Sauerstoff in diesen Verbindungen dem silicatischen Anteil an, wenn man vielleicht von den Rot- und Violettfarben absehen darf, bei denen aber die Gegenwart sauerstoffhaltiger Schwefelverbindungen durchaus noch nicht sichergestellt ist.

Sehr einleuchtend erscheinen dagegen die Theorien von K. A. Hoffmann<sup>30)</sup> und von W. Biltz<sup>31)</sup> über

<sup>28)</sup> W. Stein, Journ. prakt. Chem. 14, S. 387.

<sup>29)</sup> W. u. D. Asch, Die Silicate in chemischer und technischer Beziehung, Springer 1911.

<sup>30)</sup> Ber. Dtsch. chem. Ges. 48, 20 [1915]; LIEBIGS Ann. 342, 373 [1905]. <sup>31)</sup> Ztschr. anorgan. allg. Chem. 127, 169 [1923].

gefärbte anorganische Verbindungen, soweit die Farben nicht auf dem Vorhandensein farbiger komplexer Ionen beruhen.

W. Biltz faßt die Erscheinungen in den Sätzen zusammen: Gefärbte Mischverbindungen sind tiefer gefärbt als die Stammverbindungen. Vollständige Beanspruchung vorhandener Hauptvalenzen oder Elektronenvalenzkräfte und die Stärke dieser Kräfte begünstigen die Lichtdurchlässigkeit, unvollständige Beanspruchung dieser Kräfte oder schwache Kräfte dieser Art (unge-sättigte oder lockere Verbindungen) begünstigen die Absorption des Lichtes und wirken farbvertiefend.

Daß bei den Derivaten des Nephelins und der Zeolithen Elektrovalenzkräfte nicht zur vollen Ausnützung kamen, beweist die Existenz der Mineralien Sodalith, Nosean, Hauyn, Lapislazuli usw. und die Möglichkeit, sie synthetisch darzustellen, so daß die Theorie von Biltz ihre Anwendung auch auf die Ultramarine haben könnte. Der eigentliche Grund der Färbung der Ultramarine wird von Biltz aber in einer unvollständigen Oxydation beim Brande erblickt. Dadurch sollen verschiedene Valenzstufen nebeneinander bestehen können. Die farblose Ultramarinmutter (weißes Ultramarin) gibt durch vorsichtige Oxydation die Farbstoffe Grün und Blau, die dann durch vollkommene Oxydation zerstört werden (Verbrennen des Ultramarins).

Da eine außerordentlich große Anzahl von Beispielen für die Biltzsche Theorie spricht, hat sie auch nirgends Ablehnung erfahren. Ihre Anwendung auf die Verbindungen des Nephelins bzw. der Ultramarine hat dann außerdem noch den Vorzug, daß sie dem Verhalten der Nephelinderivate in synthetischer Hinsicht nicht entgegensteht. [A. 48.]

## Analytisch-technische Untersuchungen.

### Die Eisenbestimmung in der Mennige.

Von Dr. HERMANN HEINRICHS.

Kaiser Wilhelm-Institut für Silicatiforschung, Berlin-Dahlem.

(Eingeg. 23. März 1928.)

Die Frage der Eisenbestimmung in der Mennige ist in den letzten Jahren mehrfach diskutiert worden, vor allem, weil in der Glasindustrie das Bedürfnis nach einer Methode besteht, die als Normalmethode zur Untersuchung dieses hochwertigen Rohstoffes auf Eisenoxyd, die gefürchtete Verunreinigung jeden Glasschmelzstoffes, Anwendung finden könnte. Auf die jetzt bestehende Unsicherheit, die dadurch hervorgerufen wird, daß Untersuchungen derselben Ware in verschiedenen Laboratorien gänzlich verschiedene Ergebnisse zeitigen, hat beispielweise J. F. Sacher<sup>1)</sup> in einem Vortrage auf der Tagung des Vereins deutscher Chemiker in Kiel im Mai 1926, ferner in einer längeren Abhandlung L. Springer<sup>2)</sup> hingewiesen. Über einen Versuch, diese Unstimmigkeiten durch Aufdecken der bei den bisher üblichen Verfahren vorhandenen Fehlerquellen zu beheben, soll im folgenden berichtet werden.

Die hauptsächlichste Schwierigkeit der Bestimmung des Eisens in der Mennige besteht zunächst darin, daß die Substanz völlig gelöst, und sodann sehr geringe Mengen  $\text{Fe}_2\text{O}_3$ , oft nur wenige Tausendstel Prozente, von

großen Mengen Blei getrennt werden müssen. Bei den gebräuchlichsten Verfahren sucht man dies dadurch zu erreichen, daß die Mennige in verdünnter Salpetersäure unter Zusatz eines Reduktionsmittels (Wasserstoffsuperoxyd, Oxalsäure oder dgl.) gelöst, das Blei als Sulfat abgeschieden, und das Eisen im Filtrat bestimmt wird. Wie nun bereits Springer zeigte, bleiben beim Lösen der Mennige in Salpetersäure oft dunkle Partikel zurück, die durch konzentrierte Salzsäure leicht gelöst und dann als stark eisenhaltige Substanzen identifiziert werden können. Wird dieser Rückstand übersehen und zusammen mit dem Bleisulfat abfiltriert, so entsteht schon an dieser Stelle ein beträchtlicher Fehler. Gewisse Unterschiede in den Prüfungsergebnissen können ferner darin begründet sein, daß nach einigen Vorschriften das Blei durch Abrauchen mit Schwefelsäure vollständig, nach anderen dagegen nur der Hauptmenge nach abgeschieden wird. Wie nämlich J. B. Ferguson und J. C. Hostetter<sup>3)</sup> bei der Analyse von Bleigläsern feststellten, werden um so geringere Eisenwerte

<sup>1)</sup> Sprechsaal 59, 462—463 [1926].

<sup>2)</sup> L. Springer, „Über die Eisenbestimmung in der Mennige“, Glastechn. Ber. 4, 458—467 [1927].

<sup>3)</sup> J. B. Ferguson u. J. C. Hostetter „The rapid determination of iron in some optical glasses“, Journ. Amer. ceram. Soc. 2, 608—621 [1919]; vgl. auch Allen u. Zies, ebenda 1, 739 [1918].

gefunden, je stärker die Lösung zur Abscheidung des Bleisulfates eingedampft wird. Es werden u. U. Beträge bis zu 73% des vorhandenen Eisens vom Bleisulfat mitgerissen! Die genannten Verfasser fanden jedoch höhere und nicht schwankende Werte, wenn das Blei als Chlorid entfernt wurde. Ein grundsätzlich anderer Weg zur Abtrennung des Bleis findet sich bei E. Zimmer<sup>4)</sup> angegeben. Er besteht darin, daß man nach Auflösen der Mennige in Salpetersäure und Wasserstoffsuperoxyd zur Trockene eindampft und durch längeres Erhitzen auf 100° das Eisen in wasserunlösliches, basisches Nitrat überführt wird, während das Bleinitrat mit Wasser ausgezogen werden kann.

Gegenüber der Frage, wie am besten die Trennung des Eisens von dem mengenmäßig so stark überwiegenden Blei durchgeführt werden kann, ist die weitere Frage, welche Methode am zweckmäßigsten für die Bestimmung des Eisens anzuwenden ist, verhältnismäßig wenig umstritten. Fast alle Autoren schlagen das colorimetrische Verfahren vor, bei dem die zu untersuchende Lösung mit Kaliumrhodanid versetzt und die entstehende Färbung mit einer solchen verglichen wird, die man durch Zusatz abgemessener Mengen einer Ferrisalzlösung bekannten Gehaltes zu einer Kaliumrhodanidlösung erhält. Es ist selbstverständlich, daß die nach diesem Verfahren erhaltenen Resultate nur dann zuverlässig sind, wenn Analysen- und Vergleichslösung hinsichtlich ihrer Konzentrationen an Kaliumrhodanid und Säure, in weiteren Grenzen auch an neutralen Salzen, übereinstimmen, eine Vorbedingung, die in manchen Vorschriften nicht immer erfüllt ist. Hingewiesen sei in diesem Zusammenhang auf den Einfluß des Wismuts auf die entstehende Eisenrhodanidfärbung, wie er beim Arbeiten in schwach saurer Lösung, namentlich bei Gegenwart kleinster Eisenmengen, vom Verfasser<sup>5)</sup> festgestellt wurde.

Es wird nach dem Gesagten einleuchten, daß der Versuch, eine sichere Methode zur Bestimmung des Eisens auszuarbeiten, sich in erster Linie darauf erstrecken mußte, die Lösung der Mennige und die Abtrennung des Bleis vom Eisen so durchzuführen, daß sich im Filtrat wirklich die gesamte, in der Mennige enthaltene Eisenmenge vorfand. Zu diesem Zweck wurde eine größere Anzahl von Mennigesorten untersucht, doch ein Vergleich mehrerer Methoden untereinander nur an einem Material durchgeführt, dessen Ergebnisse in der Tafel 1 zusammengestellt sind. Die Lösung der Mennige erfolgte bei dieser Versuchsreihe stets so, daß 10 g Substanz mit 40 ccm Wasser gut angerührt und 10 ccm Salpetersäure ( $D = 1,4$ ) sowie tropfenweise ungefähr 1 ccm Perhydrol zugegeben wurden. Häufig löste sich die Mennige schon in der Kälte, sonst bei geringem Erwärmen, doch blieben stets einige dunkle Partikel ungelöst, die auch beim Kochen der salpetersauren Lösung nicht verschwanden. Auch die Abscheidung des Bleis als Sulfat war in allen Fällen die gleiche, und es wurde auch stets bis zum Auftreten der ersten Schwefelsäurenebel eingeeengt. Dagegen unterschieden sich die einzelnen Versuche in der Behandlung des in der verdünnten Salpetersäure unlöslichen Rückstandes.

Die Bestimmung des Eisens geschah schließlich so, daß dieses im Filtrat des Bleisulfates durch Ammoniak gefällt, abfiltriert, in 5 ccm konzentrierter Salzsäure gelöst, und die Lösung mit 25 ccm einer 5%igen Kaliumrhodanidlösung versetzt wurde. Als Colorimetergefäße dienten einfache Neßler-Röhren.

Tafel 1.

Versuch Nr.	In 10 g Mennige gef. $\text{Fe}_2\text{O}_3$ in mg	Bemerkungen
1	1,05	Rückstand gänzlich unberücksichtigt
2	1,25	Die salpetersaure Lösung der Mennige wurde abfiltriert und für sich weiter verarbeitet. Der Rückstand wurde in Salzsäure gelöst und in dieser Lösung das Eisen bestimmt. Der angegebene Eisenwert ist die Summe beider Einzelwerte
3	1,30	
4	1,03	
5	1,10	Der Rückstand wurde in Salzsäure gelöst und diese Lösung mit der Hauptlösung nach Ausfällung des $\text{PbSO}_4$ vereinigt
6	0,80	Der Rückstand wurde in Salzsäure gelöst und diese Lösung mit der Hauptlösung vor Ausfällung des $\text{PbSO}_4$ vereinigt
7	1,00	
8	1,00	

Bei den Versuchen 2—4 entfielen ungefähr 70—80% der Gesamtmenge des Eisens auf den salzsäurelöslichen Rückstand, mithin lag also der Hauptanteil des in der Mennige vorhandenen Eisens als ein in verdünnter Salpetersäure unlösliches Eisenoxyd vor, das offenbar der zur Oxydation des metallischen Bleies zu Bleioxyd resp. zu Mennige benutzten gußeisernen Apparatur entstammt. Ferner ist aus den Versuchen ersichtlich, daß durch das Bleisulfat ein Teil des Eisens mitgerissen wurde, und zwar besonders viel, wenn die salzsaure Eisenlösung vor Ausfällung des Bleisulfats mit der salpetersauren Bleilösung vereinigt worden war. Tatsächlich konnte auch bei der Lösung des Bleisulfats in Natronlauge Eisen festgestellt werden.

Um diese Fehler zu vermeiden, wurde ein Analysengang ausgearbeitet, der darauf beruht, daß die Mennige durch Kochen mit reinster, konzentrierter Salzsäure und Hydrazinhydrochlorid in Bleichlorid überführt und dieses in heißem Wasser gelöst wird, worauf sich nach dem Erkalten der weitaus größte Teil des Bleichlorides ausscheidet. Am besten läßt man über Nacht kalt stehen, saugt das auskristallisierte Bleichlorid durch ein gehärtetes Filter vor der Wasserstrahlpumpe ab, wäscht mit wenig verdünnter, kalter Salzsäure aus und dampft das Filtrat auf ungefähr 30 ccm ein. Aus dieser Lösung scheidet sich noch einmal eine gewisse Menge Bleichlorid ab, wenn man sie durch Zusatz von Wasser auf ungefähr 100 ccm verdünnt und einige Zeit in der Kälte stehen läßt. Nach Filtrieren des Bleichlorides und Oxydation der Lösung kann man das Eisen durch Ammoniak fällen<sup>6)</sup> und schließlich in eine zur colorimetrischen Bestimmung mit Kaliumrhodanid geeignete Lösung bringen. In einem Blindversuch dampft man die gleichen Mengen Salzsäure und Wasser, wie sie für die Lösung der Mennige zur Anwendung gelangten, stark ein, fällt mit Ammoniak, löst in der gleichen Menge Salzsäure und benutzt die Lösung zur Herstellung der colorimetrischen Vergleichsflüssigkeit. Auf diese Weise werden Fehler, die aus einer Verunreinigung der

<sup>4)</sup> E. Zimmer, „Bleiweiß und andere Bleifarben“, Verlag von Th. Steinkopff, Dresden und Leipzig 1926.

<sup>5)</sup> H. Heinrichs und M. Hertrich, „Über eine Störung der colorimetrischen Bestimmung des Eisens in der Mennige durch Wismut und ein Verfahren zu dessen colorimetrischen Bestimmung“, Glastechn. Ber. 2, 113—115 [1924]; H. Heinrichs, „Die Lichtdurchlässigkeit von Eisen- und Wismuthrhodanid-Lösungen im Hinblick auf die Eisenbestimmung in der Mennige“, Glastechn. Ber. 5, 351—354 [1927].

<sup>6)</sup> Ein etwa vorhandener Kupferbetrag gibt sich durch Einengen des Filtrates in einer weißen Porzellanschale nach erneutem Ammoniakzusatz leicht zu erkennen.

immerhin erheblichen Flüssigkeitsmengen stammen könnten, von vornherein vermieden.

Als Beispiel für eine nach der beschriebenen Arbeitsweise ausgeführte Untersuchung sei die Analyse der Mennige, deren Prüfung nach den üblichen Verfahren bereits mitgeteilt wurde, näher beschrieben:

Eine auf der Handwage abgewogene 10-g-Probe wurde in einem 250-ccm-Becherglas mit 25 ccm einer kalt gesättigten Lösung von Hydrazinhydrochlorid angerührt, mit 50 ccm reiner, konzentrierter Salzsäure versetzt und einige Minuten stark gekocht. Die Lösung wurde möglichst heiß in ein 800 ccm fassendes Becherglas abgegossen. Der Zusatz von Hydrazinhydrochlorid verhinderte eine lästige Chlorentwicklung durch Reduktion des gebildeten Bleisuperoxydes. Durch diese Behandlung wurde die Mennige fast quantitativ in Bleichlorid überführt, das sodann durch viermaliges Kochen mit je 100 ccm Wasser bis auf einen geringen Rückstand von Bleisuperoxyd in Lösung gebracht werden konnte. Da sich das Bleichlorid infolge seines hohen spezifischen Gewichtes leicht absetzt, so war die heiße Lösung leicht von dem noch ungelösten Anteil abzugießen. Auch der kleine Rest Bleisuperoxyd war durch Kochen mit 5 ccm Salzsäure und 10 ccm Hydrazinhydrochloridlösung leicht in Bleichlorid zu überführen und zu lösen. Es hinterblieb alsdann nur ein Schwamm von metallischem Blei, das vielfach, worauf Verfasser<sup>7)</sup> kürzlich aufmerksam machte, eine für die Verwendung der Mennige als Glasschmelzmaterial wichtige, bisher nicht beachtete Verunreinigung darstellt. Die Abscheidung und Abtrennung des Bleichlorids sowie die Ausfällung und colorimetrische Bestimmung des Eisens sind bereits oben näher beschrieben worden. Zur Herstellung der Vergleichslösung wurden 55 ccm konzentrierte Salzsäure und 435 ccm Wasser auf ungefähr 100 ccm eingedampft, mit Ammoniak gefällt und der Niederschlag in 5 ccm heißer, konzentrierter Salzsäure, die auch bei der Analyse verbraucht wurden, wieder gelöst.

Die so erhaltenen Werte sind in Tafel 2 zusammengestellt:

Tafel 2.	
Versuch Nr.	In 10 g Mennige gef. $\text{Fe}_2\text{O}_3$ in mg
1	1,40
2	1,40
3	1,35
4	1,35
5	1,35

Die drei letzten Werte der Tafel 2 wurden bei Anwendung von 5 g Analysesubstanz erhalten, wobei der erhaltene Wert auf eine Einwaage von 10 g, der besseren Übersicht wegen, umgerechnet wurde.

Wie die Zusammenstellung zeigt, ist die Übereinstimmung der Analysenergebnisse eine recht gute. Die erhaltenen Werte liegen beträchtlich höher, als sie nach den bisher üblichen Verfahren sich ergeben hatten. Keinesfalls kann dieser Mehrbetrag an Eisen aus der Salzsäure oder aus der verhältnismäßig großen Wassermenge stammen, da ja dieser mögliche Fehler durch Verwendung der gleichen Flüssigkeitsmengen zur Herstellung der Vergleichslösung ausgeglichen worden wäre. Selbstverständlich erfordert die Lösung der Mennige in Salzsäure und die Abscheidung des Bleies als Chlorid eine etwas längere Zeit als sie für die Lösung der Mennige in Salpetersäure und Abscheidung des Bleies als Sulfat benötigt wird; allerdings dürfte nach den in Tafel 1 angegebenen Resultaten in den meisten Fällen noch eine Lösung des Rückstandes in Salzsäure und eine getrennte Weiterverarbeitung der salzsauren Lösung notwendig sein. Dagegen überwiegen die Vorteile einer

Lösung der Mennige in Salzsäure und einer Abscheidung des Bleies als Chlorid beträchtlich: Zunächst ist man sicher, alles Eisen wirklich in Lösung zu haben, sodann fällt die Gefahr, daß schwankende Beträge des Eisens vom Bleisulfat mitgerissen werden, fort, und endlich hat diese Arbeitsweise den großen Vorzug, daß etwa in der Mennige vorhandenes metallisches Blei ungelöst zurückbleibt. Gerade auf diesen letzten Punkt ist m. E. besonderes Gewicht zu legen, als nach meinen Erfahrungen der Glasindustrie schon Mennige geliefert wurde, die bis zu 0,5% metallisches Blei enthielt, eine Verunreinigung, die bei der Lösung der Mennige in Salpetersäure sehr leicht übersehen wird, die aber ernste Gefahren für die Schmelze und das Hafenmaterial mit sich bringt. Trotzdem kann bei der Prüfung von Mennige die Lösung in verdünnter Salpetersäure nicht gänzlich entbehrt werden. Beispielsweise löste sich eine Mennigesorte leicht in Salzsäure, nicht dagegen in Salpetersäure. Die Untersuchung des in Salpetersäure unlöslichen Rückstandes ergab, daß es sich um Bleisulfat (ungefähr 0,5%) handelte, das sich in der heißen, konzentrierten Salzsäure gelöst hatte. Wenn auch im allgemeinen nicht mit dem Vorkommen erheblicher Mengen Bleisulfates in der als „Kristallmennige“ bezeichneten Ware zu rechnen ist, so zwingt doch dieser Fall dazu, die Lösung der Mennige in Salpetersäure als qualitative Probe auf Anwesenheit von  $\text{PbSO}_4$  in dem zu prüfenden Material beizubehalten.

Es sei zum Schluß die häufig und auch in letzter Zeit<sup>8)</sup> noch diskutierte Frage nach dem höchstzulässigen Eisengehalt einer guten Kristallglasmennige erörtert, da ja die sichere Bestimmung des Eisens bei etwaigen Differenzen zwischen Liefer- und Abnehmerwerken eine besondere Bedeutung hat. Es ist m. E. nicht zu bezweifeln, daß sich mit einer Mennige, die 0,01%  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  enthält, noch ein einwandfreies Bleikristall erschmelzen läßt, selbstverständlich unter der Voraussetzung, daß die Reinheit der übrigen Rohstoffe eine entsprechende ist. Nun wird aber von unseren deutschen Mennigefabriken zum Teil eine erheblich eisenärmere Ware mit ungefähr 0,003%  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  geliefert, die in dieser Hinsicht nicht mehr zu übertreffen ist, da bereits das Originalhüttenweichblei, das Ausgangsmaterial für Mennige, größenordnungsgemäß die gleiche Verunreinigung aufweist. Daß sich Unterschiede von über 0,005%  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  in der Mennige beim Betrachten größerer Schichtdicken daraus erschmolzener, namentlich bleireicher Gläser in der Färbung bemerkbar machen, dürfte feststehen. Es ist der Glasindustrie daher nicht zu verdenken, daß sie darauf bedacht ist, wie bei allen Schmelzstoffen, auch mit der Mennige möglichst wenig Eisen ins Glas einzuführen, zumal durch die Auflösung des Hafenmaterials während der Schmelze, die bei schweren Bleigläsern besonders stark ist, ohnehin noch erhebliche, unvermeidliche Mengen Eisen ins Glas gelangen. Nun fallen bei der Mennigefabrikation selbstverständlich nicht alle Chargen gleich rein aus, aber es dürfte bei genügender chemischer Betriebsüberwachung nicht schwer halten, besonders eisenarme Produkte für die Zwecke der Glasindustrie zu reservieren, da es ja genügend Verwendungszwecke für Mennige gibt, bei denen ein Mehr von einigen Tausendstel Prozenten Eisenoxyd keine Rolle spielt. Es wäre sodann vielleicht zweckmäßig, die Gütebezeichnung für Kristallmennige derart zu spezifizieren, daß man Produkte mit Eisengehalten bis zu 0,005% als „Spezial-Kristall-

<sup>7)</sup> H. Heinrichs, „Metallisches Blei in der Mennige“, Glastechn. Ber. 5, 505 [1928].

<sup>8)</sup> Vgl. E. Zimmer, „Über Mennige zu Glasschmelzwecken“, die Glas-Industrie (Bruhns Fachblatt) 36, 53 [1928].

mennige“, solche mit Gehalten bis zu 0,01%  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  als „Kristallmennige“ bezeichnete und zwischen beiden Kategorien eine geringe Preisdifferenz eintreten ließe. Es wäre dies vielleicht der gangbarste Weg, einerseits die Mennigefabriken zu einer möglichst weit-

gehenden Qualitätssteigerung anzureizen, andererseits die Glashütten zu veranlassen, sich ernsthaft mit der Frage zu beschäftigen, welcher Maximalgehalt an Eisen in der Mennige normalerweise für das von ihnen erzeugte Glas zulässig erscheint. [A. 47.]

## Versamlungsberichte.

### 6. Jahresversammlung der Institution of Chemical Engineers.

London, 8. und 9. März 1928.

Vorsitzender: Sir Alexander Gibb.

Sir Alexander Gibb: „Die Kraftwirtschaft in der chemischen Technik.“

Die stets zunehmende Produktion der elektrometallurgischen und elektrochemischen Industrie ist an die Lieferung billiger Kraft gebunden. Wenn auch die Gasindustrie große Fortschritte in der Versorgung der Industrien mit Kraft gemacht hat, so versteht der Vortr. bei seinen Ausführungen unter billiger Kraft billige Elektrizität. In einer Zusammenstellung zeigt der Vortr. den Kraftbedarf der verschiedenen Industrien, die für ihre Verfahren sich der Elektrizität bedienen. Vortr. gibt die Zahlen für die Raffination von Eisen, für die Darstellung von Elektrolytzink, für die Stickstoffgewinnung, für die Darstellung der verschiedenen Eisenlegierungen, Phosphate, für die Aluminiumverbindungen und die Stickstoffderivate an. Die Gesamtzeugung an Elektrolyt-aluminium beträgt zur Zeit rund 20 000 t im Jahr. Die Kapazität der Werke beträgt das 10fache, die hierzu erforderliche Elektrizität 1,5 Millionen PS. Der Weltbedarf an Aluminium ist rund 4–500 000 t und diese einzige Industrie allein würde hierzu 2½ Mill. PS. erfordern. 20% der Kosten der Aluminiumherstellung entfallen auf die Elektrizität. Roheisen wird heute auf elektrischem Wege entweder aus Eisenerz oder, wie das sogenannte synthetische Eisen, aus Eisenabfällen hergestellt. In beiden Fällen sind die Stromkosten im Vergleich zu den niedrigen Verkaufspreisen des Roheisens sehr hoch; bei einem Stromaufwand von 22 sh. für die Tonne beträgt dies schon über 30% des derzeitigen Eisenpreises. Die elektrische Herstellung von Roheisen aus Eisenerz ist daher auf Schweden, Norwegen und Italien beschränkt, wo Eisenerzlager und billige Wasserkraft vorhanden sind und Brennstoff teuer ist. Bei der elektrischen Darstellung von Phosphor aus Calciumphosphat macht die Elektrizität etwa 20% der Kosten aus. Die billigste Elektrizität der Welt wird in einigen aus der Vorkriegszeit stammenden Wasserkraftanlagen Norwegens erhalten. Gegenüber der Vorkriegszeit sind die Kosten für die Errichtung der Wasserkraftanlagen bedeutend gestiegen. Immerhin ist unter bestimmten Bedingungen und örtlichen Verhältnissen, wie insbesondere in Norwegen und Kanada, die weitere Entwicklung der hydroelektrischen Kraftanlagen sehr gut möglich. Für manche Industrien ist auch bei höheren Kraftkosten sehr wohl noch ein wirtschaftliches Arbeiten möglich. Die Dampfkraftwerke können durch Erhöhung von Druck und Temperatur noch zu einer Verbesserung kommen. Die Leistungsfähigkeit der Wasserkraftwerke ist schon fast bis zu ihrer Grenze ausgenutzt, so daß eine Steigerung bei den Dampfkraftwerken aussichtsreicher ist. Bei der Entwicklung der auf billige elektrische Kraft sich stützenden Industrien haben die billigen Kraftkosten nicht günstig auf die technische Seite eingewirkt; in den meisten bedeutenden elektrochemischen Industrien sind die Verfahren noch die gleichen wie vor etwa 30 Jahren und bedingen eine unwirtschaftliche Verwendung der Elektrizität. —

Prof. B. W. Holman: „Über die Theorie der magnetischen Trennung.“

Für den Ingenieurchemiker liegt das Interesse an der Theorie der magnetischen Trennung in der Anwendbarkeit der Theorie auf die Praxis, so bei der magnetischen Trennung von Metallen. Vortr. geht auf die verschiedenen Theorien, die zur Erklärung der magnetischen Eigenschaften aufgestellt wurden, ein und bespricht besonders die Theorie von Langevin zur Erklärung der Eigenschaften paramagnetischer Gase auf Grund der Elektronentheorie. Die von Langevin für Gase auf-

gestellte Theorie ist von Weiß auf paramagnetische und ferromagnetische feste Körper ausgedehnt worden durch die Annahme eines der Intensität der Magnetisierung proportionalen Molekularfelds. Aus dieser Annahme kann man die experimentell gefundene Beobachtung erklären, daß ferromagnetische Substanzen, wie Eisen, einen Umwandlungspunkt besitzen, oberhalb welcher Temperatur sie paramagnetisch statt ferromagnetisch werden. Nach den Theorien des Magnetismus können viele gewöhnlich als nicht magnetisch angesehene Substanzen durch Anwendung starker Felder getrennt werden. Die Ergebnisse werden durch die kristalline Struktur und daher durch den Grad der Feinmahlung beeinflusst. Für sehr feine Teilchen muß man ein stärkeres Feld anwenden als für gewöhnliche Korngrößen. An den Versuchsergebnissen, die bei Zinnkonzentraten aus Bolivia bei verschiedenen Korngrößen erhalten wurden, zeigt Vortr., daß, obwohl von Theoretikern die Siebung für die magnetische Scheidung als unnötig erklärt wird, diese nach der Theorie erforderlich ist und mit der Praxis übereinstimmt. Bei dem Bau der magnetischen Separatoren hat ein Faktor die Konstruktion besonders beeinflusst, daß nämlich, wo die magnetische Anziehung zur Anwendung gelangt, bewegliche Teile erforderlich sind, um die magnetischen Teilchen aus der Nähe der Pole zu entfernen, in die sie durch Anziehung gelangt sind. Um dies zu erreichen, sind die verschiedensten Verfahren erfunden worden, die aber alle eine Erhöhung der Anlagekosten, der Kraft- und Bedienungskosten bedingen. Bei feinen Sanden und Schlämmen bietet die Behandlung des feuchten Materials noch Schwierigkeiten. Mit Ausnahme des magnetischen Wäschers von Davis kann man bisher noch nicht wirtschaftlich fein gemahlenes Material im feuchten Zustand behandeln. Der einzige gangbare Weg für die Konstruktion eines derartigen Separators scheint der zu sein, an Stelle der Anziehung die Abstoßung zu verwenden. Der neue magnetische Separator der Mond-Nickel-Gesellschaft scheint die Frage der billigen Aufarbeitung von stückigem Material gelöst zu haben. Ein Fortschritt in der Behandlung von feinem Material ist auch die Erfindung des Magnetostes von Dr. Stafford Hatfield sowie die Entwicklung des Davischen Separators. Jedenfalls liegt nach Ansicht des Vortr. die Zukunft in der Entwicklung der verbesserten magnetischen Repulsionsseparatoren. Bei der Entwicklung einer allgemeinen Theorie des Magnetismus ging die Tendenz dahin, von einer Molekulartheorie zu einer Atomtheorie überzugehen; dies ist durch die Quantentheorie bedeutend erleichtert worden, wie Dr. Stoner dies in seinem neuen Werk über Magnetismus und Atomstruktur dargelegt hat. Nur hat er den Ferromagnetismus im Unterschied zum Paramagnetismus, Dia- und Kryptomagnetismus mit der Kristallstruktur eng verknüpft. Zwei Hauptschwierigkeiten sind selbst durch die Anwendung der Quantentheorie noch nicht überwunden. Das ist erstens die Schwierigkeit, viele Erscheinungen, die mit dem Magnetismus verknüpft sind, wie die Änderungen in Form und Volumen der Stoffe bei Magnetisierung, sowie Änderungen in der Leitfähigkeit und spezifischen Wärme zu erklären. Die zweite Schwierigkeit besteht darin, daß elektrische und magnetische Erscheinungen sehr eng miteinander verknüpft sind. Aber die Elektrizität verlangt den Durchgang freier Elektronen von einem Ort zum anderen in einem Stromkreis, während die moderne Magnetisierungstheorie den Magnetismus als eine Atomerscheinung deutet. Vortr. verweist auf die Entwicklung der Wellenmechanik und die Annahme von freien Elektronen oder einer Elektronenatmosphäre für die Entwicklung der Theorie des Magnetismus. —

Dr. Burrows Moore: „Über die Verbrennung von Kohlenstaub. Einfluß der Mahlfineinheit der Kohleteilchen.“

Die Verbrennung der Kohle tritt in mehreren Phasen auf. Man unterscheidet erstens die unsichtbare Verbrennung, zweitens die Verbrennung, die vom Auftreten eines Rauches begleitet ist, sonst aber unsichtbar ist, und drittens die sichtbare Ver-