

# Zeitschrift für angewandte Chemie

Band I, S. 353—360

Aufsatzteil

11. November 1919

## Die Durchforschung der Erdrinde und ihre Nutzbarmachung im Berg- und Tiefbau.

Von Dr. RICHARD AMBRONN, Göttingen.

(Eingeg. 2./10. 1919.)

Zur Aufsuchung des Aufbaues der obersten Schichten der Erdrinde dienen bisher fast ausschließlich bergmännische und geologische Verfahren. Mit ihrer Hilfe stellt man Lager nutzbarer Mineralien, wasserführende Schichten, Verwerfungen und ganz allgemein Störungszonen fest. Nachgrabungen und Schürfarbeiten mußten vorgenommen werden, um die genaue Lage der auf diese Weise vermuteten Objekte festzustellen. Solche Arbeiten sind aber in vielen Fällen sehr zeitraubend und heute mehr denn je kostspielig. In manchen Fällen sind sie noch nicht einmal anwendbar, weil entweder das betreffende Gebiet oder die fragliche Stelle durch Nachgrabungen nicht gestört werden darf, oder geologische Kenntnisse allgemeiner Art überhaupt noch nicht vorhanden sind. Damit erschöpfen sich bereits die bisher allgemein angewandten Verfahren, und doch bleibt noch ein sehr bedeutender Kreis von äußerst leistungsfähigen Methoden, welche durch ihre systematisch ausgebreitete Anwendung weitgehende Erkenntnisse mit sich bringen würden und in sehr vielen Fällen in der Zusammenarbeit mit fortschrittlich denkenden Bergsachverständigen schon reiche Erfolge erzielt. Diese Methoden beruhen auf der Verwertung der mannigfachen physikalischen Eigenschaften der Gesteine, die innerhalb bedeutender Grenzen wechseln. Das ganze Gebiet dieser Untersuchungen bezeichnet man zweckmäßig mit dem Sammelnamen der physikalischen Aufschlußarbeiten. Ihr Anwendungsgebiet ist außerordentlich groß. Bei der Aufsuchung von Erzlagern, bei der Erschließung von Wüsten durch das Erbohren von Brunnen, bei Bohrarbeiten jeglicher Art zur genaueren Feststellung der Eigenart des die Bohrlöcher umgebenden Gebirges, bei Schachtbauten in abwechslungsreichen Gebirgen, bei der Untersuchung des Baugrundes für Gebäude, Talsperrn usw. lassen sich diese physikalischen Methoden in mannigfachster, dem Sonderfalle jeweils entsprechend angepaßter Weise mit sehr bedeutendem Erfolge verwerten.

Zu denjenigen physikalischen Eigenschaften, welche bisher zu diesem Zwecke hauptsächlich nutzbar gemacht wurden, gehört zunächst die elektrische Leitfähigkeit, welche zwischen den mannigfachen Gesteinsarten ungeheure Verschiedenheiten zeigt. Ferner das verschiedene Verhalten der Gesteine und Erden gegen elektrische Normalelektroden, die verschiedene Magnetisierbarkeit der Gesteine im magnetischen Erdfeld oder unter dem Einflusse äußerer, willkürlich, der Aufgabe entsprechend herangebrachter elektromagnetischer Felder, ihre Dichteunterschiede, und schließlich die sehr beträchtlichen Schwankungen in der Größe der verschiedenen radioaktiven Konstanten. Mit einigen Einschränkungen gehören hierher auch die physiologischen Methoden, welche die mittelbare oder auch unmittelbare Einwirkung im Boden verborgener geologischer Objekte auf das menschliche Nervensystem verwerten. Es ließe sich zwar noch manche andere physikalische Größe aufzählen, welche innerhalb der Erdoberfläche ihrer Zusammensetzung entsprechend von Ort zu Ort starken Änderungen unterworfen ist, aber da solche bisher zu physikalischen Aufschlußarbeiten, soweit bekannt, noch keine Verwendung gefunden haben, seien sie hier zunächst beiseite gelassen.

Einige Beispiele mögen die Art der Anwendung der physikalischen Aufschlußmethoden beleuchten.

Die elektrischen Methoden verteilen sich zunächst auf zwei gänzlich voneinander unterschiedene Gruppen, je nachdem es sich um die Untersuchung leitender oder nichtleitender Gesteine handelt. Die leitenden Gesteine sind für elektrische Ströme mehr oder weniger durchlässig, und ihr Verhalten gegen diese wird daher quantitativ der Messung unterworfen; dagegen sind sie für elektrische Wellen (wie solche in der drahtlosen Telegraphie durch die nichtleitende Luft gesandt werden) bereits in sehr dünnen Schichten völlig undurchlässig. Die nichtleitenden trockenen Gesteine vermögen zwar

den elektrischen Strom nicht fortzuleiten, sie sind dafür aber für die elektrischen Wellen sehr gut durchlässig. Die leitenden Gesteine untersucht man daher mit elektrischen Strömen, nichtleitende mittels elektrischer Wellen.

Die Methode der Stromlinien wird in vielen Fällen zur Aufsuchung besonders gut leitender Partien in sonst schwach elektrizitätsleitenden Gebieten benutzt, also etwa zur Aufsuchung des Ausgehenden von Erzgängen, von Wasseradern usw. in etwas feuchtem Gelände. Sie beruht darauf, daß der an zwei beliebigen Punkten dem Erdboden zugeführte elektrische Strom sich vorzugsweise längs dieser besonders gut leitenden Objekte ausbreitet, und daß sich die Strömungslinien der Elektrizität daher diesen Objekten anschmiegen. Führt man an den beiden Stellen Wechselstrom zu, so kann man mit Hilfe zweier tragbarer Sonden und eines sie verbindenden Telefons die Lage der Strömungslinien verhältnismäßig schnell im Gelände festlegen und aus ihrer Form die Lage der gewünschten Besonderheiten bald feststellen.

Während hier die Lage von Objekten an der Erdoberfläche bestimmt wurde, bewährt sich das Verfahren für die Durchsuchung im Erdinnern befindlicher unzugänglicher Objekte noch mehr, da bei diesen die unmittelbare Besichtigung, welche an der Erdoberfläche durch Nachgraben möglich wird, in den meisten Fällen ausgeschlossen ist. Eine besonders häufige Aufgabe ist in diesem Zusammenhange der Nachweis der Herkunft von Wasserzuflüssen und Salzlaugenaustritten in sonst trockenen Gebirgen, in Salzbergwerken usw. Die elektrische Leitung findet dann längs der wasserführenden und dadurch gut leitenden Klüfte oder Spalten statt, und der Zusammenhang mehrerer solcher Spalten untereinander oder mit dem Grundwasser läßt sich so mit absoluter Sicherheit nachweisen. Auch über den Weg, welchen die Wasser in unzugänglichen Gebirgen nehmen, lassen sich sehr weitreichende Schlüsse ziehen, wenn man mit Hilfe der leitenden Kluft usw. im Gebirge und einem in den Strecken oder Schächten geführten, die Austrittsstellen untereinander oder mit dem Grundwasserspiegel verbindenden isolierten Draht einen Leiterkreis herstellt. Mittels geeigneter Methoden läßt sich dessen Selbstinduktion bestimmen und von dieser auf die vom Strom umflossene Fläche zurückschließen. Da man die Lage der Drahtleitungen im Raume kennt, kann man auf diesem Wege die geometrische Form der die Enden der Drahtleitung im Gebirge verbindenden Strombahn bestimmen. Die Größe der Leitfähigkeit und die Stärke der Dämpfung der in dem beschriebenen Leiterkreise erregten elektrischen Schwingungen läßt dann noch die Querschnitte der wassererfüllten Partien und somit auch die Menge der darin angesammelten Wasser- oder Laugenvorräte abschätzen. Für die Beurteilung der Bedeutung etwaiger Wasseraustritte für die Zukunft ist dies in vielen Fällen von entscheidender Wichtigkeit.

Beim Durchteufen wasserführender Schichten mit Schächten oder Stollen wendet man oftmals das sogenannte Zementiervverfahren an, welches darin besteht, daß man das zu durchteufende Gebirge vorher durch Einpressen von feingemahlenem Zement in alle engsten Risse und Spalten, durch welche das Wasser hindurchsickern kann, verfestigt. Dabei kommt es vor allem darauf an, daß das Gebirge auch in seiner ganzen Erstreckung vollkommen verfestigt ist, da eine einzige undichte Stelle bereits eine Katastrophe beim Anfahren herbeiführen kann. Ebenso ist es für einen sparsamen Zementverbrauch notwendig, die undichten Stellen rechtzeitig zu erkennen und in ihren Einzelheiten festzulegen, damit diese besonders intensiv und ihrer Eigenart entsprechend bearbeitet werden können. Diese Stellen unterscheiden sich von denen dichteren Gesteins aber durch eine bedeutend erhöhte elektrische Leitfähigkeit. Bohrt man, wie das üblich ist, rings um den zu festigenden Querschnitt in gleichmäßigen Abständen Löcher, welche mit Wasser gefüllt sind, so ergibt eine Messung der elektrischen Leitfähigkeit zwischen benachbarten Bohrlöchern ein sicheres Urteil über die Beschaffenheit des zwischen diesen Bohrlöchern befindlichen Gesteins. Mißt man die Leitfähigkeit von Punkt zu Punkt wechselnder Teufe, so kann man aus dem Verlaufe der Leitfähigkeit längs der Bohrlöcher genauestens (meist bis auf wenige cm) die besonders undichten Stellen

in dem dazwischenliegenden Gebirge abgrenzen. Besonders schön läßt dieses Verfahren den Fortschritt der Zementierarbeiten erkennen, wenn man die Leitfähigkeitsmessungen von Zeit zu Zeit an den nach dem erneuten Zementeinpressen wieder aufgebohrten Zementierbohrungen wiederholt. Es lassen sich dann mit größter Schärfe diejenigen Gebirgspartien anzeigen, welche bereits genügend verfestigt sind, und man kann dem verbliebenen Reste undichter Stellen erhöhte Sorgfalt zuwenden, wodurch die Arbeiten sehr bedeutend beschleunigt werden. Oft bleibt aber auch das Zementierverfahren infolge der besonderen Beschaffenheit des Gebirges ohne jeden Erfolg, da der Zement mit dem Gebirgsmaterial nicht abbindet oder durch strömende Wasser fortgeschwemmt wird, was an der Konstanz der Leitfähigkeitswerte bei aufeinanderfolgenden Untersuchungen erkannt wird; oder aber die gefährlichen Klüfte werden durch den zum Durchzementieren erforderlichen sehr beträchtlichen Überdruck sogar noch weiter aufgerissen und dadurch die weitere Arbeit nur erschwert, was durch die Vergrößerung der elektrischen Leitfähigkeit schnell festgestellt wird. In solchen Fällen kann man dann die Arbeit rechtzeitig abbrechen und ein anderes hier geeigneteres Verfahren einschlagen. Die Anwendung von entsprechend hochfrequentem Wechselstrom für die Leitfähigkeitsmessungen läßt Spalten und klüftige Partien auch dann noch erkennen, wenn diese nicht unmittelbar von den Bohrlöchern angefahren werden, sondern, wie das oft zutrifft, von diesen durch eine dünne, bereits durchzementierte Schicht getrennt sind, in welchem Falle die sonst gebräuchliche Methode der Prüfung des Zustandes der Verfestigung durch die Bestimmung der Wasserausflußmengen ein vollkommen falsches Bild gibt.

Ein ganz entsprechendes Verfahren wählt man zur Bestimmung der Gleichmäßigkeit des Zementierens bei der Herstellung von größeren Fundamenten. Ferner ist das Verfahren wichtig bei der Prüfung älterer Fundierungen und umfangreicher Bauwerke aus Stein oder Beton auf Schäden, welche durch die Zersetzung des Materials infolge Feuchtigkeit usw. hervorgerufen sind, da in den beschädigten Teilen die Elektrizitätsleitung ebenfalls eine ganz bedeutend vermehrte ist. Auch hier wieder bieten die physikalischen Methoden eine besonders schöne Darstellung der Fortschritte des Gesundungsprozesses infolge der angewandten Wiederherstellungsarbeiten und dadurch die Möglichkeit, diese Arbeiten in zweckmäßigster Weise zu leiten. Besondere Vorteile bringt die Anwendung des Verfahrens, wenn die Leitung der Zementierungsarbeiten im engsten Anschluß an die Durchführung der elektrischen Kontrollmessungen und zugleich nach einem besonders bewährten technisch höchst durchgebildeten Systeme erfolgt, wie es durch das Zusammenarbeiten der beiden Firmen August Wolfsholz Preßzementbau Akt.-Ges. Berlin und Physikalische Werkstätten G. m. b. H. Göttingen herbeigeführt ist.

Die bis jetzt beschriebenen Methoden physikalischer Aufschlußarbeiten setzen das Vorhandensein leitender Schichten voraus, innerhalb deren die Ströme zirkulieren können. Sehr ausgebreitet finden sich aber auch namentlich in größeren Teufen völlig trockene und nichtleitende Gesteine, für welche die Erforschung mittels elektrischer Wellen in Frage kommt, welche sich in ihnen ungehindert auszubreiten vermögen.

Erst dort, wo die elektrischen Wellen auf leitende Flächen (Erze, Kohlen, wasserführende Klüfte usw.) auftreffen, werden sie in ihrem weiteren Fortgange gehemmt, und so läßt sich von zwei Stellen eines und desselben oder zweier benachbarten Bergwerke das Vorhandensein oder Fehlen solcher Objekte im Gebirge zwischen ihnen dadurch feststellen, daß man nachprüft, ob die an der einen Stelle nach Art der drahtlosen Telegraphie ausgesandten elektrischen Wellen an der anderen aufgefangen werden können oder nicht. Diese Aufgabe spielt z. B. bei dem Durchschlage von Verbindungsstrecken benachbarter Kaliwerke eine große Rolle, da man dabei durchaus sicher gehen will, keine wasserführenden Schichten zu durchfahren, welche das eine oder das andere der beiden Werke in die Gefahr des Ersaufens bringen könnten. Ferner läßt sich nachweisen, ob zwischen zwei Bohrlöchern, welche in ein vermutlich erzführendes, sonst aber nichtleitendes Gestein gestoßen sind, sich Erzlager befinden, da diese die Übertragung elektrischer Wellen von einem Bohrloch zum benachbarten durch das nichtleitende Gestein hindurch verhindern würden. Durch wenige geeignet verteilte Bohrungen läßt sich so schnell in größeren trockenen Gebieten eine Übersicht und eine erstmalige Ortsbestimmung für etwa vorhandene Erzlager ausführen.

Sehr viel größere praktische Bedeutung besitzen aber diejenigen Methoden, bei denen die elektrischen Wellen, welche sich in einem nichtleitenden Gesteine ausbreiten, an dessen Grenzen gegen eine lei-

tende Schicht von dieser zurückgeworfen werden. Indem die zurückgeworfenen Wellen mit den ausgesandten in geeigneter Weise wieder vereinigt werden, läßt sich durch entsprechende Veränderungen der Aufstellung der drahtlosen Stationen und der angewandten Wellenlängen eine ungemein sichere Bestimmung der Lage und der Ausdehnung der gesuchten leitenden Schichten durchführen, über deren Einzelheiten jedoch auf die ausführliche einschlägige Literatur verwiesen werden muß<sup>1)</sup>.

Die Anwendungsmöglichkeiten dieser Methoden sind sehr weitreichend. Versuche einer unter der Leitung von Dr. Kröncke nach Deutsch-Südwestafrika entsandten Expedition der Physikalischen Werkstätten G. m. b. H. Göttingen, deren wirtschaftliche Ausnutzung durch den Kriegausbruch bisher unmöglich gemacht wurde, haben gezeigt, daß sich in den dortigen Wüsten die Grundwasserschicht nach Tiefe und Ausdehnung hinreichend schnell und genau festlegen läßt, um das Verfahren als eine wesentliche Verbilligung der gewöhnlichen Abbohrverfahren ansehen zu können. Während in der Wüste die Feststellung der oberen Begrenzung des Grundwassers von Bedeutung ist, will man in den Kaliwerken seine untere Begrenzung, die Sohle des den Salzhorst bedeckenden Laugenspiegels kennen. Die Lagebestimmung derselben findet mit den gleichen Methoden von den Strecken nach oben hin statt, wie im ersten Falle von der Erdoberfläche nach unten hin. Ganz entsprechend können natürlich die seitlich den Salzhorst begrenzenden Spaltensysteme, welche, soweit sie mit Laugen gefüllt sind, beim Anfahren größte Gefahren mit sich führen, bereits von den Strecken her aus hinreichender Entfernung erkannt werden. Ebenso wie mit wassererfüllten Spalten verhalten sich leitende Erzlager in sonst trockenen Gesteinen.

Auf die Ausnutzung der Eigenschaft vieler Eisenerzlager, einen bedeutenden Eigenmagnetismus aufzuweisen, welcher es ermöglicht, solche Lager durch ihren Einfluß auf die Verteilung der erdmagnetischen Zustandsgrößen in der betr. Gegend aufzusuchen oder ihre Erstreckung zu verfolgen, sei hier nur hingewiesen. Ebenso auf die Ausnutzung der Unterschiede in dem spezifischen Gewichte der verschiedenen Mineralien, welches innerhalb weiter Grenzen schwankt, für die Heranziehung von Schweremessungen zur Untersuchung der oberen Bodenschichten. In dem letzten Jahrzehnt ist zu diesem Zweck die Drehwaage von Eötvös zu einem außerordentlich empfindlichen Instrumente ausgebaut worden, dessen Verwendung vom wissenschaftlichen Standpunkt aus außerordentliche Bedeutung besitzt. Für die praktische Anwendung ist die Schwerfälligkeit der Apparatur, die Feinheit der anzustellenden Messungen sowie die nicht einfache Deutung der gewonnenen Resultate, welche mannigfachen, nicht leicht kontrollierbaren störenden Einflüssen unterworfen sind, recht hinderlich, soweit nicht die Bedeutung der vorgelegten Aufgaben die Bereitstellung sehr großer Geldmittel rechtfertigt.

Schließlich sei auf die Verwertung radioaktiver Messungen zur Vervollständigung geologischer Geländeaufnahmen über und unter Tage hingewiesen. Es hat sich nämlich durch umfangreiche Untersuchungen gezeigt, daß gewisse radioaktive Größen sich in der Nähe von Verwerfungen oder Lagerstätten, sowie beim Wechsel der geologischen Formation gesetzmäßig ändern, und daß aus der Lage dieser Orte veränderter radioaktiver Größen und aus der besonderen Art dieser Änderungen auf mannigfache Eigenschaften der geologischen Objekte geschlossen werden kann, welche für den Bergmann von größter Bedeutung sind. Besonders wichtig ist, daß die Änderungen oft bereits in nicht unbeträchtlicher Entfernung von den geologischen Objekten selbst aufzutreten beginnen, so daß man z. B. unter Tage beim Auffahren von Querschlägen in sehr vielen Fällen die Annäherung an ein Lager bereits längere Zeit vorher erkennen kann. Bei Bohrungen dürfte die Ergänzung der unmittelbar sichtbaren Bohrergebnisse durch die radioaktive Untersuchung der Bohrproben in gleichmäßig aufeinanderfolgenden Teufenunterschieden zur Beurteilung der Umgebung des Bohrloches von äußerster Bedeutung sein, zumal da die Art der Untersuchung von Gesteins- und Erdproben, welche an das Laboratorium der Physikalischen Werkstätten G. m. b. H., Göttingen, eingesandt werden, nur sehr geringe Unkosten verursacht und den Gang der Bohrungen in keiner Weise beeinflusst. Bei Schachtbauten sichert eine regelmäßige Prüfung des Gebirges nach dem radioaktiven Verfahren gegen mannigfache Überraschungen, welche das Schachtabteufen so gefährlich machen, so daß wohl bald kein Schacht in irgendwie unzuverlässigen

<sup>1)</sup> Gotthelf Leimbach, Elektrische Wellen und Schwingungen zur Erforschung des Erdinnern. I. u. II. Zeitschrift des Vereins Deutscher Ingenieure 1914 und 1915.

Gebirge abgeteufte werden dürfte, aus welchem nicht regelmäßig Proben nach dieser Richtung hin untersucht werden.

Im Zusammenhange mit diesen radioaktiven Erscheinungen steht die Untersuchung der durchdringenden Strahlung über dem Erdboden, welche größtenteils ihre Existenz den in den obersten Erdschichten enthaltenen radioaktiven Substanzen verdankt. Auch ihre Verteilung innerhalb gewisser Gebiete ermöglicht es in vielen Fällen, Schlüsse auf die Konstitution des Untergrundes zu ziehen. Indessen kann hier auf Einzelheiten der Untersuchungsmethoden leider nicht weiter eingegangen werden.

Zum Schluß sei noch auf eine Art von Untersuchungen hingewiesen, welche sich bis jetzt zu dem Range einer Wissenschaft noch nicht erhoben hat, welcher aber doch neben sehr vielen Unterstellungen ein wahrer Kern in noch völlig verschleierter Form zugrunde liegen muß. Wir meinen die Verwendung von Wünschelruten und ähnlichen, d. h. physiologischen Methoden zu Aufschlüssen über die Konstitution des Untergrundes. Daß sich gewisse Stellen des Untergrundes von anderen durch ihren besonderen Einfluß auf das menschliche Nervensystem unterscheiden, dürfte allgemein anerkannt sein. Dagegen stößt die Deutung der auf diesem Wege erhaltenen Resultate noch auf große Schwierigkeiten und Meinungsverschiedenheiten. Jedenfalls aber scheint das Verfahren der Wünschelrute dazu geeignet, zunächst einmal die Gebiete, in denen überhaupt besondere geologische Objekte zu erwarten sind, von gänzlich ungestörten, in welchen sich also auch Nachforschungen anderer Art nicht lohnen würden, zu unterscheiden. Welcher Art nun die in den ausgezeichneten Gebieten vorhandenen geologischen Objekte sind, wie ihre genaue Lage und Ausdehnung sich gestaltet, dies festzustellen, ist dann Sache der rein wissenschaftlichen physikalischen Aufschlußmethoden, welche zwar gegenüber Wünschelrutenaufnahmen eine wesentlich größere Zeit erfordern, aber durch die bereits vollzogene geeignete Einschränkung des Gebietes, über welchem sie anzuwenden sind, nunmehr allen anderen Methoden gegenüber konkurrenzfähig werden, und dafür gänzlich unanfechtbare, vollkommen zuverlässige und jederzeit von jedermann nachprüfbare Resultate ergeben.

Zum Schluß sei noch darauf hingewiesen, daß die auf vorstehende wissenschaftliche Weisen angestellten Erforschungen zwar schon durch die vermittelten Kenntnisse an und für sich sehr wertvoll sein können, in den meisten Fällen aber doch nur als Grundlagen für Arbeitsausführungen dienen sollen, welche die Gewinnung der Erdschätze, die Verhütung von Gefahren oder auch andere nützliche Bauausführungen des Bergbaues, des Wasserbaues und dergleichen zum Endzweck haben, denn alle jene Erkenntnisse bleiben ohne wirtschaftlichen Wert, wenn sie nicht auch in geeigneter Weise für die Praxis nutzbar gemacht werden. Aus diesem Grunde haben sich die „Physikalischen Werkstätten, G. m. b. H., Göttingen“ nach einem ihre theoretischen Ergebnisse durch die Praxis ergänzenden Beistande umgesehen und diesen in der „August Wolfsholz Preßzementbau Akt.-Ges., Berlin W. 9“, gefunden, welche auf den hier in Betracht kommenden Gebieten des Bergbaues, des Tiefbaues und des Wasserbaues über große und vielseitige praktische Erfahrungen verfügt und sich außerdem durch die Einführung einer ganzen Reihe neuartiger und besonderer, zum Teil patentierter Arbeitsverfahren einen Namen gemacht hat. Durch das Zusammenarbeiten beider Firmen wird die wissenschaftliche Theorie, die praktische Erfahrung und die Erfindertätigkeit möglichst günstig vereinigt, so daß dadurch die besten Garantien geschaffen sind, auch die schwierigsten Aufgaben der vorliegenden Gebiete mit Sorgfalt, Sachkenntnis und Energie ihrer erfolgreichen Lösung entgegenzuführen.

[A. 164.]

## Über Zellstoffschleime, ein Beitrag zur Kenntnis der Beizsalzspaltung durch Cellulose.

Von Prof. Dr. CARL G. SCHWALBE-Eberswalde.

(Vortrag gehalten auf der Hauptversammlung zu Würzburg.)

(Eingeg. 2./9. 1919.)

In den letzten Jahren sind einige Abhandlungen von Bochter<sup>1)</sup>, von Kraus<sup>2)</sup>, von Pomeranz<sup>3)</sup>, Blumer<sup>4)</sup> u. a. über Tonerdebeizen auf Baumwolle erschienen. Kraus z. B. hat eine Hydrolyse

des basischen Aluminiumsulfats angenommen, will aber von einer Spaltung unter Adsorption der Base durch die Faser nichts wissen. Nun befindet sich aber in der Faser beim Trocknen eine verhältnismäßig sehr konzentrierte Lösung, so daß weitgehende Hydrolyse der Aluminiumsulfatlösung nicht gerade wahrscheinlich ist. Über Beizen mit Aluminiumsalzen hat auch Haller<sup>5)</sup> gearbeitet und überraschende Unterschiede im Verhalten der verschiedenen rohen und gereinigten Baumwollsorten gefunden. Er führt diese Unterschiede auf die Verunreinigungen, die Fremdstoffe der rohen oder halbgereinigten Baumwollqualitäten zurück. Hermann<sup>6)</sup> hat sich auch zu diesen Versuchen geäußert und auf Unvollkommenheiten der Versuchsanordnung aufmerksam gemacht. Aus seinen und den erwiderten Ausführungen von Haller ergibt es sich, wie heikel und schwierig solche Versuche sind, weil eine Fülle verschiedenartiger Faktoren berücksichtigt werden muß; ferner welche außerordentliche Arbeitslast sie bedingen, wenn nicht nur ein Beizsalz, sondern auch andere färbereiche interessante Beizen, Eisen, Chrom, Zinn, Blei, Kupfer Bearbeitung finden sollen.

Bei einer Untersuchung über Holz Zellstoffschleime, die ich mit Herrn Dr. Becker<sup>7)</sup> durchführte, und deren erster Teil bereits in der „Zeitschrift für angewandte Chemie“ erschienen ist, wurde nun eine Reihe von Beobachtungen an Spinnfasern gemacht, die mir auch für weitere Beizversuche auf dem Textilgebiet von Interesse erscheinen und bei solchen verwertet werden sollten.

In der Papierindustrie finden zur Herstellung von „Pergamentersatzpapieren“ oder sogenannten „Pergamynpapieren“ gewisse Sorten von Holz Zellstoffen, die sogenannten „Mitscherlich-Zellstoffe“, Verwendung. Durch einen energischen Mahlprozeß im „Holländer“ lassen sich diese Zellstoffe verhältnismäßig leicht und rasch zu einem schleimreichen Faserbrei vermahlen, aus dem man beispielsweise die glasigen Butterbrotbackpapiere herstellt. Bei der Untersuchung solcher Zellstoffe hat sich nun ergeben, daß sie fast durchweg mit hohen Reduktionsvermögen gegen Fehling'sche Lösung ausgestattet sind. Es wurde ferner gefunden, daß man bei der Verwandlung von Zellstoffen in Hydro- oder Oxycellulosen Stoffe erhält, die bei mechanischer Bearbeitung weit rascher Schleim ergeben, als es die erwähnten Pergamynzellstoffe tun. Diese Oxidations- und Reduktionsprodukte weisen, wie bekannt, ebenfalls ein sehr hohes Reduktionsvermögen auf. Mahlt man endlich Zellstoffe mit sehr niederem Reduktionsvermögen zu Schleim, etwa Nitrierbaumwolle, so vergeht bis zur Schleimbildung sehr lange Zeit. Der schließlich aber doch entstehende Schleim hat ein höheres Reduktionsvermögen, als es das Ausgangsmaterial besaß. Tritt also Schleimbildung auf, so ist auch wahrscheinlich Reduktionsvermögen vorhanden. Man darf daher schließen, daß die Schleimbildung an das Entstehen oder Vorhandensein von Hydro- und Oxycellulosen geknüpft ist.

Diese Hydro- und Oxycellulosen haben gegenüber der Cellulose als einzige wirkliche charakteristische Eigenschaft das erhebliche Reduktionsvermögen. Nach Hauser und Herzfeld<sup>8)</sup> und auch nach den schon etwas älteren Andeutungen von Harrison<sup>9)</sup> kann man die Hydro- und Oxycellulosen als Abbauprodukte der Cellulose, als Cellulosedextrine auffassen. Diese Dextrine durchziehen sozusagen auf Rissen und Sprünge verteilt die im übrigen unverändert gebliebene Zellstoffmasse. Diese Dextrine können, wie Hauser nachwies, durch lange energische Kochung mit Wasser oder Auskochen des Reduktionsvermögens beraubt werden. Versucht man, derartig ausgekochte oder ausgedämpfte Hydrocellulosen zu Schleim zu vermahlen, so braucht man fast wieder die gleiche Zeit, wie zur Schleimherstellung aus einer hydro- oder oxycellulosefreien Cellulose, ein Beweis für die oben geäußerte Anschauung, daß die Schleimbildung an die Gegenwart von Oxy- und Hydrocellulosen geknüpft ist.

Diese Celluloseschleime zeigen typische Kolloideigenschaften. Läßt man sie langsam an der Luft eintrocknen, so erhält man hornartige, äußerst zähe Massen, die im wasserdampfgesättigten Raum wieder sehr stark anquellen, weit mehr als gewöhnliche Cellulosen. Hat man aber den Schleim scharf getrocknet, oder unterwirft die hornige Masse scharfer Trocknung, so geht das Wasseraufnahmevermögen stark noch unter den Normalwert für gewöhnliche Cellulose zurück; aus dem reversiblen Kolloid ist ein irreversibles geworden.

<sup>5)</sup> Haller, Chem.-Ztg. 42, 597 [1918].

<sup>6)</sup> Hermann, Chem.-Ztg. 43, 195 [1919].

<sup>7)</sup> Schwalbe und Becker, Angew. Chem. 32, 265 [1919].

<sup>8)</sup> Hauser und Herzfeld, Chem.-Ztg. 39, 689 [1915].

<sup>9)</sup> Harrison, Journ. Soc. Dyers and Colourists 1912, 1238.

<sup>1)</sup> Bochter, Färber-Zeitung 1915, 306.

<sup>2)</sup> Kraus, Färber-Zeitung 1916, 241.

<sup>3)</sup> Pomeranz, Färber-Zeitung 1916, 22.

<sup>4)</sup> Blumer, Färber-Zeitung 1916, 262.