

## Über den gegenwärtigen Stand der Erforschung der deutschen Lagerstätten.

Von Dr. F. BEYSCHLAG, Präsident der Geolog. Landesanstalt.

(Eingeg. 10./7. 1922.)

### 1. Begriff der nutzbaren Lagerstätte; seine Veränderlichkeit.

Wer sich den heutigen Stand der Erforschung der deutschen Lagerstätten nutzbarer Mineralien und Gesteine vergegenwärtigen will, muß sich darüber klar sein, daß der Begriff der nutzbaren Lagerstätten im Wechsel der wirtschaftlichen Zustände ebenso sehr schwankt wie der Begriff der Bauwürdigkeit. Er wechselt nicht nur mit dem steigenden und fallenden Wert des in der Lagerstätte vorhandenen nutzbaren Stoffes, sondern ebenso mit der Herausbildung neuer Methoden der Gewinnung, Aufbereitung und Konzentration. Alte, an sich nicht erschöpfte Lagerstätten werden wertlos und nicht mehr nutzbar, weil der gleiche Stoff an anderer Stelle reicher, reiner und leichter gewonnen oder weil ein besser geeigneter Ersatzstoff gefunden wird. Andere Vorkommen rücken in die Reihe der nutzbaren Lagerstätten ein, weil es einem neuen Verfahren endlich gelingt, den bisher zu verdünnten Rohstoff zu konzentrieren.

Der Goldsand des Oberrheins, die alten Flußschotterterrassen am Fuße des Hohen Venn, der Sudeten, des Eisenberges bei Corbach im Flußgebiet der Eder oder in den Talterrassen längs der Thüringischen Schwarza, einst berühmte und sorgfältig bearbeitete Goldlagerstätten, waren in der Vorkriegszeit ebenso weit davon entfernt, nutzbare Goldlagerstätten zu sein, wie sie sich heute ihrer einstigen Bedeutung wieder nähern.

Das Allgemeine Preuß. Berggesetz vom 24. Juni 1865 führt unter den vom Verfügungsrecht des Grundeigentümers ausgeschlossenen Mineralien die heute noch in der Provinz Sachsen und in der Lausitz in ansehnlicher Verbreitung vorhandenen Alaun- und Vitriolerze, das sind schwefelkiesreiche, oft kohlehaltige Tone, als nutzbare Lagerstätten an, obwohl sie seit langer Zeit wegen der veränderten Technik der Alaundarstellung weder gewonnen, noch verarbeitet werden.

Die Materialknappheit im Kriege ließ so manche arme deutsche Eisen- und Manganerzlagertätte, manches Phosphorit-, Nickel-, Wolfram-, Molybdän- und Kupfervorkommen aus jahrhundertlangem Dornröschenschlaf erwachen, das inzwischen bereits wieder aus der Reihe der nutzbaren Lagerstätten verschwunden ist. Viele Dutzende von Mutungen auf Eisen- und Manganerze haben, namentlich auf der Höhe des Rheinischen Schiefergebirges, in neuerer Zeit zu behördlicher Verleihung von Vorkommen geführt, die niemals eine wirtschaftliche Bedeutung erlangen, sondern nur ungesunder und unsolider Spekulation zur Unterlage dienen werden. Auch für sie gilt der Satz, daß trotz behördlicher Bescheinigung ihnen der wahre Begriff der nutzbaren Lagerstätte fehlt.

2. Bedeutung der Lagerstättenforschung in Deutschland. Inzwischen hat die ernste Lagerstättenforschung unermüdlich gearbeitet, zuerst dem Bergbau folgend, seine Aufschlüsse und Erfahrungen verwertend; sie war anfangs die vom Bergbau Empfangende. Heute ist's umgekehrt: Die altbekannten, leicht zugänglichen Teile der Lagerstätten sind inzwischen verhauen; zunehmende Tiefe, rascher Fortschritt des Abbaus infolge der Massenerzeugung erheischen bald Aufsuchung und Aufschluß unter mächtigem Deckgebirge und Gebirgsschutt, der mehr als die Hälfte des deutschen Bodens verhüllt und verschleiert; bald gilt es, durch Störungen und Verwerfungen abgeschnittene Teile der Lagerstätte in der Tiefe wiederzufinden, — was nur möglich ist durch Ermittlung der tektonischen Gesetze und Formen, die die ganze Umgebung beherrschen. Da soll und muß der wissenschaftlich geschulte Lagerstättenforscher dem Bergmann mit Zinsen zurückerstatten, was er einst von ihm empfing. Er soll ihm führend und ratend zur Seite treten, und zwar ebenso sehr bei Erschließung und Abbau seiner Lagerstätte wie bei Ermittlung und Auswahl der Methoden der Veredlung, Aufbereitung und Zugutemachung der Rohförderung, die ja naturgemäß von der Gesteinsnatur, der Struktur, der Verwachsungsform des nutzbaren Minerals mit taubem Gestein ebenso abhängen, wie sie von den physikalischen Eigenschaften, der Schwere, der magnetischen und elektrischen Leitfähigkeit, der chemischen Natur, z. B. der kristallinen oder kolloidalen Beschaffenheit und vielem andern beeinflusst werden.

Die Kriegszeit mußte mit Naturnotwendigkeit in Deutschland eine weitere Steigerung des Einflusses der Lagerstättenforschung bringen. Je größer die Materialknappheit wurde, um so intensiver wurde die Notwendigkeit, auch die bescheidensten und schwierigsten heimischen Lagerstätten aufzusuchen und zu erschließen. Diese Pflicht dauert bis zum heutigen Tage an, da wir naturgemäß vermeiden müssen, vom Ausland irgend etwas zu kaufen, was uns die Heimat, wenn auch nur mühsam und mit Schwierigkeiten gewähren kann.

In einem Lande alter Kultur wie Deutschland, dessen Erzschatze schon zu Römerzeiten, dann im Mittelalter erschlossen, verfolgt und

gewonnen und endlich in der Neuzeit mit den Mitteln der fast über schnell fördernden Großindustrie abgebaut worden sind, erscheint es so gut wie ausgeschlossen, gänzlich neue, bisher übersehene Lagerstätten aufzufinden. Die Tätigkeit des Lagerstättenforschers ist hier eine andere als sie z. B. in Deutsch-Südwestafrika war. Wenn in Deutschland heute neue Lagerstätten erschlossen werden, so handelt es sich entweder um solche, die — wie z. B. Kohle und Salz — früher überhaupt keine oder doch nicht im heutigen Umfange Verwendung fanden, oder um das Ergebnis rationeller, nicht auf blindem Zufall und Empirie, sondern auf der Anwendung wissenschaftlicher Gesetze und Erfahrung beruhender methodischer Weitererschließung an sich bereits meist längst bekannter Vorkommen. Aus der Erkenntnis der Gesetze, ihrer Entstehung und Veränderung müssen wir auf die Möglichkeit der Verbreitung und Fortsetzung der Lagerstätten schließen und wissenschaftlich begründete Anhaltspunkte für ihre Verfolgung, Aufschließung und ihren Abbau gewinnen.

Ein Beispiel wird das klarer machen: Betrachtet man etwa eine Karte, auf der die sämtlichen bisher aufgeschlossenen und bekannt gewordenen Eisenstein- und Erzgänge des Siegerlandes genau eingetragen sind, so wird uns dieses Bild sofort überzeugen, daß zwischen den schier zahllosen Teilstücken der durch tektonische Vorgänge zerstückelten Gangteile, den sogen. Gangmitteln, zahlreiche verbindende und zwischengehörige Stücke fehlen, d. h. uns bisher unbekannt sind. An einer Stelle entgingen sie der Nachforschung, weil sie unter wasserreichen Talgebieten ruhen, an andern Stellen, weil sie die Tagesoberfläche nicht erzführend, sondern taub erreichen.

Die Lagerstättenforschung bemüht sich nun in solchen Fällen, alle Elemente zu einer rationalen Aufsuchung der fehlenden Zwischenstücke der Gänge zu ermitteln, indem sie z. B. feststellt, ob und in welchen geologisch-stratigraphischen Schichten oder Horizonten der von den Gängen durchschnittenen Formationen die Gänge taub oder produktiv, arm oder reich sind, von welchen tektonischen Störungen der Verlauf günstiger Horizonte des Nebengesteins oder der Spalten, Falten und Überschiebungen abhängt.

Nicht immer sind solche Arbeiten von positivem Erfolg gekrönt, aber auch die Klärung im negativen Sinne ist verdienstvoll, weil sie unnütze Arbeit spart und die Vergeudung von Geldmitteln verhindert.

3. Entwicklung der Lagerstättenforschung in Deutschland. Versucht man, die Entwicklung der Erforschung deutscher Lagerstätten zu überblicken, so ist ein intensiver Fortschritt der letzten Jahrzehnte, der freudig und hoffnungsvoll für die zukünftige Weiterentwicklung stimmt, nicht zu verkennen.

Die Lagerstättenforschung ist einer der jüngsten Zweige der Geologie, und ich darf mit Stolz sagen, daß ich bei den vielfachen Kämpfen, dieser Disziplin gegenüber Bergbaukunde und theoretischer Geologie zu der unbedingt erforderlichen Selbständigkeit und Anerkennung zu verhelfen, mit in vorderster Reihe gefochten habe.

Viel fruchtbare Anregung ist auf diesem Gebiet von Deutschland ausgegangen, wo zuerst die Bergakademien von Freiberg — ich nenne nur die Namen v. Cotta, Stelzner, Bergeat, Beck — und von Clausthal, wo v. Groddeck forschte und lehrte — später die Geologische Landesanstalt in Berlin die Führung übernahm. So wuchs die Lagerstättenforschung von einer anfänglich formalistischen und räumlich beschränkten Betrachtungsweise zu einer wissenschaftlich vertieften universelleren Betrachtungsweise empor.

Im Jugendalter deutscher Lagerstättenforschung hatte man die Verschiedenheit der Substanz und der Formen nutzbarer Lagerstätten kennengelernt, man hatte sich bemüht, ihre Abhängigkeit vom Bildungsraum und Bildungsvorgang, also z. B. die Mannigfaltigkeit der Gestalt der Erzgänge als Spaltenfüllungen, der Lager als Wirkungen der Sedimentation, der Imprägnationen als das Ergebnis durchtränkender Erzlösungen, der Stöcke als Produkte der chemischen Umwandlung und Mineralverdrängung durch Metasomatose zu studieren.

Das gesetzmäßige Mit- und Nebeneinandervorkommen gewisser Mineralien auf Lagerstätten gleicher Form und gleicher geologischer Position hatte nicht nur die überraschend weltweite Verbreitung zahlreicher Mineralkombinationen und Vergesellschaftungen von der Art der v. Cotta'schen „Gangformationen“ oder der v. Groddeck'schen „Lagerstättentypen“ kennengelernt, sondern auch Licht auf die Bildungsvorgänge geworfen. Immer mehr wurde der Ursitz der Metalle unserer Lagerstätten im Magma erkannt, die Verschiedenheit der Lagerstätten auf die Verschiedenheit der magmatischen Herde, auf die Tiefenlage und Temperatur der Lösungen, ihre Konzentration aus dem Schmelzfluß, aus dem Gas oder in ganz besonders zahlreichen Fällen aus der erdwarmen Therme zurückgeführt.

Von den nach Form und Mineralbestand mannigfaltigen und daher interessanten Erzgängen ging die Forschung aus. Nur langsam und zögernd begann man sich mit den übrigen, scheinbar einfachen und wenig reizvollen, aber wirtschaftlich immer bedeutungsvoller werdenden Lagerstätten, namentlich auch der Kohlen und Salze, zu beschäftigen. Dabei gelang es nur ganz allmählich, den alten bergmännischen Glaubenssatz, daß die Lagerstätte ein für sich zu betrachtender, von

seiner Umgebung losgelöster Fremdkörper sei, durch die Erkenntnis zu beseitigen, daß sie im Gegenteil vielmehr einen von zahlreichen geologischen, chemischen und physikalischen Faktoren ihrer engeren und weiteren Umgebung abhängigen, organisch mit ihr verbundenen Körper, also die Funktion der geologischen, chemischen und physikalischen Elemente ihres Umkreises darstellt. Die damit veränderte Betrachtungsweise erwies sich als besonders fruchtbar und als der Ausgang der modernen Lagerstättenforschung.

**4. Heutige Forschungsmethoden.** Aber mit der Erkenntnis der Verbreitung und des Vorganges der ersten Entstehung einer Lagerstätte ist weder unser wissenschaftliches, noch unser wirtschaftliches Interesse an derselben erschöpft. Die Lagerstätten durchleben mit der sie bergenden Mutter Erde deren ganzen Entwicklungsprozeß, sie verändern sich im Laufe der Zeit und lassen daher auch gewisse Charakterzüge erkennen, die für ihr Alter bezeichnend sind.

Art und Umfang dieser Veränderungen, die oft von entscheidender Bedeutung für die wirtschaftliche Verwertung sind, festzustellen und zu deuten, ist die moderne Lagerstättenforschung bis in die neuesten Tage mit Eifer und Erfolg bemüht.

Zwei Hauptgruppen von Veränderungen fallen dabei besonders in die Augen:

1. Die tektonischen, also durch gebirgsbildende Vorgänge, wie Faltung, Druck, Vulkanismus hervorgebrachten, also aus den Tiefenkräften der Erde geborenen,
2. die von außen her kommenden, durch den Einfluß der sauerstoffhaltigen Atmosphäre auf die Erdoberfläche hervorgerufenen, die wir kurzweg als Verwitterung zu bezeichnen pflegen.

In der seit der Karbonzeit von gebirgsbildenden Vorgängen verschont gebliebenen Russischen Tafel sind die unsern karbonischen Steinkohlen gleichaltrigen Kohlenflöze im Braunkohlenstadium stehengeblieben, weil sie nicht tektonisch beeinflusst wurden. — Das ist eine seltene Ausnahme. Sonst verändern sich die Kohlenlagerstätten ständig und weitgehend im Laufe der geologischen Zeiten.

Wie anders, verglichen mit den Moskauer Kohlen, unsere deutschen Kohlenlagerstätten!

Die ausgedehnten Waldmoorflächen der Karbonzeit, aus denen unsere Steinkohlen entstanden, gelangten unter den Druck gewaltiger auflagernder Gesteinsmassen jüngerer Formationen, wurden örtlich mehr oder weniger stark gefaltet, gepreßt und überschoben, dadurch entgast und dabei unter Umständen bis zum extremen Anthrazitstadium mit Kohlenstoff angereichert, während die minder gequälten oder besser vor Entgasung geschützten Steinkohlenflöze bituminöser blieben und heute reichere Teer- und Gasausbeute ergeben.

Ähnliches gilt von den tertiären Braunkohlenwaldmooren, die z. B. in Oberbayern unter dem alpinen Faltungsdruck in harte Glanzkohlen umgewandelt wurden, während der jungtertiäre oder quartäre, fast gleichaltrige, aber schwächere Faltungsprozeß im Gebiet der lockeren und ausweichenden, zum Teil plastischen Schichten des norddeutschen Tertiärs weniger wirksam, die gewaltig ausgedehnten Braunkohlenmoore Norddeutschlands zwar zu Sätteln und Mulden oder sogenannten Kopfflözen zusammenschob, aber ebensowenig eine Veränderung der Kohlenbeschaffenheit bewirkte wie der zusammenstauende Druck des diluvialen Inlandeises, das wiederholt über diese Kohlenlagerstätten hinwegglitt.

Neben diesen tektonischen Wirkungen fehlen auch die Veränderungen durch Verwitterung bei den Kohlen nicht gänzlich, wenngleich sie — namentlich verglichen mit den Erzlagerstätten — nur von untergeordneter Bedeutung sind.

So macht sich z. B. bei oberflächennaher Lagerung der Braunkohlen öfters eine verändernde Beeinflussung durch Verwitterung bemerkbar, die gelegentlich zur Bildung einer leichtlöslichen, in der chemischen Industrie und Farbenfabrikation verwandten Humuskohle führt.

Bei den Öllagerstätten beschränkt sich die Umbildung auf eine dauernde Wanderung und Entgasung des Öls, auf eine Polymerisation, die zur Entstehung immer schwererer Öle und schließlich, z. B. bei Limmer und Vorwohle im Hannoverschen, zur Asphaltbildung führt.

Besonders tiefgreifend und deutlich sind dagegen die posthumen Veränderungen der in Nord- und Mitteldeutschland weitverbreiteten permischen Steinsalz- und Kalisalzlagerstätten, bei denen die Wirkungen tektonischer Natur mit den Verwitterungs- und Lösungsvorgängen durch das oberflächliche Grundwasser in räumliche und ursächliche Verbindung treten. Sie bestehen auf der einen Seite in Faltungsvorgängen der riesigen, ursprünglich horizontal abgelagerten Salzmassen durch bis heute sich fortsetzende gebirgsbildende Vorgänge der Kreide- und Tertiärzeit, wobei die auf Spalten bis zur Erdoberfläche hochgepreßten plastischen Salzmassen aus der Tiefe aufsteigende Salzpfiler oder durch die *zersprengte Schichtendecke hindurchragende sog. Salzhorste* bilden, während gleichzeitig das Salz, sobald es das Tageslicht oder auch nur das Grundwasser erreicht, durch die Atmosphärenluft aufgelöst und zerstört wird, womit dann der Salzaufstieg sein Ende findet.

Die im nördlichen Hannover bei etwa 100 m unter Terrain liegende, die dortigen Salzhorste gegen das Grundwasser begrenzende Ablaugsfläche — der sog. Salzspiegel —, auf der sich also Salzaufstieg und -ablaugung die Wage halten, ist eine zwar für unsere Beobachtungsdauer konstant erscheinende Fläche, die in Wirklichkeit aber sicher, je nach dem wechselnden Grade und dem Maße des gebirgsbildenden

Drucks und damit des Salzauftriebes, im Laufe der Zeiten auf- und absteigt.

Zeugen und Beweis dieser dauernden Vorgänge sind überall die Solquellen, die, auf diesen Vorgängen beruhend, der Lösewirkung des Grundwassers auf die Salzpfiler entspringen und vom Salzspiegel durch osmotischen Druck zur Oberfläche geführt werden.

Am mannigfaltigsten und interessantesten sind jedoch die Umbildungsvorgänge, denen unsere Erzlagerstätten zu den verschiedensten erdgeschichtlichen Phasen unterworfen waren und noch heute in intensiver Weise unterliegen. Auch bei ihnen können wir deutlich die Wirkungen tektonischer Vorgänge von denen der Oberflächenverwitterung unterscheiden. Erstere bewirken keineswegs immer nur eine nachträgliche mechanische Zerstückelung, ein Verwerfen der ursprünglichen Lagerstätte, sondern bei den Gängen auch ein Wiederaufreißen alter, bereits verheilter Spalten auf einmal vorhandenen Schwächelinien der Erdrinde.

Unsere Erzgänge sind ausnahmslos Gebirgsspalten, die infolge tektonischer Vorgänge aufrissen und in denen sich dann Erze und Gangminerale, namentlich durch Thermalwasserabsatz oder pneumatolytische Vorgänge ansiedelten.

In den weitaus meisten Fällen erkennen wir an der Beschaffenheit und Verwachsung dieser Ausfüllung, daß sie nicht plötzlich oder in einer Wachstumsphase, sondern allmählich entstanden ist. Aber noch mehr: Häufig erkennen wir, daß der bereits gefüllte Gangraum nachträglich noch einmal oder gar mehrmals erneut aufriß, daß neue Lösungen in den veränderten oder neugebildeten Raum eindringen und dabei neue Erze und Mineralabsätze entweder der bisherigen Art oder einer neuen Generation absetzen, oder die bisherige Mineralfüllung zerstören, ganz oder zum Teil auflösen und metasomatisch verändern. So können oder werden unter Umständen ursprünglich reiche Erzlagerstätten nachträglich durch taube Massen, namentlich durch Quarz verdrängt oder ersetzt — der Gang vertaubt ganz oder teilweise.

Betrachten wir z. B. die gewaltigen Quarzgänge, die in kilometerlanger Erstreckung als sog. Teufelsmauern aus ihrer Schieferhülle im südlichen Taunus durch Verwitterung und Abtragung freigelegt, die Oberfläche erreichen, so erkennen wir deutlich, daß diese ganze Quarzmasse in ihrer Struktur die Formen des Schwespat nachahmt, pseudomorph noch Schwespat ist, d. h., daß der ursprünglich mit Schwespat gefüllte Gang nachträglich durch neue, auf der wiederaufgerissenen Gangspalte aufsteigende Lösungen in Quarz umgewandelt wurde. Das muß nicht in alle Tiefen regelmäßig fortsetzen, der Gang kann vielmehr in größerer Tiefe noch die ursprüngliche Beschaffenheit und Mineralfüllung haben, er kann dort sogar noch Erze führen, weshalb eine Tiefenuntersuchung gerechtfertigt erscheint.

Nicht minder wichtig erscheinen die Veränderungen der Erzlagerstätten, und zwar der Gangfüllungen sowohl wie auch der Erzlager, durch Verwitterung, weil mit ihnen meist eine Vertikalverschiebung des ursprünglichen Metallgehalts nach der Tiefe erfolgt, so daß verarmte und angereicherte Tiefenstufen entstehen. Am ausgeprägtesten sind diese wichtigen Erscheinungen bei den sulfidischen Kupferlagerstätten und den edelmetallhaltigen Gängen. Bei den letzteren ist die leichte Löslichkeit der Edelmetalle Gold und Silber, bei den ersteren die leichte Zerstörbarkeit der geschwefelten Kupfererze die Ursache der starken vertikalen Metallverschiebungen, der örtlichen Anreicherung oder Verarmung, die in zahlreichen Fällen zu einer falschen Beurteilung des Gesamtreichtums der Lagerstätte und damit zu schweren Enttäuschungen Veranlassung gegeben haben.

Wir unterscheiden auf diesen Lagerstätten drei Tiefenzonen: zu oberst als Folgewirkung der sauerstoffhaltigen Tagesoberfläche die Oxydationszone, die im allgemeinen die durchlüftete oberste Partie bis zum Grundwasser darstellt. Ihr folgt nach unten hin die Zementationszone, und darunter liegt die primär-sulfidische Zone. Während letztere bezüglich des Metallreichtums und der Erzbeschaffenheit den ursprünglichen Zustand widerspiegelt, erscheint die mittlere Zone angereichert auf Kosten der verarmten Oberflächennzone, und zwar durch den Umstand, daß das aus den Oberflächenlösungen niedersinkende Metall durch die Sulfide unterhalb der Sauerstoffzone wieder ausgefällt wurde. Wer den durchschnittlichen Erzreichtum eines Ganges nur aus dem Aufschluß in einer dieser Zonen beurteilen will, muß natürlich irren.

Mit den Metallverschiebungen durch Lösungswirkung innerhalb der Lagerstätte sind natürlich vielfach umfangreiche metasomatische Umbildungen auch des Nebengesteins verbunden, die Form und Inhalt der ursprünglichen Lagerstätte wesentlich verändern. So wachsen sich z. B. die Aachener Erzgänge im Kalk zu gewaltigen Erzstöcken aus, während die in der Tiefe getrennten Erzlager des oberschlesischen Muschelkalks nach dem Ausgehenden zu durch Oxydationsmetasomatose miteinander verwachsen und in eins verschmelzen.

Eine Erscheinung, die den Bergleuten von alters her auffiel, ist die Zusammenhäufung der schwerlöslichen Erzbestandteile, namentlich des Eisens, an der Oberfläche. Es bildet sich der „Eiserne Hut“. Gold, Silber, Kupfer, Zink, Blei wandern gelöst in die Tiefe, das Eisen bleibt an der Oberfläche in Gelform zurück, einer Form, die für die in der Sauerstoffzone der Oberfläche gebildeten Ausflockungen typisch und charakteristisch ist und auf zahlreichen Lagerstätten wiederkehrt.

**5. Zusammenhang der Lagerstätten mit den großen erdgeschichtlichen Vorgängen.** Aber so wichtig die bis in die neueste Zeit fortgesetzten und immer weiter ausgebauten Forschungen über die Um-

bildung und Veränderung der deutschen Lagerstätten auch sein mögen, sie vermögen doch die Bedeutung derjenigen Forschungsmethode der neuesten Zeit nicht zu überschatten, die darauf abzielt, Bildung sowohl wie Umbildung der Lagerstätte in Beziehung zu setzen zu den großen erdgeschichtlichen Vorgängen früherer Epochen bis zur Jetztzeit.

Was kümmerte den Lagerstättenforscher früherer Zeit die Fazies des Nebengesteins seiner Lagerstätte, was die paläogeographischen Verhältnisse und die Meerestransgressionen früherer Erdperioden? Es erschien ihm gänzlich gleichgültig, ob der Bildungsraum seiner Lagerstätte die tiefe See, die Flachsee oder das Festland war, ob der Erzgang, den er studierte, zum herzynischen oder zum rheinischen Bruchsystem gehörte. Und dennoch sind diese Beziehungen zu den tektonischen Vorgängen und die Zugehörigkeit zu den verschiedenen Bildungsperioden für Entstehung und Umbildung der Lagerstätten von ebenso entscheidender Wichtigkeit wie die Natur und Art des Bildungsraumes und damit des Nebengesteins.

Es ist noch nicht sehr lange her, daß uns der Zusammenhang zwischen der gewaltigen variskischen Gebirgsbildung der Carbonzeit und der dadurch bedingten Verteilung von Land und Meer, von schuttlieferndem Gebirge, von flachem, sinkendem, immer wieder überflutetem Küstenvorland mit unserer größten Steinkohlenablagerung in Westfalen, vom Niederrhein und Aachen (die ja durch Belgien und Frankreich sich nach England erstreckt), zum Allgemeingut wurde, — und daß das oberschlesische Steinkohlenbecken am Küstensaum desselben Meeres und im Vorlande desselben Gebirges gebildet wurde, und daß somit die beiden irgendwo auch räumlich zusammenhängen müssen, ist ein Gedanke, der erst in neuerer Zeit ernsthaft verfolgt wird.

Oder ein anderes Beispiel:

a) Tektonik. Die Betrachtung der Zusammenhänge der größeren und allgemeineren Züge des Gebirgsbaus mit den Lagerstätten, also z. B. der Tektonik des nordwestlichen Rheinischen Schiefergebirges mit den Bleizinkerzlagern des dortigen Gebiets, führt zur Erkenntnis der Zusammengehörigkeit einer ganzen großen Reihe nach Form und Inhalt verschiedenartig erscheinender Lagerstätten, die wir wegen ihrer Speisung aus den gleichen Metallquellen und der Gleichheit der Bildungszeit zu einer einheitlichen Erzprovinz zusammenfassen. Das Spaltennetz ist einheitlich und kontinuierlich, obwohl es keineswegs überall Erze führt. Es beginnt ohne Erzführung im Gebiet des Aachener und Belgischen Steinkohlenbergbaues, wo es die flözführenden Sättel und Mulden querschlägig durchsetzt, setzt sich, die SO-Richtung beibehaltend, durch die paläozoischen Sättel und Mulden beiderseits des Hohen Venn fort, um schließlich im Buntsandstein des Eifel-Vorlandes bei Kommern und Mechernich zu enden. Wo die Spalten Kalk durchqueren, erweitern sie sich zu metasomatischen Bleizinkerzstöcken, die posthume Galmei- und Eisenerze als Hut tragen; wo sie dagegen das Schiefergebirge durchziehen, bilden sie normale Bleizinkerzgänge, und wo sie endlich den Buntsandstein von Mechernich erreichen, zeigen sie die eigenartigen Formen der Imprägnation, der sog. Knotten in durchlässigem Sandstein, den die Lösungen durchtränken.

Wir erkennen, daß die Verschiedenheit der Form und des Reichtums nur die Folge des Wechsels des Nebengesteins ist, daß in einem Falle für die Erzabscheidung aus Lösungen der Austausch gegen Kalk besonders günstig war, während in dem andern Gestein die Bildung des Erzniederschlags weniger günstig erschien.

Wer jedoch den Zusammenhang aller dieser verschiedengestaltigen Lagerstätten mit der einheitlichen Tektonik, trotz örtlichen Fehlens der Erzführung, nicht erkennt, entbehrt naturgemäß des Schlüssels für eine rationelle Verfolgung und Aufschließung der ganzen Lagerstättenprovinz.

b) Alte Landoberflächen und Fastebenen. Ist es ganz allgemein kein Zufall, wenn die meisten Lagerstätten in tektonisch bewegten Erdgebieten, in Gebirgen oder wenigstens an den Rändern der großen Tafelländer liegen, so sind doch die tektonischen Vorgänge keineswegs die einzigen, die zur Ansammlung nutzbarer Stoffe in wirtschaftlichem Maßstabe, d. i. zur Lagerstättenbildung führen.

Eine besondere, aber weit verbreitete Form der Erzkonzentration beruht auf der Oberflächenverwitterung der Gesteine nach Art des Laterits der Tropen oder der terra rossa-Bildung der südeuropäischen Länder. Voraussetzung und Bildungsraum dieser Lagerstätten — namentlich des Eisens und Mangans, sowie des Bauxits — ist stets eine Festlands oberfläche vom Charakter einer Fastebene, also eine das Mindestmaß von Gefälle aufweisende Fläche, die das Endprodukt der einbreitenden Abtragung darstellt. Hier häufen sich die Verwitterungsprodukte an, hier entstehen aus den Verwitterungslösungen, den langsam rieselnden oder stagnierenden Eisen- und Mangan-Solen die Gele, die in den obersten Teil des Bodens eindringend, allmählich das Gestein durchtränken und verdrängen.

Mit der immerhin erst in neuerer Zeit mehr entwickelten geologischen Erkenntnis von dem Vorhandensein, der Entstehung und Verbreitung dieser alten Landoberflächen der Diluvial-, Tertiär-, Kreide- und Rotliegendzeit steht der Fortschritt der Erkenntnis dieser im allgemeinen armen Lagerstätten im engsten Zusammenhang. Thüringer Wald und Vogtland, Frankenjura, Harz und Spessart und namentlich das Rheinische Schiefergebirge tragen derartige alte Landoberflächen in Form von Fastebenen, die von geringen Tertiär- und Diluvialmassen bedeckt und von der jungen Flußerosion tief zer-

schnitten sind. So ist z. B. der Rhein und seine Nebenflüsse tief in die präoligozäne Fastebene eingeschnitten, so daß der auf der Hochebene Wandernde erst unmittelbar am Talrande die Unterbrechung entdeckt.

Die Verwitterungslösungen ergriffen die Gesteine, je nach ihrer Beschaffenheit bald mehr, bald minder tief eindringend und umwandelnd. Im Schiefer erscheint die Einwirkung von Eisen- und Mangansolen gering; dagegen verstärkt sie sich, sobald die Fastebene aus Kalk besteht, der dann rasch und tief dolomitisiert und, wie z. B. an der Lindener Mark bei Gießen, bei Waldalgesheim und auf den Kalkmulden der Lahn, zu reicherem Mangan-, Eisen- und Phosphoritlagerstätten metamorphosiert wird.

c) Marine Transgressionsflächen. Aber die Beziehungen zwischen der Lagerstättenbildung und -umbildung und den erdgeschichtlichen Vorgängen beschränken sich keineswegs auf die Wirkungen festländischer Gebirgsbildung und Tektonik oder auf die terrestre Verwitterung, sie treten vielmehr in gleicher Weise hervor bei der Betrachtung der Verschiebung von Festland zum Meer, bei der Veränderung der Küsten und ganz besonders bei der Transgression des brandenden Meeres über Festlandsgebiete. Hier wirkt die abtragende und zerstörende Meereswoge gelegentlich direkt als Konzentrationsmittel, als Aufbereitungsapparat größten Stiles für die in dem durch die Brandung zerstörten ursprünglichen Gesteinsmaterial in unwirtschaftlicher Verdünnung vorhandenen Erzmassen. In Deutschland sind die Konzentrationen von Brauneisen und Phosphoriten, die auf den Transgressionsflächen des Neokom und Senon im subherzynischen Gebiet bei Peine, Lengede und Salzgitter durch Zerstörung der armen südharzischen und braunschweigischen jurassischen Schichten entstanden sind, für unsere Eisenindustrie, namentlich seit dem Verlust der lothringischen Minette, von ganz erheblicher Wichtigkeit.

Geht man mit den dortigen Erfahrungen, die durch eine in neuester Zeit dort erfolgreich durchgeführte Bohr- und Schürftätigkeit erheblich erweitert worden sind, an die Untersuchung anderer Transgressionsflächen, namentlich des Kreide- und Tertiärmeeres über arme primäre Toneisensteinlagerstätten enthaltende Juraablagerungen, so kann namentlich im westlichen Deutschland noch manch schöner Erfolg erwartet werden.

Ob es freilich dabei jemals gelingen wird, unsern großen Phosphormangel zu lindern, will mir mehr als zweifelhaft erscheinen. Zwar ist die Bildung von Phosphoriten stets an Zeiten tiefgreifender Veränderungen der physisch-geographischen Bedingungen innerhalb des Jura- und Kreidemeeres geknüpft, die auch auf deutschem Boden nicht gänzlich fehlen. Auch bieten die Transgressionsperioden im Gefolge der Meeresüberflutungen Gelegenheit, den in den Hartteilen der in großen Massen am Strande und im Flachwasser verwesenden Tiere aufgespeicherten Phosphor auf dem Wege über phosphorsaures Ammonium in Phosphorit überzuführen. Aber bisher hat es nicht gelingen wollen, obwohl uns die Phosphorknappheit der Kriegszeit auf die Verfolgung dieser Grundsätze hinwies, größere Ablagerungen zu entdecken.

Wenn es sonach als Gebot der Klugheit erscheinen muß, alle Hilfsmittel der Geologie bis zu den Problemen der Paläogeographie bei Aufsuchung und Verfolgung der nutzbaren Lagerstätten mobil zu machen, so bleiben sie doch alle zusammengekommen auf die unmittelbare Wahrnehmung im Aufschluß, auf die anschließende Laboratoriumsuntersuchung und die Deutung dieser Beobachtungen beschränkt. Kein Wunder, daß man daher seit langem und in neuerer Zeit infolge der Kostspieligkeit künstlicher Aufschlüsse in rapide zunehmendem Maße versucht, solche Eigenschaften der Gesteine und Gebirgsschichten zu Hilfe zu rufen, die eine Fernwirkung besitzen, und das sind gewisse physikalische Eigenschaften, die, den mühevollen Weg direkter geologischer Beobachtung und Schlußfolgerung vermeidend, durch physikalische Methoden Schlüsse auf das Erdinnere gestatten.

Von dem richtigen Gedanken ausgehend, daß in der Erdkruste vorhandene Massen, die über oder unter dem durchschnittlichen spez. Gewicht bleiben oder die sich bezüglich ihrer magnetischen Eigenschaften, ihrer Leitfähigkeit für Elektrizität, Licht, Schall, Wärme und Erschütterung vom Durchschnitt entfernen, durch physikalische Beobachtung nach Lage und Größe näherungsweise feststellbar sind, hat man zahlreiche Verfahren erdacht und vorgeschlagen, die sich im allgemeinen noch im Entwicklungs- und Prüfungsstadium befinden.

Einzelne von ihnen sind wohl angeregt durch die unleugbaren Erscheinungen der Wünschelrute, deren Ausdeutung für praktischen Gebrauch um so schwieriger, problematischer und irreführender wurde, je mehr die Rutengänger das Feld ihrer Prognose vergrößern und außer Wasser auch Kohle, Erze, Salz, Öl, Hohlräume, Fundamente alter Bauwerke und manches andere finden zu können glauben. So verfehlt und unbrauchbar diese gelegentlich durch kritiklos und unzweckmäßig angestellte Versuche gestützte Idee ist, und so sehr die ernsteren Vertreter der Wünschelrute in neuester Zeit gezwungen sind, zu erklären, daß sie bei der Deutung ihrer Rutenausschläge den Geologen nicht entbehren können, so beachtenswert sind andererseits die Bemühungen und Fortschritte ernster wissenschaftlicher physikalischer Methoden zur Aufsuchung und Verfolgung von Lagerstätten.

Die hauptsächlichsten Eigenschaften der Gesteine, welche zu physikalischen Messungen und Beobachtungen benutzt werden und aus deren örtlicher Differenz man auf das verborgene Vorhandensein nutzbarer Schätze schließt, sind folgende:

a) Die Dichte oder das spez. Gewicht. Unterschiede in ihrer Verteilung in der Nähe der Erdoberfläche beeinflussen die Größe der

Schwerkraft. Darauf beruht die Eotvössche Drehwaage, ein sehr empfindliches, leider nur in flachem Gelände brauchbares Instrument, das mit sehr befriedigendem Erfolg zur Festlegung und Umgrenzung von unter jüngerer Bedeckung versteckten Salzhorsten Norddeutschlands, die sich durch ihr geringes spez. Gewicht von ihrer schwereren Umgebung deutlich scheiden, auch von der Geol. Landesanstalt angewandt wurde.

b) Die Elastizität der Gesteine, d. h. die verschiedengradige Fähigkeit der Fortpflanzung elastischer Wellen nach Geschwindigkeit und Intensität, wie sie z. B. bei Erschütterungen durch Erdbeben erkennbar geworden sind, benutzt ebenso erfolgreich Dr. Mintrop, indem er durch Sprengungen künstlich erzeugte elastische Wellen nach Fortpflanzungsgeschwindigkeit und Intensität feststellt und aus der graphischen Darstellung der Geschwindigkeitsunterschiede in den vorhandenen Medien Schlüsse auf die Lage von Gesteinsgrenzen und Dislokationen ableitet.

c) Messungen der magnetischen Permeabilität sind namentlich in Schweden, aber auch sonst seit langem zur Aufsuchung von Eisenerzlagerstätten bewährt. Auch bei Feststellung der Verbreitung gewisser magnetischer Eruptivgesteine sind Erfolge erzielt worden. Dagegen ist der Rückschluß selbst von starken magnetischen Störungserscheinungen, wie sie z. B. in Ostpreußen und im russischen Gouvernement Kursk bekannt sind, für das Vorhandensein magnetischer nutzbarer Lagerstätten bisher ohne jede Beweiskraft.

d) Der Verlauf elektrischer Ströme und elektrischer Wellen und die Art elektrischer Schwingungen werden von zahlreichen Methoden zur Feststellung der Gesteinsdifferenzen und Störungen der Lagerstätten benutzt, unter denen am bekanntesten die von Dr. Ambronn bei der Gesellschaft „Erda“ ausgearbeiteten sind, mit denen diese bei der Feststellung von Wasserdurchbruchgefahren auf Salzwerken auch praktische Erfolge erzielt haben will.

e) Dagegen erzeugt die radioaktive Strahlung keine genügende Fernwirkung, um praktische Erfolge erhoffen zu lassen.

Die Weiterentwicklung der physikalischen Methoden, die auf Spezialgebieten bereits schöne Erfolge aufzuweisen haben, die aber anderseits oft noch unter der Vieldeutigkeit ihrer Ergebnisse leiden, läßt Gutes hoffen, wenn sie Hand in Hand mit dem Geologen und Lagerstättenforscher, dessen Mitwirkung und Hilfe sie ja bei der Ausdeutung ihrer Resultate schlechterdings nicht zu entbehren vermag, erfolgt.

6. Heutiger Stand der Erforschung der deutschen Lagerstätten. Vergewärtigen wir uns nach diesen Ausführungen über die heutigen Forschungsmethoden kurz das wichtigste Ergebnis und den gegenwärtigen Stand der Erforschung der einzelnen Lagerstättengruppen.

Erze. Am schwersten kämpft gegen die natürlichen Existenzbedingungen wohl heute der deutsche Erzbergbau.

In seinen Lagerstätten spiegelt sich die ungeheure geologische Kompliziertheit und Mannigfaltigkeit des deutschen Bodens wider. Ihren Entstehungs- und Existenzbedingungen liegt eine Fülle geologischer, physikalischer und chemischer, z. T. schwer zu deutender Wirkungen zugrunde. Sie sind die verwickelten Blutgefäße und Nervenstränge im Erdkörper, auf denen und durch die die Lebensäußerungen der Tiefenregion gegen die Erdoberfläche am stärksten und längsten vor sich gehen. Hier wirkten die aufsteigenden Schmelzen, Gase und überhitzten Lösungen der Tiefe ebenso sehr aufeinander wie auf das Nebengestein; hier werden sie abkühlend, ausfällend, verdünnend von den atmosphärischen Wässern der Oberfläche beeinflusst und in der Sauerstoffregion der Außenhülle umgebildet. Hier bildet sich im aufsteigenden Lösungswasser der glitzernde Kristall, in der absteigenden Verwitterungslake das formlose, aber farbenreiche Gel des „Eisernen Huts“ der Erzlagerstätte.

Edelmetalle. Wie steht es nun mit dem Vorkommen von Edelmetallen, von Gold, Silber, Platin, auf deutschen Lagerstätten?

Die Zeiten, da deutsche Fürsten aus dem Gold der Eder, der Schwarza oder des Rheins Ausbeuteukaten oder Denkmünzen prägen ließen, und ebenso die Zeiten, da der Sachsenherzog seines Landes Wert preisend, rühmte: „Silber hegen seine Berge wohl in manchem tiefen Schacht“, gehören, wie so manches andere endgültig der Vergangenheit an.

Platin. Vor einigen Jahren erregte die Nachricht von bemerkenswerten Platinfunden in verschiedenartigen Gesteinen deutscher Fundorte, namentlich in Grauwacken des Siegerlandes, die öffentliche Aufmerksamkeit. In jahrelanger mühevoller Arbeit ist die Preuß. Geol. Landesanstalt allen diesen Angaben prüfend nachgegangen und hat auch an zahlreichen selbstgewonnenen Proben der nach theoretischen Voraussetzungen aussichtsreichsten Gesteine festgestellt, daß Platin zwar in einer ganzen Reihe von Gesteinen in kleinsten Mengen vorhanden ist, daß jedoch seine Konzentration mit wirtschaftlichem Nutzen, namentlich auch wegen der außerordentlich ungleichmäßigen Verteilung im Gestein, völlig ausgeschlossen erscheint. Dabei konnten die Angaben über hohe Platingehalte durchaus auf fehlerhafte Untersuchungsmethoden zurückgeführt werden. Es ergab sich dabei die überraschende Tatsache, daß Platinmetall sich bereits bei 1000° Wärme zu verflüchtigen beginnt und bei 1300–1500° verhältnismäßig stark verdampft. Dementsprechend sind die Laboratoriumsräume, in denen häufig bei hohen Temperaturen mit Platingeräten gearbeitet wird, ebenso wie die darin aufbewahrten Gegenstände und Reagentien mit Platin verseucht und für Feinuntersuchungen nicht mehr geeignet. Der von den Wänden des Laboratoriums der Geol. Landesanstalt, in der Nähe des

Gebläses, wo die Platintiegel gegläht werden, entnommene Staub wies 0,005 bis 0,009 % Platin auf.

Die Ergebnisse und die Zuverlässigkeit der von der Geol. Landesanstalt angewandten Untersuchungsmethoden wurden an künstlich mit Platin geimpften Proben genau kontrolliert, und auch auf diese Weise wurde die völlige Unzuverlässigkeit der von anderer Seite erfolgten Angaben über höhere Platingehalte sichergestellt.

Leider ist also bisher in keinem deutschen Gestein ein wirtschaftlich nutzbarer Platingehalt festzustellen gewesen.

Silber. Fast so ungünstig steht es mit den deutschen Vorräten und Gewinnungsaussichten von Gold und Silber. Die beiden einzigen einst bedeutsamen Silberbergbaue von Freiberg in Sachsen und St. Andreasberg im Harz werden als rettungslos erschöpft angesehen, nachdem konsequent und sachlich durchgeführte Untersuchungsarbeiten bis zum Schluß stattgefunden haben. Ebenso ist der nicht unerhebliche Silbergehalt der Bleierze in der Zementationszone, wie er auf vielen Gängen namentlich Westdeutschlands seinerzeit in geringer Tiefe vorhanden war, wohl restlos abgebaut, so daß nur noch der geringe Silbergehalt der primären Tiefenzone zur Verfügung steht. — Nur der Mansfelder Kupferschiefer liefert nach wie vor seinen silbernen Bergsegen.

Gold. Es kann nicht wundernehmen, wenn bei dem heutigen Goldwert in Deutschland die Versuche, selbst arme Goldlagerstätten wieder in Bau zu nehmen, trotz aller Mißerfolge nicht aufhören. Wir prüften kürzlich mit negativem Erfolg, ob in dem Schuttdelta, das die Eder beim Eintritt in die neue Talsperre, den Edersee absetzt, eine Goldkonzentration stattfindet. Dagegen verdient und erfährt der Ursitz des Eder-Seifengoldes, der Eisenberg bei Corbach gegenwärtig eine erneute ernste Untersuchung. Sonst sind namentlich neuere Versuche am Sudetenrand bei Goldberg und Ziegenhals bekannt geworden. Auch hier scheint man bisher keine unberührte Goldseife von der früheren Ergiebigkeit, sondern nur Nebenzweige oder bereits durchgewaschene Schotter getroffen zu haben.

Möglicherweise bieten aber heute die schon von Alex. v. Humboldt erforschten Goldlagerstätten des Fichtelgebirges und ebenso die alpinen Goldlagerstätten in den Gasteiner und Lungauer Tauern wieder Aussicht. Die Untersuchung dieser Frage ist im Gange.

Blei, Zink. Die fast restlose Abtretung der reichen Bleizinkerzlagerstätten Oberschlesiens an Polen zwingt zu erhöhter Pflege der westdeutschen Bleizinkervorkommen. Hier ist zu hoffen, daß eine systematische geologische Untersuchung, unterstützt durch die physikalischen Untersuchungsmethoden, ausgehend von dem einst so bedeutenden, jetzt erschöpften Bleierzlager von Mechernich, nachdem die Grundsätze der tektonischen Zusammenhänge der Aachener und Eifeler Lagerstätten erkannt sind, neue Punkte für ein rationelles Erschürfen der wahrscheinlich vorhandenen Fortsetzungen von Mechernich im Devon, namentlich in der benachbarten devonischen Kalkmulde finden läßt. Das gleiche gilt auf der rechten Rheinseite von der Gegend des Velberter Sattels, wo die Fortsetzungen der reichen Linddorfer Lagerstätte und anderer unter Diluvialbedeckung zu suchen sind. Auch im Bergischen Lande ist das tektonische Gesetz der Erzverbreitung noch nicht sicher erkannt, doch läßt sich hier die weitestgehende Beachtung des Einflusses des Nebengesteins auf die Erzführung weitere Erfolge in der Aufschließung der bis heute recht zusammenhanglos und gesetzlos erscheinenden Erzgänge erhoffen.

So alt auch die auf Bernhard v. Cotta zurückzuführende Lehre der Abhängigkeit der Erzgänge von der Beschaffenheit des Nebengesteins ist und so vielfach sie in Freiberg, in Kongsberg, in Andreasberg, Sardinien, ja in der ganzen Welt bewährt ist, ohne völlig erklärt zu sein, so wenig ist diese Lehre bisher ausgeschöpft. Es ist sicher nicht nur die rein chemische Einwirkung des Nebengesteins auf die im Gangraum zirkulierenden und dort zum Niederschlag kommenden Erzlösungen, sondern es sind sicher ebenso sehr physikalische Verhältnisse, wie Porosität, Wasserdurchlässigkeit, elektrische Leitfähigkeit und manches andere als Ursachen beteiligt. Dem entspricht, daß in neuester Zeit Dr. Stahl im Oberharz, wo die bekannten Bleizinkerzgänge von Clausthal usw. die gefalteten Schichten als echte Verwerfungen querschlägig durchschneiden, eine Gesetzmäßigkeit dahingehend ermittelte, daß die reichsten Erzanhäufungen jeweils dort auf den Gängen auftreten, wo sie die Schichtensattel durchschneiden, während sie umgekehrt verarmen, wo sie die Muldenpartien der Falten durchqueren.

Kupfer. Deutschland ist ein kupferarmes Land; es kann den Eigenbedarf nicht annähernd decken. Die Haupterzeugung stammt aus dem Mansfeldischen Kupferschiefer, einer in großer Gleichmäßigkeit über weite Gebiete deutschen Bodens ausgebreiteten, aus einem Faulschlamm verhärteten bituminösen Mergelschicht, die die marinen Absätze der unteren Zechsteinformation auf dem Festlandsboden des Rotliegenden einleitet. Aber die Gleichmäßigkeit der geringmächtigen Kupferschieferschicht und ihre weite Verbreitung dürfen nicht darüber täuschen, daß ihr Metallgehalt stark wechselt und nur in ausgewählten Gebieten die Grenze der Bauwürdigkeit erreicht. In Mansfeld beträgt der Kupfergehalt durchschnittlich wenig über 3% bei 150 g Silber p. t.; in Thüringen sinkt er auf 1%; in Westfalen ist der Schiefer kupferfrei. Aber auch im Mansfeldischen wechseln reichere und ärmere, bauwürdige und unbauwürdige Partien, und es ist bisher nicht gelungen, die Gesetze dieser Erzverteilung oder Veränderung in allseitig befriedigender Weise zu ermitteln. Und doch ist es für den



Bergbau wie für die Wirtschaft von erheblicher Bedeutung, zu ermitteln, wo die Quellen der Metallführung und damit die reicheren und ärmeren Zonen liegen, ob der Kupfergehalt — wie die einen meinen — aus zerstörten Kupferlagerstätten der Vorzechezeit in Form von Lösungen dem Kupferschiefermeere zugetragen und dort ausgefällt wurde, oder — wie dagegen die Epigenetiker behaupten — die Erzlösungen nachträglich auf Spalten aus den Magmaherden der permischen Eruptiva heraufgetragen wurden und das fertige Flöz nur örtlich und nachträglich von Spalten aus imprägniert haben. Die Untersuchungen über diese Fragen sind zurzeit in lebhaftem Fluß.

Gleichzeitig ist jedoch noch ein zweites Problem zur Lösung gestellt, das sich auf die Art der Verarbeitung des jetzt ausschließlichs zum Verschmelzen gelangenden Kupferschiefers bezieht. Während nämlich alle andern Kupfererze aufbereitet und damit angereichert werden können, hat der Kupferschiefer bisher allen derartigen Versuchen infolge der Staubfeinheit der Erzimprägnation widerstanden. Die Versuche, die sich natürlich auf die mineralogische Natur der Konstituenten des Kupferschiefers beziehen, werden jedoch mit großer Zähigkeit fortgesetzt und führen hoffentlich doch noch zu einem Erfolg.

Die übrigen deutschen Kupfererzvorkommen des Rheinischen Schiefergebirges, Niederschlesiens und des Harzes sind, mit Ausnahme des zwar uralten, aber immer noch höchst lebenskräftigen Rammelsberges bei Goslar, sämtlich schon stark mitgenommen und an sich unbedeutend.

Glücklicherweise hat uns der Krieg einen für viele Verwendungszwecke des Kupfers recht brauchbaren Ersatz im Aluminium kennen gelehrt, das wir in reichseigenen Werken in ansehnlicher Menge — und wie zu hoffen steht, endlich demnächst auch aus heimischem Tonmaterial — mit Hilfe der Braunkohlenschätze der Lausitz erzeugen.

**Eisen-Mangan.** Auch an der Erforschung und Erschließung der deutschen Eisen- und Manganerze ist die Gegenwart namentlich durch den Verlust der Lothringer Minettlager lebhaft interessiert. Ich erwähnte bereits die erfolgreiche Verfolgung der phosphorreichen Eisenerzrollager in den Transgressionskonglomeraten des Neokom und Senon bei Peine, Lengede und Salzgitter durch Bohrungen, die noch nicht zum Abschluß gekommen sind und fortgesetzt zu werden verdienen.

Im Siegerlande, wo die geologischen Verhältnisse ebenso schwierig oder noch schwieriger liegen, als die Betriebsverhältnisse der stark in die Tiefe vorrückenden Gewinnung dieser wertvollen manganreichen Spateisensteine, hat Dr. Quiring neuerdings einen mir bedeutsam scheinenden Schritt vorwärts zu der Erkenntnis des Gesetzes der Erzbildung getan. Nach seinen, frühere Forschungen wesentlich ergänzenden und vereinfachenden Arbeiten sind die Siegerländer Gänge echte Verwerfungen der gefalteten Schichtensysteme, nicht sogenannte Ganggräben. Die Erzführung innerhalb der Gänge beschränkt sich im wesentlichen auf die rauhen grauackartigen, zur Kluftbildung neigenden, für Wasser und Erzlösungen durchlässigen Gesteine, die eine Verdrängung des Nebengesteins durch Erz ermöglichen; im undurchlässigen Tonschiefer dagegen, der auch die Lösungszirkulation erschwert, vertauben sie. Wo die Gänge in den Schieferhorizonten zu Tage austreten, erscheinen sie an der Oberfläche zwar taub, sobald sie jedoch in der Tiefe die Zone der rauhen Grauackengesteine erreichen, werden sie edel. Kennt man also die Tektonik eines Ganggebiets genau, kennt man die stratigraphische Aufeinanderfolge und Wechsellagerung der Schichten und ihre Mächtigkeit, kennt man endlich die Faltungen und Verwerfungen, so kann man daraus wertvolle und ziemlich sichere Schlüsse auf Lage und Tiefe der edlen Gangmittel ableiten.

Auch im Lahn-Dill-Gebiet ist die Lagerstättenforschung bemüht, im Anschluß an zahlreiche, z. T. weitreichende neuere Aufschlüsse neue Erfahrungen zu sammeln und zu verwerten. Augenblicklich steht im Vordergrund des Interesses die Deutung der primären devonischen Eisenerzbildung im Zusammenhang mit den Diabas- und Schalteineruptiven und deren Unterscheidung von der jüngeren Eisenmanganerzbildung auf der vortertiären Landoberfläche und die mit der letzteren wohl zusammenhängende posthume örtliche Verkieselung der älteren Eisenerzlager an deren Ausgehendem.

Endlich verdient noch Erwähnung, daß Geheimrat Krusch auf der diesjährigen Hauptversammlung der Deutschen Geologischen Gesellschaft ein völlig neues, aus kolloidalem, kohlenisaurem Eisenoxydul bestehendes „Weißeisenerz“ aus norddeutschen Mooren bekannt machte, das, falls es in größeren Mengen sich nachweisen ließe, in geröstetem Zustande ein geradezu ideales, reiches Eisenerz darstellen würde.

**Steinkohle.** Der Lebensnerv unserer Industrie und Wirtschaft ist die Kohle, unter dieser an erster Stelle die Steinkohle und unter den deutschen Kohlenvorkommen zuvörderst das Niederrheinisch-Westfälische, am flachen Meeressaum längs des variskischen Gebirges entstandene Kohlenbecken. Sein Bildungsraum ist eine gewaltige Synklinale, entstanden durch den Massendefekt infolge des benachbart sich auftürmenden Gebirges. Wie die Tiefe des Beckens, so wechselt auch die Menge der Zufuhr des Verwitterungsschuttes aus dem benachbarten Gebirge. Auf dem weiten flachen Strandgelände erhoben sich die steinkohlebildenden Waldmoore, bei der andauernden Bodensenkung von der Landseite her mit immer neuen Schuttmassen überdeckt und unter ihnen begraben, gelegentlich auch bei etwas stärkerer Einsenkung von der Meerseite her überflutet.

Die Menge der so begrabenen Kohle, ihre Beschaffenheit, Gewinnbarkeit und Tiefenlage sind nun keineswegs nur von der ursprünglichen Ablagerungsweise, sondern auch von den tiefgreifenden gebirgsbildenden Vorgängen, von den Faltungen, Überschiebungen, Verwerfungen abhängig, die im Laufe der späteren Zeit bis zur Gegenwart die Steinkohlenablagerung betroffen und verändert haben. So entstand ein außerordentlich komplizierter Bau. — Trotz aller Fortschritte der Aufschlüsse und der Erkenntnis fehlen uns immer noch gewisse Einzelheiten desselben, namentlich infolge des tiefen Schichteneinbruchs des Rheintalgrabens, der das linksrheinische Gebiet von Aachen als etwas von Westfalen und dem Niederrhein Gesondertes erscheinen läßt. Und doch ist es in neuerer Zeit allmählich mehr und mehr gelungen, nicht nur die Schichtenfolge beiderseits des Rheins genau miteinander zu identifizieren, sondern auch die beiden Hauptgrundzüge der Tektonik, nämlich die Faltung in Sättel und Mulden miteinander zu parallelisieren, sowie endlich das System der Querstörungen als ein einheitliches und gleichartiges von der belgischen Grenze durch das Aachener Gebiet und den Rheintalgraben bis in die östlichsten Teile des Ruhrreviers nachzuweisen.

Die nach Norden ständig zunehmende Mächtigkeit der Kreidecke der Münsterschen Bucht verhüllt den Zusammenhang des westfälischen Kohlenbergbaus mit den nordwärts bei Ibbenbüren jenseits des Kreiderandes des Teutoburger Waldes noch einmal durch tektonische Störungen auftauchenden jüngeren karbonischen Schichten, deren Äquivalente bisher in Westfalen nicht erschlossen sind. Da hat endlich soeben eine bei Ibbenbüren ausgeführte, über 1000 m tiefe fiskalische Bohrung Licht in den Zusammenhang zwischen den Ibbenbürener Schichten und den jüngsten Schichten der Gasflammkohlenpartie Westfalens gebracht. In dem Bohrloch wurde nämlich in rund 1000 m Tiefe neben einem Cannelkohlenflöz ein mariner Horizont erbohrt, der dem Ägirhorizont der Gasflammkohlenpartie zu entsprechen scheint. Damit ist der Anschluß der beiderseitigen Schichtenreihen erreicht.

Um die Frage des Vorhandenseins eines Zusammenhanges zwischen der gewaltigen Steinkohlenbildung Westfalens und derjenigen Oberschlesiens, die ja aus theoretischen Gründen zu bejahen ist, praktisch zu prüfen, hat der preußische Fiskus auf dem Meridian von Berlin einige Tiefbohrungen angesetzt, die jedoch bisher nur in dem Senkungsgebiet der Kreide geblieben sind, ohne das hier demnach bergbaulich unzugängliche Karbon zu treffen. Dennoch scheint es nicht ausgeschlossen, das gewünschte Ziel zu erreichen, wenn es gelingt, eine durch tektonische Vorgänge gehobene Partie, wie solche das Ibbenbürener Karbon darstellt, unter der Hülle der jüngsten Tertiär- und Quartärablagerungen zu finden. Wegweiser für diese Ermittlung bilden die Reste des variskischen Gebirges, die wir im Harz und im Flechtinger Höhenzug haben, an deren Außenrand ja die Kohlenbildung erfolgte. Außerdem kommt das Streichen der westfälischen Steinkohlensättel als richtunggebend in Betracht. Da die Achse des Harzes gegen NW rasch in die Tiefe sinkt, würde zu prüfen sein, ob etwa die Achse des Flechtinger Höhenzuges in der gleichen Richtung unter der jüngeren Bedeckung sich bis zum Schnitt mit der westfälischen Streichlinie verlängert. Es ist daher beabsichtigt, das Gebiet auf der Nordseite der Aller in der diluvialbedeckten Gegend von Celle noch in diesem Jahre mit Pendel und Drehwage zu erforschen, um auf Grund etwaiger Schwereanomalien Vorschläge für weitere Tiefbohrungen zu machen und so das Problem des Zusammenhanges von Westfalen und Oberschlesien weiter zu klären.

**Braunkohlen.** Die Kohlenknappheit der letzten Jahre war die Veranlassung zu einer bedeutenden Steigerung der Braunkohlenförderung. Sie wurde zwar vorzugsweise durch eine Erweiterung der bestehenden Tagebaubetriebe erreicht, führte aber gleichzeitig zu einer lebhaften Bohr-, Schürf- und Aufschlußtätigkeit in fast allen Braunkohlengebieten Nord- und Mitteldeutschlands. Dabei wuchsen nicht nur die Vorräte der besten bituminösen älteren eozänen Kohlen im Staate Sachsen und in Altenburg durch die Erkenntnis gleichmäßiger flächenhafter Verbreitung der wenig gestörten Ablagerungen, es sind vielmehr auch im Verbreitungsgebiet der jüngeren miozänen Kohlen und in den Zonen starker Störungen zahlreiche Neuaufschlüsse bewirkt worden. Ganz besonders im östlichen Teil der Provinz Brandenburg und anstoßend daran in der Niederlausitz sind unsere Vorstellungen und Kenntnisse von der Natur und Verbreitung der dortigen Braunkohlenbildungen wesentlich erweitert worden. Immer größer stellt sich der einheitliche, zusammenhängende Bildungsraum des großartigen Niederlausitzer Unterflözes heraus, während die Verbreitung des durch den fast überschnell fortschreitenden riesigen Tagebaubetrieb rasch verschwindenden Lausitzer Oberflözes auf einzelne, heute nicht mehr zusammenhängende Denudationsreste beschränkt ist. Erhebliche, zu einem Flußsystem sich anordnende, tertiäre und diluviale Auswaschungsrinnen durchfurchen die Braunkohlenbildung der Lausitz, deren Qualität örtlich und gelegentlich durch bei der Bildung in die Moore eingeworfene Sande und durch Sandklüfte beeinträchtigt wird, deren Entstehung neuerdings auf Erdbebenwirkung in der Tertiärzeit zurückgeführt wurde. Auch die Druck- und Stauwirkungen des Inlandsees tragen das ihrige dazu bei, die Regelmäßigkeit dieses gewaltigen zusammenhängenden Waldmoorgebiets mit seinen autochthonen Kohlen-schätzen wenigstens oberflächlich zu stören. Dagegen dürften die bis 150 m und tiefer greifenden Faltungsvorgänge und sonstigen mannigfaltigen Störungserscheinungen in den nordöstlichen brandenburgischen

Landschaften im Gebiet der Oder, Warthe und Obra, die namentlich die Flöze der Formsandgruppe betroffen haben, nur auf tektonische und nicht auf glaziale Wirkungen zurückzuführen sein. Immerhin wächst auch für diese Gebiete immer mehr die Erkenntnis, daß trotz aller gegenwärtigen Störungen die ursprüngliche Ablagerungsform nicht die zahlreicher Einzelmoore, sondern eines zusammenhängenden einheitlichen gewaltigen Mooregebiets war. Daraus aber wächst die Hoffnung und Überzeugung von einem sehr bedeutenden Kohlenvorrat, dessen Gewinnung freilich, namentlich durch die Wasserbewältigung, der Bergbautechnik neue große Aufgaben stellt.

Öl. Es klingt paradox und ist doch wahr, daß Deutschland zwar an Erdöllagerstätten außerordentlich arm ist, daß wir aber — trotz des voraussichtlich in Zukunft steigenden Bedarfs an Heiz-, Treib- und Schmieröl — hoffen dürfen, in absehbarer Zeit keine wesentlichen Ölmengen mehr aus dem Auslande kaufen zu müssen.

Nachdem uns das elsässische Erdölgebiet verlorengegangen ist, sind uns nur die in der Erschöpfung begriffenen nordhannoverschen Lagerstätten zu Wietze-Steinförde, Hänigsen-Obershagen, Peine und Oelheim geblieben. Alle die zahlreichen und z. T. mit erheblichen Mitteln unternommenen Bemühungen, in Norddeutschland neue weitere Erdölaufschlüsse zu machen, sind bisher erfolglos geblieben. Um die Aufsuchung des Erdöls hat sich hier die Wünschelrute ganz besonders erfolglos bemüht. Namentlich seit dem von Hamburg nutzbar gemachten zufälligen Erdgasfund von Neuengamme durchschwärmen die Rutengänger das nördliche Hannover und finden immer neue Gläubige, die sich beeilen, neue Millionen im Tertiär oder in der Kreide jener Gegend zu vergraben.

Wegen seiner flüssigen Beschaffenheit entbehrt das Erdöl selbständiger Lagerstättenform und ist als Durchtränkung in sandigen Schichten zu Gaste. Das in bitumenreichen oder Faulschlammgesteinen in der Tiefe entstandene oder noch entstehende Öl und Gas wandert infolge seines geringen Gewichts aufwärts, überall Poren, durchlässige Schichten, Hohlräume und Spalten erfüllend. Es beendet seine Wanderung erst, wenn es auf dem Grundwasser schwimmend an der Tagesoberfläche erkennbar wird. Bituminöses Urmaterial der Tiefe, Spalten für den Aufstieg, poröse, namentlich sandige Schichten für die Imprägnation und schließlich die Nachbarschaft von Salz und Salzwasser sind die überall erkennbaren und überall wiederkehrenden Daseins- und Entstehungsbedingungen des Erdöls. Wo immer es in der weiten Welt in bauwürdigen Mengen vorkommt, macht es sich durch natürliche Ausbisse, Öltümpel, Ölkühen, Asphaltabscheidungen oder Gasaustritte bemerkbar. Die hannoverschen Erdölvorkommen sind sämtlich durch derartige Ölkühen gefunden und bezeichnet. Sie erscheinen ausnahmslos an der Peripherie der dortigen Salzstöcke, in deren Inneres sie gelegentlich auf Klüften und Sprüngen eintreten. Für die Aufsuchung und Verfolgung des Erdöls in Norddeutschland geben daher die Ölkühen und die Umgrenzung der Salzhorste den einzigen sicheren und zuverlässigen Anhalt. Wo die letztere Umgrenzung durch diluviale Überdeckung verhüllt ist, geben die erwähnten physikalischen Methoden der Schweremessung und der Elastizität durch künstliche Erschütterung eine gute und sicher erprobte Möglichkeit der Ermittlung.

Von den aus der niedersächsischen Geosynklinale aufsteigenden Salzhorsten birgt wohl jeder in seinem Außenmantel mehr oder minder große, gelegentlich bauwürdige Mengen von Erdöl, die größten da, wo das Mesozoikum die Flanken der Salzhorste bedeckt. Wo diese letzteren aber aus immer mächtigerer Bedeckung und damit aus immer größerer Tiefe der Synklinale aufsteigend, nur noch von Kreide und Tertiär flankiert werden, da scheint die Ölführung nachzulassen oder doch nur noch sporadisch, wie z. B. bei Heide in Holstein, aufzutreten, wohl weil die primär bituminösen Schichten, das sind die ölföhrnden, sich infolge zunehmender Tiefe immer mehr entfernen.

Auf Grund wissenschaftlicher Erwägungen ist kürzlich bei Bruchsal in Baden in unerheblicher Tiefe durch Bohrung ein Ölfund gemacht worden, der als ein erstes Anzeichen der Fortsetzung des elsässischen Erdölvorkommens angesprochen werden muß. Ob er bauwürdig sein wird, muß die Zukunft lehren.

Mag aber auch unser Besitz an natürlichem Rohöl in Deutschland noch so gering sein, die Schwelprodukte und Derivate unserer Steinkohlen, Braunkohlen und Ölschiefer werden schon in wenigen Jahren in der Lage sein, den Mangel völlig zu beseitigen.

Verfahren, aus Steinkohlen und Braunkohlen die flüssigen Teere abzuscheiden und weiter zu verarbeiten, sind bekannt und erprobt. Bei den in Deutschland weitverbreiteten Ölschiefen ist dagegen die Aufgabe trotz mancher Erfolge noch nicht restlos gelöst. Doch läßt auch hier das Vorbild Amerikas, das trotz großer Erdölschätze die Ölschiefer in weitestgehendem Maße nutzbar macht, Gutes erhoffen.

Salz. Die Entschleierung der Gesetze der Entstehung und Umformung der deutschen Steinsalz- und Kalilagerstätten ist ein ebenso junges wie reizvolles Kapitel der Lagerstättenforschung, das ich jedoch wegen Raummangels nur streifen darf.

Zunächst wurde beobachtend die Verbreitung der Salzführung in den Zechsteinbildungen festgelegt, dann durch Vergleichung zahlreicher Bohr- und Schachtprofile die Gleichartigkeit oder Gesetzmäßigkeit der salinischen Ablagerungen ermittelt, die — wegen ihrer Reinheit, wegen der gesetzmäßigen Folge der Salze vom Schwerlöslichen zum immer Leichtlöslicheren und endlich wegen der stofflichen Übereinstimmung mit den im Meereswasser in gleichem Mengenverhältnis gelösten Salzen — nur als die eingedampften Abköm-

linge eines in aridem Klima sich ausbreitenden, vom Ozean abgeschlossenen Meeresbeckens gedeutet werden können.

Von dieser Stunde ihrer Geburt an erfuhren die Zechsteinsalze alle diejenigen Umformungen mechanischer und chemischer Art, denen ihr deutscher Heimatboden unterworfen wurde, und zwar wegen ihrer eigenartigen physikalischen und chemischen Beschaffenheit, nämlich ihrer hohen Plastizität und großen Löslichkeit, in besonders intensivem Maße.

Der neuzeitliche Fortschritt der geologischen Salzlagerstättenforschung ist nun wiederum auf den beiden Gebieten, einerseits der Tektonik, andererseits der posthunen Veränderungen durch das Grundwasser unseres Klimas, besonders augenfällig.

In die Deutung der unendlich verschlungenen und komplizierten Bilder, wie sie die Abbaue der meisten Kaliwerke zeigen, in denen von Schicht zu Schicht Form und Maß der Faltung wechselt, kam in dem Augenblick Sinn und Verstand, wo uns die ungeheure Plastizität der unter dem Gebirgsdruck teigig-plastisch werdenden Salze und die dem gegenüber fast vollkommene Starrheit der zwischen den Salzen lagern den Anhydrite und Salztonlagen klar wurde. Jetzt schien es verständlich, daß die Salzmassen auf den Erweiterungsstellen tektonischer Brüche, die den orogenetischen Linien folgen, aufgepreßt und dabei in zahllose Falten gelegt wurden, während die starren Anhydrite und Salztone in Schollen und Trümmer zerrissen, von plastischem Salz umflossen, bei der Aufwärtsbewegung des Salzes und der Durchspießung der gequälten stockförmigen Salzkörper durch die jüngeren Schichten hindurch zurückblieben.

Gelangte aber dann endlich die Spitze des mit der Gebirgsbewegung ruckweise hochgetriebenen Salzpfilers in die Nähe der Tagesoberfläche und damit in den Bereich des Grundwassers, so setzte — analog der Bildung des Eisernen Huts beim Erzgang — auch hier die chemische Umbildung der Salzlagerstätte durch Auflösung der leichter löslichen Teile ein. So entsteht als obere Grenze des Salzstocks die horizontale Ablaugungsfläche, der „Salzspiegel“, über dem sich die schwerlöslichen Rückstände der aufgelösten und mit dem Grundwasser fortgeführten Salze, namentlich Anhydrit und Gips zum „Gipshut“ zusammenhäufen.

Während über dem Salzspiegel der technisch wertlose, wie ein Schwamm mit Wasser und Sole durchtränkte, vom Grundwasser gespeiste Gipshut dem Bergmann oft große Schwierigkeiten beim Niederbringen der Schächte bereitet, lagern unmittelbar unterhalb des Salzspiegels die durch chemische Umbildung bei der Ablaugung neugebildeten wertvollsten posthunen, meist karnitischen oder sylvinischen Salze, bei deren Gewinnung manches Kaliwerk, ehe die geschilderten Zusammenhänge zwischen Tektonik und Hutbildung durch Grundwasserablaugung Gemeingut geworden waren, durch Wassereinbruch zugrunde gegangen ist.

Heute wird die Annäherung des Abbaues an den Salzspiegel mit Recht ängstlich vermieden, da das hier zirkulierende oder stagnierende, mehr oder minder salzige Grundwasser, wenn einmal in die Grubenräume des Salzkörpers eingebrochen, stets von süßem Grundwasser Nachschub erhält und Zerstörungen durch Auflösung des Salzes herbeiführt, die schwer abzuwehren sind.

Und dennoch haben Salzspiegel und Gipshut unter Umständen auch einen Nutzen für den Kalibergmann. Neueste Untersuchungen lehren nämlich, daß in den versalzten Teilen des Gipshuts Raum ist für eine jahrzehnte-, ja jahrhundertlang dauernde Aufnahme und Unterbringung der bei der Verarbeitung der Kalisalze entfallenden, vorzugsweise Chlormagnesium und Chlornatrium enthaltenden Endlaugen, die bisher den Flüssen zugeführt werden mußten und hier von Landwirtschaft, Industrie und Gewerbe in gleicher Weise bekämpfte lästige Verunreinigungen bilden. Indem man also künftig die Endlaugen nicht mehr in die Flüsse, sondern in den Gipshut verseukt, hilft die Lagerstättenforschung die durch Gewinnung und Verarbeitung der Kalisalze entstehenden Mißstände wieder zu beseitigen.

Steinsalz und Kalisalz sind diejenigen nutzbaren Mineralien, die Deutschland seit dem Verlust des Elsaß und den Kalifunden in Spanien zwar nicht mehr als Monopol, aber doch beinahe im Überfluß zu besitzen scheint. Ist doch neuerdings, um die Wirtschaftlichkeit der bisherigen Betriebe zu erhalten, durch Gesetz das Niederbringen neuer Kalischächte bis auf weiteres verboten worden. Kommt damit erfreulicherweise eine gewisse Ruhe in die Aufschlußtätigkeit, so ist im Anschluß daran das vom Standpunkt der Lagerstättenforschung wegen der großen Wassereinbruchgefahren als verhängnisvoll anzusprechende, oft ins Inaßlose gehende innere Aufschließen der Kalilagerstätten, nur um damit höhere Beteiligungsziffern an der syndizierten Gesamtförderung zu erlangen, hoffentlich nun ebenfalls vorüber. Wir haben allen Grund, in Deutschland mit unsern Naturschätzen haushälterisch umzugehen und dafür zu sorgen, daß auch unsern Kindern und Kindeskindern die Grundlagen wirtschaftlichen Gedeihens erhalten bleiben.

Die Aufgaben der Lagerstättenforschung in Deutschland sind heute groß und mannigfaltig; aber es gilt hier wie allerwärts, mit äußerster Anstrengung aller Kräfte weiterzuarbeiten, um auch an unserm Teil unserm verarmten, heruntergekommenen Vaterlande wieder vorwärts und aufwärts zu helfen.

Es wird darauf ankommen, neben der Weiterpflege der bisherigen Methoden noch neue Wege und Ziele der Forschung ins Auge zu fassen. Je mehr wir gezwungen sind, uns mit den ärmsten heimischen mineralischen Rohstoffen zu begnügen, um so intensiver müssen wir alle mineralogischen, physikalischen und chemischen Eigenschaften derselben mit dem Ziele studieren, den nutzbaren Stoff in diesen Mineralien

künstlich unter getreuer Nachahmung der großen Lehrmeisterin Natur zu konzentrieren.

Die moderne Gesteinsuntersuchung mittels Metallmikroskops im auffallenden Licht, die kolloidchemische Forschung und die Verfolgung der Bedürfnisse der immer komplizierter werdenden Aufbereitungsmethoden sind — um nur einiges zu nennen — Mittel, um die Veredelung armer Rohstoffe vorzubereiten und somit neue Lagerstätten in den Kreis der wirtschaftlich nutzbaren Ablagerungen überführen zu helfen.

Möchte es uns dabei niemals an einsichtigen, tüchtigen und vaterländisch denkenden Männern fehlen! [A. 186.]

## Die Eigenschaften des Kaliumpermanganats und das Deutsche Arzneibuch.

Von G. FESTER und G. BRUDE, Frankfurt a. M.

(Eingeg. 10./8. 1922.)

Es ist bemerkenswert, daß mitunter selbst bei altbekannten Stoffen in der Literatur sich auf fehlerhaften Beobachtungen beruhende Angaben finden, die widerspruchlos von einem Autor zum andern übernommen werden. Ein solcher Fall liegt bei dem Kaliumpermanganat vor, und zwar hat wiederholt gerade das reinste, völlig unzersetzte Produkt eine Zurückweisung im Handel erfahren, weil seine Beschaffenheit, namentlich die Farbe, nicht mit den Literaturangaben in Einklang zu bringen ist.

Über die Frage des Permanganats finden sich bei den verschiedenen Autoren die widersprechendsten Angaben und fast an keiner Stelle sind diese — selbst unter Berücksichtigung der bei Farbangaben stets in Rechnung zu setzenden Subjektivität des Beobachters — mit den Tatsachen in Übereinstimmung zu bringen. Im folgenden seien einige dieser Angaben aus der Literatur aufgeführt:

Mohr: schwarz, metallglänzend.

Gmelin-Kraut: dunkelpurpurfarbene Prismen.

Dammer: dunkle, kupfrig glänzende, dichroitische rhombische Prismen.

Muspratt: dunkelrote, fast schwarze Kristalle von grünlichem Metallglanz.

Smith: purpurne Kristalle mit grünlichem Oberflächenglanz.

Deutsches Arzneibuch V: dunkelviolet, fast schwarze, stahlblau glänzende, trockene Prismen.

The British Pharmacopoeia 1914: dark purple, iridescent.

U. S. Pharmacopoeia IX: dark purple colour, almost opaque by transmitted light and of a blue metallic luster by reflected light.

Durch eine Anzahl einfacher Versuche kann man sich davon überzeugen, daß die meisten dieser Angaben, insbesondere die des Deutschen und Amerikanischen Arzneibuches, für reines Permanganat unzutreffend sind oder unzulässigerweise die Pulverfarbe auf die Kristalle übertragen.

Versuch 1. Reines Kaliumpermanganat des Handels wurde aus Wasser umkristallisiert und im Dunkeln in reiner Luft (nicht im Laboratorium) auf einem Tonteller getrocknet. Die Farbe wird am besten als Braun, mit metallischem Oberflächenglanz, Bronze glanz, bezeichnet. Bei sehr kleinen Kristallen erscheint die Farbe dunkler, fast schwarz, doch ist niemals eine violette Tönung festzustellen. Erst wenn die Kristalle zu ganz feinem Pulver zerrieben werden, tritt eine dunkelviolet, fast schwarze Farbe auf, wie sie auch der Strich auf unglasiertem Porzellan zeigt. Nach den Feststellungen von Retgers<sup>1)</sup> zeigen lediglich mikroskopisch dünne Nadeln im durchfallenden Licht rote Farbe ohne besonderen Pleochroismus.

Versuch 2. Die nach 1. erhaltenen Kristalle wurden offen im Laboratorium im gedämpften Tageslicht liegen gelassen. Nach einigen Stunden war deutlich eine violette Tönung festzustellen, und nach zwei Tagen zeigten die Kristalle stahlblauen Oberflächenglanz. Diese Veränderung betraf nur die oberste Schicht, darunter blieb die ursprüngliche braune Farbe länger erhalten, welche auch die frischen Bruchflächen zeigten. Kristalle, die im Laboratorium im Dunkeln liegen gelassen wurden, zeigten die Anlauffarben erst nach längerer Zeit.

Versuch 3. Versuch 2 wurde in reiner Luft außerhalb des Laboratoriums wiederholt. Die Anlauffarben traten auch hier auf, doch erheblich langsamer als bei 2. Sehr rasch dagegen war die Einwirkung im direkten, nicht durch Glas geschwächten Sonnenlicht; in diesem Fall war schon nach einem Tag die stahlblaue Farbe wahrzunehmen. Im großen tritt in Glasgefäßen und Fässern im Verlauf von einigen Wochen ebenfalls eine allmähliche Verfärbung ein, die von oben nach unten fortschreitet.

Versuch 4. Frisch bereitete Kristalle wurden auf zwei Erlenmeyerkolben verteilt, die, nachdem der eine teilweise mit Kohlendioxyd angefüllt war, zugekorkt wurden. Nach einem Tag war unter der Einwirkung der Kohlensäure ebenfalls eine Verfärbung nach Violett zu beobachten.

Versuch 5. Kristalle von frisch bereitetem Permanganat wurden auf dem Boden eines Erlenmeyerkolbens ausgebreitet und dann ein mit konzentrierter Salzsäure gefülltes Reagenzglas schräg ein-

gelegt. Sofort trat eine in konzentrischen Kreisen fortschreitende Verfärbung von Braun über Violett und Stahlblau in Graphitschwarz ein, das nach einiger Zeit in stumpfes Braunschwarz überging.

Zusammenfassend läßt sich also sagen, daß die ursprüngliche bronzebraune Farbe der Permanganatkristalle infolge oberflächlicher Zersetzung durch den Kohlendioxydgehalt der Luft und wohl auch organischen Staub über Violett in Stahlblau übergeht; die oberste Lage wirkt dabei gewissermaßen als Filter und schützt die darunter liegenden Schichten. Sehr rasch tritt die Verfärbung in mineral-säurehaltiger Luft ein und wird ferner durch das Licht besonders beschleunigt. Die Angaben der Literatur, namentlich der Arzneibücher, sind also dementsprechend zu korrigieren. Die Bezeichnung in der Deutschen Pharmakopoe würde wohl am zweckmäßigsten so zu formulieren sein: „Trockene bronzebraune Kristalle, mit metallischem Glanz, beim Liegen an der Luft violette bis stahlblaue Anlauffarben annehmend.“

Auch hinsichtlich der Kristallform und die Angaben des Arzneibuches zweckmäßig abzuändern. Es findet sich lediglich die Bezeichnung „Prismen“, was kristallographisch richtig ist, aber, da hierunter im vulgären Sinne ausschließlich langgestreckte Kristall-individuen verstanden werden, doch zu Irrtümern Veranlassung geben kann. Vielfach kommen im Handel — je nach den Bedingungen der Kristallisation im Großbetrieb — auch kurzprismatische, fast isometrische Kristalle vor, und es erscheint deshalb zweckmäßiger, den auf alle Fälle passenden Ausdruck „rhombisch-bipyramidale“ oder bloß „rhombische Kristalle“ zu wählen.

Endlich ist auch noch die Angabe des Arzneibuches völlig irreführend, daß eine Lösung 1 + 999 Lackmuspapier nicht verändern darf und steht auch im Gegensatz zu der späteren Feststellung des gleichen Abschnittes, daß die Lösung durch Weingeist und andere reduzierende Stoffe entfärbt wird. Tatsächlich wird eine Permanganatlösung durch die meisten organischen Stoffe, namentlich durch Papier und auch durch den Lackmusestoff selbst reduziert, wobei dann unter Ausscheidung von Mangandioxyd freies Alkali gebildet wird. Bringt man einen Tropfen reiner Permanganatlösung auf rotes Lackmuspapier, so bildet sich je nach der Bereitung des Reagenzpapiers in kürzerer oder längerer Zeit ein brauner Fleck, der von einem blauen Hof umgeben ist. Die diesbezügliche Vorschrift des Arzneibuches müßte also bei der bevorstehenden Neuauf-lage ganz in Wegfall kommen. [A. 204.]

## Berichtigung:

Im Aufsatz Kropf: „Zur kolorimetrischen Vanadinbestimmung in Stählen“ (Ang. Chem. 35, 366 [1922], r. Sp.) Abschnitt: Durchführung der Bestimmung, 9. Zeile v. o. muß es heißen: ... oxydiert man mit je 1 ccm Salpetersäure (1,18) ... statt „... mit je 1 ccm Schwefelsäure.“ on.

## Rundschau.

Während der Herbstmesse in Frankfurt a. M. (8.—14. Okt.) wird ein „Tag der Technik“ (10. Oktober) stattfinden. Am Vorabend, 9. Oktober, wird mit verbindendem Vortrag des Direktors Schröder der Colonna-Filmgesellschaft, die den Einstein-Film herausgebracht hat, eine Auswahl von Werbe- und Industriefilmen zur Vorführung kommen. Am Dienstag, 10. Oktober, spricht Prof. Dr. Eberle (Darmstadt) über „Wärme- und Elektrowirtschaft“. Danach wird das „Haus der Technik“ der Frankfurter Messe besichtigt. Am Nachmittag werden unter anderm Generaldirektor Dr. Bergius, Prof. Fester, Prof. Ruppel, Direktor Dr. Vogelsang sprechen. Der Verband Deutscher Diplomingenieure beruft einen Gautag seiner südwestdeutschen Bezirksvereine. Abends 6 Uhr hält der vor kurzem von seinen wissenschaftlichen und Vortragsreisen nach Spanien und Amerika zurückgekehrte Professor für physikalische Grundlagen der Medizin, Dr. Friedrich Dessauer, einen Festvortrag über „Kulturwerte der Technik“. Für Mittwoch, 11. Oktober, sind Exkursionen nach Gustavsburg (Werk der Maschinenfabrik Augsburg-Nürnberg), nach Nied (Eisenbahnwerkstätte), nach Kesselstadt (Mainkraftwerk) sowie Besichtigung führender Frankfurter Industrieunternehmen und der Hauptbahnhofserweiterung in Aussicht genommen. Auskünfte und Teilnehmerkarten sind erhältlich beim „Ausschuß zur Vorbereitung des Tages der Technik während der Herbstmesse Frankfurt 1922“ (Haus Offenbach, Frankfurt a. M.).

## Neue Bücher.

Leitfaden für Eisenhüttenlaboratorien. Von Ledebur. Elfte Auflage. neu bearbeitet von H. Kinder, Chefchemiker der Rhein. Stahlwerke zu Duisburg-Meiderich, und Dr.-Ing. A. Stadeler, Laboratoriumsvorstand der Henrichshütte zu Hattingen-Ruhr. 182 Seiten mit 21 Abbildungen. Verlag Friedr. Vieweg & Sohn, A.-G. Braunschweig 1922. Preis geb. M 168, geb. M 240

Der bekannte Leitfaden von Ledebur hatte 9 Auflagen erlebt. Nach dem Tode Ledeburs war es fraglich, ob das Buch in die richtigen Hände kommen würde, die dem Buche den Ruf als zuverlässiger Ratgeber in allen einschlägigen Fällen erhalten könnten. Durch einsichtige Vermittlung des Vereins deutscher Eisenhüttenleute wurde die

<sup>1)</sup> Ztschr. f. phys. Chem. 8, 14 [1891].