

sind sie mit in gleicher Weise gebildeten Brauneisenerzen lagenförmig verwachsen. Auf die Wirkung dieses Erzbildungsprozesses, insbesondere der Durchdringung und Metasomatose des Nebengesteins ist die größere Mächtigkeit der sekundären Zone gegenüber der primären Zone zurückzuführen: Teile des Nebengesteins sind infolge der chemischen Umlagerung erzführend geworden und täuschen so eine größere Mächtigkeit des oberen Teiles der Lagerstätte vor. Ob tektonische Bewegungen nach der Bildung der Oxydationszone eingetreten sind, und die Erzumwandlung beeinflusst haben, läßt sich nicht mit Sicherheit sagen. Von größerem Verwurf sind die zwischen Hauptvorkommen und Endrevorkommen liegende Verwerfung und die verschiebungähnliche Störung am Osthange des Frinturatales, die jedoch allein die primäre Zone betroffen haben und auf den Erzbildungsprozeß ohne erkennbaren Einfluß geblieben sind.

Die Frage nach der Entstehung der primären kristallinen Kieselmanganerz- und Manganspatlagerstätte kann als geklärt gelten. Ähnliche kristalline Vorkommen finden sich im Glimmerschiefer der Karpathen nicht selten. Es mag nur an die vielen in Siebenbürgen, der Südbukowina und der nördlichen Moldau auftretenden Manganeisenerzvorkommen erinnert werden. Gemeinsam ist allen, daß das primäre Erz aus mangan- und eisenhaltigen Silikaten und Karbonaten besteht und konkordant den Glimmerschieferschichten eingelagert ist. Sie haben demnach eine dem Glimmerschiefer ähnliche kristalline Struktur, sind gleichen Alters und als sedimentäre Bildung aufzufassen.

Durch Verdrängung eines Kalklagers kann das Vorkommen nicht entstanden sein, weil der das Vorkommen in etwa 200 bis 400 m Entfernung begleitende Kalksteinzug, der ebenfalls dem Glimmerschiefer eingelagert ist, keine Umwandlungen zeigt.

Da der Glimmerschiefer als regionalmetamorph verändertes, vielleicht paläozoisches Sediment zu betrachten ist, so muß also auch das Erzlager die gleiche regionalmetamorphe Veränderung durchgemacht haben, die ihm die kristallinische Struktur

gegeben hat. Ob das ursprünglich gebildete manganhaltige Sediment eine Manganseife, ein See- oder Manganwiesenerz gewesen ist, läßt sich infolge der Metamorphose nicht entscheiden. Wie Kossmat hervorgehoben hat, kann gegen die sedimentäre Natur des ursprünglichen Erzlagers nicht die geringe örtliche Ausdehnung oder die wechselnde Mächtigkeit der Lagerstätte ins Feld geführt werden, da sowohl Manganseifen als auch See- und Wiesenerzbildungen ebenfalls meist eine nicht übermäßige große horizontale Ausdehnung besitzen.

Zusammenfassend mag nachstehend die geologische Geschichte der Lagerstätte im Rahmen der Entwicklung des Prelukagebirges wiedergegeben werden:

1. Ablagerung mangan- und eisenhaltiger Sedimente zugleich mit paläozoischen (?) Gesteinen.
2. Faltung: regionalmetamorphe Umwandlung des Nebengesteins zu Glimmerschiefer und Hornblende, des Erzsedimentes zum kristallinen Erzlager. Entstehung der Kieselmanganerze, des Manganspats und Magnetits.
3. Ablagerung mesozoischer Schichten.
4. Hebung des Gebirges über den Meeresspiegel; Abtragung der mesozoischen Sedimente, Entstehung der Rumpfoberfläche.
5. Hydrometamorphe Umwandlung des zutage ausgehenden Teiles des Erzlagers infolge subaerischer hydrolytischer Verwitterung. Entstehung der hydratischen und oxydischen Erze des „Eisernen Hutes.“
6. Senkung unter den Meeresspiegel. Überlagerung der Schichtköpfe des Glimmerschiefers und des Ausgehenden des Erzlagers durch eocäne, oligocäne, neogene Sedimente.
7. Hebung über den Meeresspiegel, Schollenbildung und -verschiebung; Kern des Prelukagebirges relativ am höchsten gehoben.
8. Abtragung der tertiären Decke. Langsame Weiteroxydation des Erzlagers. Einschneiden der jungen Täler in die primäre Zone, rascher voranschreitend als der Oxydationsvorgang.

Zur Kenntnis der oberhessischen Basalteisensteine.

Von Dipl.-Ing. Herbert Simons, Düsseldorf.

Trotzdem sich eine ganze Reihe von Schriften, hauptsächlich geologischen Inhalts, mit den Verbreitungsgebiete der oberhessischen Basalteisensteine herrschenden Verhältnissen befaßt, können unsere Kenntnisse von der chemischen Zusammensetzung, der Mineralogie und der Petrographie der einzelnen Bestandteile dieser eigentümlichen Erzvorkommen als noch in den Anfängen der Entwicklung bezeichnet werden. Dabei ist die Aufklärung der Natur der im Vogelsgebirge auftretenden Brauneisenerze Oberhessens und ihrer Genesis nicht nur vom wissen-

schaftlichen Standpunkt aus wichtig, sondern auch für den Bergmann von höchster praktischer Bedeutung.

Bisherige Theorien über die Bildung der Basalteisensteine.

Keiner der Autoren, die sich mit den Brauneisenerzen des Vogelsberges befaßt haben, zweifelt daran, daß sie aus den Basalten der gewaltigen Eruptivmasse des Vogelsbergvulkans entstanden sind, und zwar durch eigentümliche Zersetzungs Vorgänge, über deren Ursachen und Mechanismus, bzw. Che-

mismus, nun allerdings die Meinungen weit auseinandergehen. Es stehen sich vor allem zwei Theorien gegenüber: die eine will die Zersetzung der Basalte der normalen, nur besonders starken Verwitterung der Eruptivgesteine, wie sie in der Jetztzeit tätig ist, erklären und das Erz durch Auslaugung des Basaltes in situ entstanden sein lassen; die andere schreibt sie der Einwirkung von Fumarolen zu, deren reichliches Auftreten mit der vulkanischen Natur des Vogelsberges in einfachen Zusammenhang gebracht wird, für die Erzkonzentrationen wären eisenhaltige Quellen, ebenfalls vulkanischen Ursprungs, verantwortlich.

Hollmann (9), der modernste Vertreter der zuerst erwähnten Theorie, führt die oberhessischen Vorkommen von Basalteisenstein „auf atmosphärische Verwitterung zurück, die auf vorhandenen Zerklüftungszonen tiefer in die Erddecke eindrang. In dem verwitternden Gestein wurde ein großer Teil des Eisens zunächst in Lösung gebracht; infolge chemischer und physikalischer Bedingungen aber wurde dasselbe als Hydroxyd wieder abgesetzt, und zwar teils auf den Klüften und innerhalb der aufgelockerten Partien, teils an Stelle von gleichzeitig verdrängtem Gesteinsmaterial, wobei die Struktur des Muttergesteins makroskopisch wie mikroskopisch erhalten blieb“. Am Beispiel der Vorkommen auf Grube Hedwig bei Niederohmen im Ohmtal, deren Beschaffenheit und Aussehen er bis ins einzelne beschreibt, sucht Hollmann seine Ansicht zu beweisen. Er geht dabei viel objektiver vor, als Muenster (15), der die Thermaltheorie von Chelius (4) stützen will.

Chelius schloß auf Grund der seinerzeit bekannten Verbreitung der Eisenerze am Vogelsberg, „daß die oberhessischen Eisensteinlager in Gebieten vorkommen, wo große Verwerfungen oder schmale tektonische Gräben den Vogelsberg durchziehen. Innerhalb der Gräben und zunächst den Verwerfungen wurde der Basalt verschoben, zu Breccien zertrümmert, von Spalten, Klüften und Ablösungen durchzogen. Eiseneiche Quellen setzten auf allen Hohlräumen, über jedem Fremdkörper, an jedem von der Zertrümmerung verschonten Stück mehr oder weniger starke Schalen, Schichten und Bänke von Brauneisenstein ab“.

Die Theorien beider Parteien sollen vor allem die Konzentration des Eisens zu abbauwürdigen Lagerstätten erklären, die Zersetzungserscheinungen der verschiedenen Basalte und Tuffe dagegen sind als nur weniger wichtig behandelt worden. Der Chemismus der Umwandlungen des Basalts muß aber in Zukunft um so genauer untersucht werden, als die Lagerstättenbildung nicht in dem Maße, wie Chelius annimmt, von Verwerfungen und Klüften ausging, sondern ein mehr endogener als exogener Vorgang ist. Verwerfungen innerhalb der Erzlager waren zur Zeit meiner Begehungen des Vogelsberger Bergbaugesbietes (1914) nur im Felde der Grube Abendstern bei Hungen festzustellen, die aber zweifellos jünger als die Eisensteinbildung waren,

da dort Eisenstein an frischem Basalt, und Stück-erzlager an Wascherzen scharf abschnitten. Es muß zugegeben werden, daß das im allgemeinen streifenweise Vorkommen der Eisensteinlager den Gedanken nahelegt, daß die Erzzüge, die etwa die Richtungen N-S, NW-SO und SW-NO einhalten, an Verwerfungen gebunden scheinen, und gelegentlich ist das auch tatsächlich der Fall. Aber auch außerhalb dieser Linien treten Eisensteine auf, sogar in weiterer Verbreitung, als man bis dahin annahm.

Selbst wenn anzunehmen ist, daß die Erze im Seen- und Ohmtal in genetischem Zusammenhang mit Verwerfungen stehen (4, 15), so ist dieses Vorkommen eher so zu deuten, „daß sich die vorhandenen Eisensteinlager in den Tälern dieser kleinen Bäche als letzte Reste einer einst größeren Decke vor der Erosion und Denudation des Tertiärs und Diluviums gehalten haben (Stremme 1910)“. Die ursprüngliche, weitere Verbreitung der Erze ist aber nicht nur als unabhängig von Störungen und thermalen, allgemeiner: vulkanischen Einflüssen anzusehen; es ist vielmehr sogar nirgends beobachtet worden, daß die Erzbildung von Klüften oder Spalten ausging, die man als Verwerfer hätte bezeichnen dürfen.

Man muß also versuchen, die Bildung der eigenartigen Vogelsbergerze ohne Vorhandensein klaffender Wege, auf denen Erzlösungen zugebracht worden sein könnten, erklärlich zu machen. Hierzu ist die Verwitterungstheorie verwendbar, die Entstehung von Erzen allgemein im Verbreitungsgebiet der Vogelsbergbasalte durch atmosphärische Agentien annimmt. Gewiß kann es sich nicht um eine Verwitterung nach Art der heute im Vogelsberg tätigen handeln. „Aber die Verwitterungserscheinungen können auch nicht der Jetztzeit angehören, da die Tone, Eisensteine und Bauxite vielfach von diluvialen und alluvialen Ablagerungen bedeckt sind (16)“. Die tiefgründige Zersetzung der im Miocän zum Ausbruch gekommenen Vogelsberger Basalte, die ohne Zuführung juvenilen Eisens zur Anreicherung des basaltischen Eisengehaltes zu bauwürdigen Vorkommen führte, muß sich unter tropischem Klima vollzogen haben, wie es im Tertiär in Deutschland herrschte.

Wir haben es in den Basalteisensteinen also mit einer Art tropischer Bodenbildung zu tun; dafür spricht durchaus die leider nur noch nicht eingehend genug untersuchte chemische und mineralogische Zusammensetzung der Erzlager, ihre weitgehende Ähnlichkeit mit tropischen Lateriten und verwandten Böden. Ob und wie weit diese, außer durch einfache Verwitterung, entstanden ist durch Einwirkung von Braunkohlenablagerungen bzw. Moorwässern, eine Frage, die Stremme (16) aufwarf, muß noch dahingestellt bleiben; die geologische Aufnahme mußte hierzu erst weiteres Material liefern. Jedenfalls ist die Annahme aber berechtigt, daß das ganze Basaltgebiet von solchen Einflüssen, die zur Erzkonzentration führen mußten, betroffen wurde; basaltische Umwandlungsprodukte sind im Vogelsberg weit ver-

breitet, auch ohne daß Brauneisenerz darin bauwürdig auftritt.

Primäre Erze: Beitrag zu neuer genetischer Erklärung.

Erzkonzentrationen nun treten nur dort auf, wo der Basalt bereits weitgehend zersetzt ist, nie in frischem Gestein. In einem grauen, graugelben oder rötlichen, bei zunehmender Zersetzung immer farblosen, zunehmend zermürbten Verwitterungsprodukt des Basalts tritt das Brauneisen zunächst spärlich, dann in wachsenden Mengen in Form von Schnüren, Bändern und Schalen auf, die den bekannten Absonderungsflächen des Basalts folgen, von welchen im Vogelsberg hauptsächlich die lagenförmigen und kugelligen auftreten. Die Struktur des Basalts bleibt äußerlich und mikroskopisch in dem Zersetzungsprodukt vorzüglich erhalten. Dieses zerfällt in trockenem Zustand zu bröckeligen Schalen und Grus, in berg- oder regenfeuchtem fühlt es sich mehr oder weniger tonig und fettig an, ist außerordentlich zäh und mit dem Messer schneidbar. Im Innern der Kugeln und linsenförmigen Körper, die von den Absonderungsflächen begrenzt werden, finden sich als Kerne noch unzersetzte oder fast frische Basaltmassen. Die dunklen Linien und Streifen, die häufig in Systemen zahlreicher paralleler Ebenen und konzentrischer Kugeln, den horizontalen oder kugelligen Absonderungsflächen der Basalte folgen, sind auf niedrigen Stufen der Erzkonzentration nur Färbungen der zersetzten Basaltmasse durch Eisenausscheidungen.

Bei weiterer Zersetzung und Auslaugung der Basalte und zunehmender Eisenkonzentration entstehen parallele und konzentrische dünne Schalen von Toneisenstein oder Brauneisenerz. Diese Art des Vorkommens ist noch unbauwürdig; sie wird von den einheimischen Bergleuten „Tuff“ genannt, die festen Kerne von frischem Basalt „Bomben“; Bezeichnungen, die natürlich nicht petrographisch exakt sind, jedoch mehrfach Anlaß zu Fehlern in der Beschreibung und Auffassung gegeben haben.

Chemisch ist das beschriebene Zersetzungsprodukt gegenüber dem frischen Basalt durch folgende Analysen (von Bergrat Dr. Schottler) charakterisiert:

| | 1. | 2. |
|--|--------|--------|
| Si O ₂ | 46,66 | 42,91 |
| Ti O ₂ | 1,78 | 7,27 |
| Al ₂ O ₃ | 15,94 | 32,41 |
| Fe ₂ O ₃ | 4,27 | 12,73 |
| Fe O | 8,43 | 2,33 |
| Mg O | 8,68 | 0,66 |
| Ca O | 8,86 | 0,87 |
| Na ₂ O | 3,10 | 0,27 |
| K ₂ O | 1,73 | 0,21 |
| P ₂ O ₅ | 0,37 | 0,34 |
| | 100,02 | 100,00 |

1. Basaltgrube Mücke,
2. „ „ „ , zersetzt zu grauer Masse.

Diese wasserfrei berechneten Analysen lassen nicht erkennen, daß das Zersetzungsprodukt beim Analysieren starke Glühverluste erleidet (H₂O = ca. 10—15%). Die Veränderung des frischen Basalts besteht also darin, daß eine starke Hydratisierung vor sich geht, die Alkalien und Erdalkalien fast ganz weggeführt, die Kieselsäure nur wenig vermindert, Titansäure und Tonerde dagegen stark angereichert werden; die Phosphorsäure bleibt fast konstant, ebenso der Eisengehalt, doch wird das Eisen zum größten Teil in Oxyd übergeführt: diese Verhältnisse ähneln sehr den Vorgängen bei der Kaolinisierung.

Solche von nur dünnen Erzschnüren durchzogene oder nur erst eisenpigmentierte „Tuffe“ gehen in bauwürdige Lager über, wenn die Erzschnüre stärker werden und sich schärfer gegen die basaltischen Zersetzungsprodukte abgrenzen, während diese selbst mürber und weicher, noch toniger, fettiger und lehmiger werden, je nach der Vollständigkeit der Zersetzung der Basalte. Sie werden als „Wascherz-lager“ bezeichnet, da sich das Brauneisenerz schon durch einfaches Auswaschen der tonigen und sonstigen völlig erweichten basaltischen Bestandteile gewinnen läßt.

Die „basaltische Struktur“ der „Tuffe“ bleibt auch in diesem in situ primär aus den Basalten entstandenen Wascherzen erhalten. Die „Breccienstruktur“ Münsters (15) möchte ich ebenso erklären wie die basaltische Struktur, nur daß diese aus den zentralen Teilen von Lavaströmen, jene aus schlackigen Stromoberflächen oder Schlackenagglomeraten sich gebildet haben mag, so daß die Erzschnüre nicht runden glatten Flächen folgen, sondern im Schnitt einen eckigen unregelmäßigen Verlauf zeigen. Dafür spricht das lagenweise Auftreten der „Breccienstruktur“, die ich also nicht, wie Münster, für durch Verwerfung entstandene und durch Eisenlösungen verkittete Trümmerzonen in den Basalten bezeichnend halten kann. Es ist möglich, daß zur Zeit keine Aufschlüsse vorhanden waren, die typische Breccienstruktur im Sinne Münsters und ihre Bildung durch Verwerfungen erkennen ließen.

Außer der Basalt- und Breccienstruktur führt Münster eine „Tuffstruktur“ an; diese ist dadurch gekennzeichnet, daß „die Erzschnüre mit sanft gerundeten Windungen in dem gelblichen, tonigen Gestein liegen. Die feinen Brauneisenerzstreifen, die für die gelben Lagerteile charakteristisch sind, verlaufen im allgemeinen parallel, wenigstens in gleicher Richtung mit den erwähnten Erzschnüren. Sie sind zum Teil in ihrem Verlauf durch rundliche Einlagerungen in der Lagermasse beeinflusst worden“ (15). Hier scheint mir eine wenigstens nicht für alle Fälle richtige Beobachtung vorzuliegen, denn auf Grube Eichholz bei Niederohmen, wo ich die geschilderte Struktur am besten ausgebildet fand, tritt sie in einem Zersetzungsprodukt auf, das mit aller gewünschten Klarheit, da die ursprüngliche Basaltstruktur vorzüglich erhalten geblieben ist, erkennen läßt, daß es aus

einem porösen oder mandelreichen Basalt oder lungsteinartigen Trapp gebildet wurde. Auffallend ist, daß derselbe Basalt zu Wascherz teils mit basaltischer, teils — und zwar dicht daneben — mit Tuffstruktur zersetzt worden ist. Auf Grube Abendstern bei Hungen ist völlig zu Tonmasse umgewandelter (echter) Tuff nachweisbar. Er zeigt zwar die Münstersche „Tuffstruktur“, aber die Linien derselben folgen nicht den Schichten des Tuffs, sondern sind von ihnen gänzlich unabhängig: Häufig genug setzen sich die Streifen und Bänder der „Tuffstruktur“ ungestört mitten durch Tuffbrocken hindurch fort!

Die den Wascherzlagern fast stets eigentümliche Bänderung in konzentrischen und schichtartigen Systemen, die von Hollmann (9) eingehend besprochen wurde, halte ich für identisch mit der „Tuffstruktur“. Sie wird, wie diese, erzeugt durch schichtweise Pigmentierung der weißen, gelben, grauen oder sonst schwach gefärbten tonigen Zersetzungsprodukte mit Brauneisenerz und es ist charakteristisch, daß man in Zweifelsfällen an ihrem Vorhandensein erkennen kann, ob ein Lager primär ist oder sekundär. Offenbar ist gelegentlich diese schichtartige Bänderung mit echt sedimentärer Tuffstruktur verwechselt worden. Wenigstens in den oben erwähnten Aufschlüssen in Grube Eichholz liegt keine wirkliche auf Sedimentation von tuffigem Material zurückzuführende Struktur vor, sondern eine vorzüglich ausgebildete Bänderung, die bis auf den hier erheblich größeren Maßstab der Bänderung von Achaten völlig gleicht.

Dieser Vergleich, mit dem die weitestverbreitete Struktur des Wascherzes am einfachsten und klarsten ohne weiteres gekennzeichnet und beschrieben werden kann, eröffnet neue Wege für die Untersuchung und genetische Deutung der Vogelsberger Brauneisenlagerstätten: Es sei nämlich erinnert an Liesegangs Erklärungen der Achatbildung durch rhythmische Fällungen (14). Durch solche ist nach meiner Ansicht auch die Bänderung der Wascherze entstanden. Sie stellt keine durch echte Schichtung, durch Sedimentation entstandene Tuffstruktur dar, sondern eine „Schichtung im Sinne des Physikers“ (14), wie sie auftritt, wenn z. B. geeignet konzentrierte Lösungen von Silbernitrat und Kaliumbichromat in Gelatine gegeneinander diffundieren. Berücksichtigt man, welche gewaltige Bedeutung die Fortbewegung von Materie auf dem Wege der Diffusion für die geologische Dynamik hat, so ist man nicht mehr, wie Chelius und Münster, gezwungen nach offenen Bahnen, Hohlräumen, Klüften und Verwerfungen zu suchen, in welchen Eisen- und Kohlensäurelösungen aufsteigen konnten.

Es muß eingehenderen Untersuchungen überlassen bleiben, die Anwendbarkeit der Diffusionstheorie, welche die Verwitterungstheorie weiter ausbauen soll, bezüglich unserer Lagerstätten im einzelnen zu prüfen. Die Aufgabe wird die sein nachzuweisen, wie sich allein infolge von Diffusionsvorgängen an einzelnen Stellen eines ursprünglich homogenen Mittels Braun-

eisenerz zu bauwürdigen Mengen konzentrieren konnte, welche chemischen Reaktionen dabei in Betracht kommen konnten. Das, wenigstens relativ, homogene Mittel sind hier die verschiedenen im Vogelsberg auftretenden Basaltvarietäten und die tonigen und lehmigen Zersetzungsprodukte, die sich aus ihnen unter dem Einfluß von allgemein wirkenden Agentien, im Gegensatz zu den nur lokal auftretenden der Thermaltheorie, gebildet haben müssen und nun ein für Diffusionen und für die Festhaltung der dabei entstehenden Fällungen am Orte ihrer Bildung vorzüglich geeignetes Material abgeben. Allgemein wirkende Agentien können z. B. kohlenensäure-, humus-säure- oder alkalihaltige Sickerwässer sein, deren Anwesenheit überall gegeben ist, und mit deren Hilfe schon mehrfach die Erklärung eigentümlicher Verwitterungsböden erfolgreich versucht wurde (z. B.: 1, 10, 13, 16, 17).

Mit Hilfe der Diffusionstheorie wird sich vor allem wahrscheinlich auch das Dunkel erhellen, das über der Entstehung der sogen. Stückerzlager liegt. „Stückstein“ oder „Stückerz“ heißen im Gegensatz zum Wascherz im Vogelsberg diejenigen Brauneisensteine, welche so mächtig und derb, fast mineralogisch rein sind, daß sie nach ihrer Gewinnung sofort ein hochprozentiges Fertigprodukt darstellen. Sie treten gegenüber dem in großen Massen erscheinenden Wascherz der Menge nach zurück, haben aber für den Bergbau doch erhebliche Bedeutung wegen ihrer chemischen Zusammensetzung:

| 1. | | 2. | |
|--------------------------------|-----------------|--------------------------------|-----------------|
| SiO ₂ | 8,35 | SiO ₂ | 3,06 |
| TiO ₂ | 3,00 | | |
| Al ₂ O ₃ | 14,10 | Al ₂ O ₃ | 1,79 |
| Fe ₂ O ₃ | 57,98 | Fe | 54,08 |
| MgO | Spur | | |
| CaO | 0,40 | Mn | 0,84 |
| H ₂ O bis 100° | 2,40 | | |
| H ₂ O über 100° | 13,66 | P | 0,228 |
| | 99,89 | | |

1. Eisenstein nach Liebrich (Bauxit. 28. Bericht der oberhess. Ges. f. Natur- u. Heilkunde, Gießen 1892).

2. Brauneisenstein aus Grube „Alte Hoffnung“ bei Langsdorf (Anal. von Dr. Dieffenbach).

Besonders Analyse 2 stammt von einem ganz vorzüglichen Erz, denn für gewöhnlich bewegt sich der Gehalt der Stückerze an Eisen nur zwischen 44 und 49 % (Grube „Abendstern“ bei Hungen.)

Man muß offenbar drei Arten des Vorkommens von primären Stückerzen unterscheiden: erstens solche, die aus stärkerer Konzentration von Brauneisenerz im Wascherzlager entstehen (z. B. Grube „Atzenhain“ bei Atzenhain), zweitens Konkretionen, welche in vollständig vertontem Zersetzungsprodukt der Basalte liegen (Grube „Ver. Wilhelm“ bei Hungen), drittens konkretionäre Bildungen, die im grauen Zersetzungsprodukt, dem „Tuff“, als unter Umständen recht umfangreiche, bis 1½, ja sogar 2 m mächtige Linsen oder Lager vorkommen (Grube „Abendstern“; 15, Profil Grube „Hoffnung“).

Die Stückerze im Wascherz bieten der Erklärung durch Diffusionsvorgänge kaum noch Schwierigkeiten: Die Bedingung für das Zustandekommen rhythmischer Fällungen ist die, daß die miteinander reagierenden Lösungen in den richtigen Konzentrationen auftreten. Sind diese dagegen zu groß, so entstehen keine rhythmischen Fällungen, sondern die Reaktionsprodukte fallen in geschlossener Form aus. So ist es erklärlich, daß in den gebänderten Lagerteilen Partien, in denen nur eine Pigmentierung des Zersetzungsproduktes mit Eisenverbindungen stattgefunden hat, wechseln mit solchen, wo reines Brauneisenerz in der Bänderung parallelen Schnüren vorliegt, als Kennzeichen für Störungen im Fällungsrhythmus.

Die Stückerzsvorkommen in tonigem Material werden wohl als konkretionäre Bildungen aufgefaßt werden dürfen. Sie besitzen die diesen eigentümliche äußere Begrenzung und sind dadurch ausgezeichnet, daß sie ihre „Gelerz“-Natur vorzüglich erkennen lassen (12).

Die für den Bergmann wichtigeren, weil aushaltenderen Stückerze sind die in den grauen Zersetzungsprodukten auftretenden. Die Anhänger der Thermaltheorie sehen sie als die unmittelbaren Absätze der dort auf Klüften aufsteigenden Mineralquellen an. Es ist dann aber nicht einzusehen, weshalb diese Stückerze, welche auf ziemlich weite Strecken hin ausgesprochene Horizonte einhalten, die sich allerdings um einige Meter wellenförmig heben und senken, und nicht viel mehr, häufiger als man das bisher fand, steil stehen, wenn sie wirklich Verwerfern, die Gräben begrenzen, oder Trümmerzonen zwischen auf und ab bewegten Schollen folgen.

Man braucht aber die Anwesenheit von fast mineralogisch reinem Brauneisenerz in solchen Mächtigkeiten nicht unbedingt durch Zuführung von Eisen auf offenen Bahnen zu erklären: Es braucht durch nur kapillarweite Spalten (Absonderungsflächen, Verwitterungsrisse) bloß Wasser, Kohlensäure und Sauerstoff in das Gestein eingedrungen zu sein, was dann zu einer exogenen Fällung von Eisen im Spalt, also zu einer Lateralsekretion führte (14 S. 109). In der einmal gebildeten Eisenverbindung können die wirksamen Lösungen weit diffundieren und fernerhin dem Gestein Eisen entziehen. Indem sich die neugebildeten Eisenverbindungen zu der schon vorhandenen Fällung hinziehen, kann sich der ursprünglich kapillare Spalt erweitern. Andererseits ist aber auch die Möglichkeit vorhanden, daß sich an dem von der Lateralsekretion betroffenen Gestein metasomatische Vorgänge und Pseudomorphosenbildungen abspielen. Tatsächlich kann man für den Vogelsberg eine ununterbrochene Reihe aufstellen, an deren einem Ende reiner Brauneisenstein, an deren anderem Ende das arme graue Zersetzungsprodukt des Basalts steht, während sich zwischen diesen beiden Endgliedern alle Stadien der Umwandlung des Zersetzungsproduktes in Brauneisenstein unter allmählicher Zerstörung der basaltischen Struktur in der Natur nachweisen lassen.

Es ist anzunehmen, daß sich bei der Zersetzung des Basalts zunächst stets Gelerze bilden, die erst mit der Zeit in krypto-, dann phanokristallines Erz übergehen. Die eigentümliche Lokalisierung der Stückerzlager im „Tuff“, ihr Vorkommen darin immer im Liegenden der Wascherze, ohne daß sie mit diesen irgendwie räumlich verknüpft wären, und ihre in horizontaler Richtung gelegentlich nicht unerhebliche Erstreckung legen den Gedanken nahe, daß sie an den Grundwasserspiegel, wie er zur Bildungszeit der Erze stand, geknüpfte Erscheinungen sind.

In eigentümlicher Weise vergesellschaftet kommen mit den Eisenerzen des Vogelsbergs akzessorische Mineralien vor, deren Paragenese vom Standpunkt der Diffusionstheorie neu zu beleuchten sein wird. Die eingehenden Arbeiten Liebrichs über den Bauxit sind bereits etwas alt, die Rolle des Bauxits in den Erzlagern und den basaltischen Zersetzungsprodukten sowohl, als auch sein Auftreten auf selbständigen Lagerstätten im Vogelsberg wäre neu zu untersuchen. Das gleiche gilt für das Erscheinen von Hornsteinkauern in den bauxitischen Tonen und Lagerstätten des Vogelbergs; über deren Vorkommen und Natur besteht noch ziemliche Ungewißheit (1, 16). Ein weiterer Umstand, der für die genetische Erklärung der Vogelsberger Erze wichtig ist, ist die räumliche Trennung von Eisen- und Manganerzen. Letztere, ebenfalls Auslaugungsprodukte der Basalte, treten stets dort auf, wo man mit einem Aufhören der Eisenerzlagerstätte rechnen muß, an den Rändern der Mulden, in welchen die Eisenerze eingebettet sind, oder auf Klüften und Mandelräumen im basaltischen Zersetzungsprodukt. Schließlich treten in den Erzlagern häufig völlig erzfreie weiße, graue, gelbliche oder rötliche Tone in Form von Linsen, Kugeln oder schichtartig ausgedehnten Mitteln auf, an denen die Bänderung der rhythmischen Fällungen auffallende Ablenkungen erfährt.

Auftreten und Form der primären Lager.

Aus dem Gesagten geht wohl bereits hervor, daß von einer „erzführenden Schicht“, die „mit derartig scharfer Grenze auf dem Basalt aufruhet, daß sich beim Abbau des unteren Teils des Lagers keine Schwierigkeiten bezüglich der Erkennung der Grenze bieten“ (15), im allgemeinen keine Rede sein kann. Wenn eine scharfe Grenze vorliegt, werden zu ihrer Erklärung Verwerfungen herangezogen werden müssen. Nach meinen Beobachtungen gibt es normalerweise nur so allmähliche Übergänge, wie von frischem zu zersetztem Basalt, so auch von diesem zu Erzlagern, daß man eine Scheidung nur auf Grund der technischen Verwendbarkeit aufstellen kann. Soweit das Verwitterungsprodukt des Basalts noch nicht reich genug an Brauneisenerzausscheidungen oder noch zu frisch ist, als daß es erfolgreich verwaschen werden könnte, wird es nicht abgebaut und als „Tuff“ stehen gelassen. Das „Liegende“ der

nutzbaren Lagerstätte ist also nur ein technischer Begriff; das geologische Liegende der Verwitterungszone ist der frische Basalt.

Gegen die Teufe zu ist die Basaltzersetzung an verschiedenen Stellen sehr wechselnd tief eingedrungen; wir treffen Stückerze in „Tuff“, die zutiefst auftretenden Erze, z. B. auf Grube Abendstern bei Hungen, in 40—60 m Teufe. Auch die Mächtigkeit der abbauwürdigen Lager schwankt erheblich: die Wascherzlager erreichen bis zu 25 m Mächtigkeit. Das Liegende der bauwürdigen Erze besitzt eine sehr unregelmäßige Oberfläche; die noch zu wenig zersetzten, noch zu armen und daher unbauwürdigen „Tuffe“ können sich gelegentlich inmitten eines reichen Lagers kegelförmig bis zu Tage erheben. Auch finden sich innerhalb der Erzlager, ohne Zusammenhang mit dem entstehenden frischen Basalt, manchmal nicht unbeträchtliche unbauwürdige Massen, die ihrerseits wieder alle Übergänge von frischem Basalt zu „Tuff“ und mehr oder weniger reichem Erz zeigen.

Die Verbreitung der Basalteisensteine hat sich als weiter herausgestellt, als man zunächst nach der Thermaltheorie annehmen konnte. Bis in den hohen Vogelsberg hinauf sind sie nachgewiesen, wenn sich auch die wichtigsten Vorkommen in der Gegend des Seen- und Ohmtales sowie westlich und südwestlich davon gefunden haben. Es sind an orographisch begünstigten Stellen oder in tektonisch versenkten Gebieten erhalten gebliebene Reste der früher allgemein verbreiteten tertiären Verwitterungsrinde. Sie erscheinen an flachen Talgehängen oder auf sanften Hügelrücken als Ausfüllung von tiefen, langgestreckten Mulden oder mehr rundlichen Becken.

Sekundäre Erze.

Gleichzeitig mit der Bildung der basaltischen Umwandlungsprodukte wird aber auch schon wieder eine Zerstörung der Erzlagerstätten durch den Wasserkreislauf begonnen haben. Die Zerstörungsprodukte der primären Lager (2) haben stellenweise wieder geologische Gestalt erlangt und sind örtlich für den Bergbau sogar von hervorragender Bedeutung geworden. Bei der Abtragung der primären Lagerstätte durch Verwitterung oder durch fließendes Wasser blieb das Brauneisenerz als sehr beständige Verbindung wenig oder gar nicht beeinflusst erhalten und erlitt nur eine mehr oder weniger weitgehende Umlagerung und Zertrümmerung, ganz im Gegensatz zu den basaltischen Zersetzungsprodukten, die sehr wohl noch weiter umwandlungsfähig waren. Wir finden sie, nach der Zertrümmerung der sie schützenden Erzschalen allen zersetzenden Einflüssen zugänglicher geworden, in den sekundären Lagern vollständig zu Ton oder Lehm Massen umgebildet. Diese Zersetzungsprodukte der sekundären Lager weisen gegenüber den vorwiegend weißen bis gelben primären eine viel dunklere rote oder braune Färbung auf, die aber weniger von einem höheren Gehalt an gewinnbarem Erz herrührt, als gewiß oft dem hier selten fehlenden und meist reichlich vorhande-

nen eisenreichen Bauxit zugeschrieben werden muß. Auch durch den Aufbau unterscheiden sich primäre und sekundäre Lager sehr deutlich: Letztere weisen nie mehr die Strukturen der in situ gebildeten Erze auf, sondern sind entweder massig oder mehr oder weniger gut geschichtet, je nachdem fließendes Wasser eine größere oder kleinere Rolle bei der Umlagerung des primären Materials spielte.

Für den Bergbau ist der Umstand besonders wichtig, daß bei der Bildung des sekundären Lagers nicht nur eine vollendete Auflösung der Verbände des primären Lagers, eine Aufschließung, herbeigeführt, sondern auch eine Sortierung und Anreicherung der Mineralien nach dem spezifischen Gewicht veranlaßt wurde. Die Schichtung der sekundären Erze wird häufig dadurch hervorgerufen, daß ganze Bänke fast nur aus mehr oder weniger scharfkantigen Erztrümmern der primären Brauneisenschalen und -schnüre bestehen. Diese kommen in allen Größen vor bis zu Blöcken reinen Brauneisenerzes von $\frac{1}{2}$ m Durchmesser, den Resten zerstörter Stückerze. Anhäufungen solcher sekundär abgelagerten Stückerze heißen „Rolllager“. Gelegentlich zeigen sich deutliche Hinweise darauf, daß die Erzbrocken sich tertiär durch Konkretion vergrößert haben. Der Bildung von Konkretionen scheint die tonig-lehmige Masse der sekundären Lager sehr förderlich zu sein.

Die sekundären Vorkommen erscheinen als terrassenähnliche Bildungen, die einen alten Talboden und die Hänge über ihm samt den primären Wascherzen weithin verhüllten, heute aber wieder von Talwassern zersägt worden sind. Ihre rasch und in weiten Grenzen schwankende Mächtigkeit steigt bis zu 25 m. Auch das Verhältnis der Mächtigkeiten des primären Lagers zum sekundären wechselt in weitesten Grenzen: Man findet Vorkommen, in denen das sekundäre Erz gegenüber dem primären fast bedeutungslos ist, und andere, in denen ein sehr starkes sekundäres Lager über ganz geringmächtigem primärem Wascherz liegt. Felder, in denen letzteres der Fall ist, werden als besonders wertvoll angesehen, weil das sekundär vorkommende Wascherz leichter und einfacher als primäres aufzubereiten ist.

Der Abraum über primären wie sekundären Lagern, Löß oder Gehängeschutt, erreicht selten Mächtigkeiten über 6 m; als Mittel sind etwa nur 2 m Deckgebirge zu rechnen. Bei dieser geringen Bedeutung der überlagernden Schichten wird die Bauwürdigkeit der Lager nur selten durch sie stärker herabgedrückt oder gar aufgehoben.

Die petrographischen Verhältnisse der Erzlager in ihrer Bedeutung für die Aufbereitung.

Der Bergbau hat bei der Zugutemachung der Vogelsberger Basalteisensteine, die ein Haufwerk von im Durchschnitt nur 25 % Metallgehalt und 35 % Rückstand liefern, mit sehr bedeutenden Schwierigkeiten zu kämpfen, die im wesentlichen aus den geschilderten genetischen, petrographischen und mineralogischen Verhältnissen der Erzlager entspringen.

Bis 1914 wurde bei der Aufbereitung durchschnittlich ein Gewichtsausbringen von nur 16–20 %, in schon sehr günstigen Fällen bis 25 %, und ein Metallausbringen von rd. 30 % erzielt! Es ist also zweifellos heute mehr als je wünschenswert, daß der Wirkungsgrad der oberhessischen Aufbereitungen möglichst verbessert wird, es fragt sich aber, wie weit dies überhaupt auch nur theoretisch möglich wäre. Es ist ja ein anerkannter Grundsatz, daß eine über eine gewisse Grenze hinausgetriebene Anreicherung der Erze unrentabel wird, weil die Kosten der Anreicherung dann rascher steigen, als die Erhöhung der Metallgehalte im Fertigprodukt. Für die besprochenen Eisensteine, glaube ich, aber muß die Grenze stets ziemlich niedrig angesetzt werden, da man einen in der Natur der Erze liegenden wichtigen Umstand nicht übersehen darf.

Wir haben oben die eigentümliche Streifung und Bänderung der zu Wascherz zersetzten Basalte auf rhythmische Fällung von Eisenverbindungen zurückzuführen versucht und die Bildung der massigen Brauneisenschnüre durch Störung der für Fällungsrhythmen geeigneten Konzentrationen erklärt. Da, wo das Eisenerz, wie in den nur pigmentierten Streifen, erst gering konzentriert ist, befindet es sich etwa in einem Zustand kolloidaler Fällung suspendiert in der tonigen Zersetzungsmasse des Basalts. Bei steigender Menge des in einem Streifen ausgefallenen Eisens entstehen alle Übergänge zu mehr oder weniger unreinem Toneisenstein und bis zu reinem Brauneisen, wenn der Zersetzungston nach und nach ganz zurücktritt.

Während nun die ersten Glieder dieser Entwicklungsreihe für die Gewinnung in der Aufbereitung in keiner Weise in Betracht kommen können, und auch ein großer Teil der Toneisensteine nicht auf höhere Metallgehalte gebracht werden kann, weil es bisher kein erfolgversprechendes Verfahren gibt, die feinsten im Ton suspendierten Brauneisenerzteilchen zu konzentrieren, müssen sich die Versuche zur Verbesserung der Aufbereitung besonders mit den mit Eisen schon stärker angereicherten Zersetzungsprodukten befassen, und endlich das Brauneisen selbst wird bei Anwendung einiger Sorgfalt durchweg gewinnbar sein. Da aber die gebänderten Tone die Hauptmasse eines Wascherzlagers ausmachen, in der somit ein sehr beträchtlicher Anteil des gesamten Eisengehaltes, aber in einer für die Nutzbarmachung wertlosen Form, enthalten ist, so müßte dieser Eisengehalt des Haufwerks, der schon der Theorie zufolge nicht gewonnen werden kann, bei der Berechnung des Metallausbringens von vornherein in Abzug gebracht werden.

Von diesen theoretisch zu erwartenden, aber bisher nicht in Rechnung gezogenen Verlusten wird m. E. das Ausbringen der oberhessischen Aufbereitungen viel mehr herabgedrückt, als von denjenigen Eisenmengen, die an Silikate oder an basaltisches Glas gebunden sind, und die nicht gewonnen werden dürfen, weil sie den Rückstand im Fertigprodukt

unliebsam erhöhen würden. Solche Verbindungen können im Wascherz nur in kleinen Mengen sein, da Gläser als sehr leicht zersetzliche Bestandteile des Basalts darin längst nicht mehr vorhanden sein können, und die wenigen Prozente von Kieselsäure nicht an Eisen, sondern im wesentlichen wohl an Tonerde gebunden vorliegen.

Leider hat bisher nur Köbrich (11, in „Stahl und Eisen“) die Frage nach der Art und Form der Eisenbindung im Basalteisenstein berührt, die für die Praxis von so ersichtlich hoher Bedeutung ist. Erst nach ihrer Bearbeitung auf Grund der angeführten Gesichtspunkte wird man für eine bestimmte Aufbereitung feststellen können, wie weit die Anreicherung im Fertigprodukt bei höchster Wirtschaftlichkeit möglicher- und notwendigerweise getrieben werden kann und muß: Wenn es sich nämlich zeigen sollte, daß bei einer Aufbereitung sogar gegebenenfalls hohe Verluste durch die einer Gewinnung ungünstige Bindungsart des Eisens entstehen, so wäre es technisch sicherlich falsch, das Ausbringen über die Grenze steigern zu wollen, welche aus der Untersuchung des Haufwerks gefunden wird. Natürlich hat aber der Aufbereitungstechniker unbeirrt weiter nach Verfahren zu suchen, durch welche auch die bisher nicht gewinnbaren Teile des Eisengehaltes aus den Basalteisensteinen erhalten und nutzbar gemacht werden können.

Literatur.

- (1) Bauer, Beiträge zur Geologie der Seyschellen, insbesondere zur Kenntnis des Laterits. N. Jahrb. 1898. — Beitrag zur Kenntnis des Laterits, insbesondere dessen von Madagaskar. N. Jahrb. Festband 1907.
- (2) Beyschlag, Die Eisenerze des Vogelsberges. Z. f. pr. G. 1897.
- (3) —, Krusch und Vogt, Die Lagerstätten der nutzbaren Mineralien.
- (4) Chelius, Eisen und Mangan im Großherzogtum Hessen und deren wirtschaftliche Bedeutung. Z. f. pr. G. 1904. — Der Eisenerzbergbau in Oberhessen, an Lahn, Sieg und Dill. Z. f. pr. G. 1904. — Geologischer Führer durch den Vogelsberg. 1905.
- (5) Delkeskamp, Die Bedeutung der Konzentrationsprozesse für die Lagerstättenlehre und die Lithogenesis. Z. f. pr. G. 1904.
- (6) Einecke und Köhler, Die Eisenerzvorräte des Deutschen Reiches. Arch. f. Lagerstättenforschung. 1910.
- (7) Geologische Spezialkarte des Großherzogtums Hessen; Sekt. Gießen (Dieffenbach), Sekt. Schotten (Tasche).
- (8) Geologische Karte des Großherzogtums Hessen im Maßstab 1:25 000; Bl. Gießen, aufgen. und erläutert von Schottler. 1903.
- (9) Hollmann, Über Basalteisenstein des nordwestlichen Vogelsberges. Dissert. Gießen 1909.
- (10) Kaiser, Über Bauxit und lateritartige Zersetzungsprodukte. Z. d. Deutsch. Geol. Ges. 1904.
- (11) Köbrich, Magnetische Erscheinungen an Gesteinen des Vogelsberges, insbesond. an Bauxiten. Z. f. pr. G. 1905. — Über die Eisenerzlagerstätten in Oberhessen, die heutigen Aufschlüsse und ihre zukünftige Bedeutung. Stahl und Eisen, 1914. — Der Bergbau des Großherzogtums Hessen. Darmstadt 1914.

- (12) Krusch, Primäre und sekundäre Erze unter Berücksichtigung der „Gel“- und der schwermetallreichen Erze. Z. f. pr. G. 1913.
- (13) Liebrich, Beitrag zur Kenntnis des Bauxits vom Vogelsberg. Dissertation. Gießen 1891. — Bauxit, 28. Ber. d. oberhess. Ges. f. Natur- und Heilkunde. Gießen 1892. — Über die Bildung von Bauxit und verwandten Mineralien. Z. f. pr. G. 1897.
- (14) Liesegang, Geologische Diffusionen. 1913.
- (15) Münster, Die Brauneisenerzlagerstätten des Seen- und Ohmtales am Nordrand des Vogelsgebirges. Z. f. pr. G. und Dissert. Gießen 1905.
- (16) Stremme, Über die Beziehungen einiger Kaolinlager zur Braunkohle. N. Jahrb. 1909. — Überreste tertiärer Verwitterungsrinden in Deutschland. Ber. über die Fortschr. d. Geol. I, 1910. — Nachtrag zu meiner Besprechung: Überreste tertiärer Verwitterungsrinden in Deutschland. Ebenda II, 1911.
- (17) Streng, Über die Verwitterung der basaltischen Gesteine des Vogelsberges. Z. d. Deutsch. Geol. Ges. 1887.
- (18) Tasche, Toniger Brauneisenstein: dessen vormalige und jetzige Gewinnung und Benutzung im Vogelsberg. N. Jahrb. 1852. — Über das Vorkommen von Eisenerzen und deren Gewinnung im östlichen Teil der Provinz Oberhessen. Notizbl. d. Ver. f. Erdk. 1856.
- (19) N. N., Bergbau im Großherzogtum Hessen, 1902 bis 1907. Z. f. pr. G. 1908.
- (20) Würtemberger, Eisenerzbergbau am Vogelsberg. Glückauf 1891.

Literaturbesprechungen.

Beutell, A.: **Wachstumserscheinungen des Kupfers, Silbers und Goldes.** (Centralbl. f. Min. usw. 1919, Nr. 1/2.)

Bei einem Versuche der Darstellung von Silbersulfid durch Einwirkung von Schwefeldämpfen auf ein Silberblech hatte sich auf dem Silbersulfid aufsitzend feines haarförmiges Moos Silber gebildet. Ein Parallelversuch mit der Erhitzung reinen Silbers im Vakuum zeigte, daß dieses Moos Silber nicht etwa aus dem Silberüberschuß durch Sublimation im Vakuum entstanden sein könnte. Ferner zeigte sich auch nur eine ganz geringfügige Ausscheidung von Haarsilber, wenn reines Silbersulfid im Vakuum erhitzt wird. Sehr stark war hingegen die Silber-

bildung, wenn Silber und Silbersulfid zusammen erhitzt wurden, jedoch nur, wenn sich die beiden Körper berührten. Das Silber wandert dann offensichtlich durch das Sulfid nach dem kühleren Ende des Glühröhrchens hindurch und setzt sich dort in kurzer Zeit als Haarsilber an. Noch rascher verläuft der Prozeß bei Gegenwart von Luft, weil durch Oxydation die Zersetzung des Sulfides gefördert wird. Haarsilber wurde auch erzeugt durch gemeinsames Erhitzen von Selen- oder Tellursilber mit metallischem Silber, ebenso Mooskupfer aus Kupfermetall und Schwefel-, Selen- oder Tellurkupfer, endlich Moosgold durch Erhitzen von silberhaltigem Goldselenid oder Goldtellurid mit Silberblech. Berg.

Verzeichnis der neueren Literatur auf dem Gebiete der praktischen Geologie.

Allgemeine Schriften zur prakt. Geologie.

- Carpenter, Jay A., Einfluß des Krieges auf den Bergbau in Tonopah. (Eng. Min. Journ., 5. Okt. 1918)
- Fürth, A., Die fossilen Brennstoffe und ihre Verwertung in den Kriegsjahren 1914—1918. (Zeitschr. f. angew. Chemie Jg. 32, Nr. 52, 1919, Aufsatzteil S. 201.)
- Keßler, Otto, Deutsche Bergwerksarbeiten in Bulgarien. (Montan-Zeitung Jg. 26, Nr. 15, 1919, S. 320)
- Tiessen, Die Bedeutung der bedrohten Gebiete für die deutsche Industrie. (Zeitschr. d. Ver. Deutsch. Ing. Bd. 63, Nr. 27, 1919.)
- Aus dem Bergbau Südafrikas. (Metall u. Erz Jg. 16 [N. F. 7], H. 14, 1919, S. 336.)
- Die Enquete über die Sozialisierung der Kohlenwirtschaft in Deutschösterreich. (Montanist. Rundschau Jg. 11, Nr. 14, 1919, S. 455.)
- Friedensbedingungen und Sozialisierung der Kohle. (Journal f. Gasbeleuchtung Jg. 62, Nr. 24, 1919, S. 325)
- Die Sozialisierung des Kohlenbergbaues. Bericht d. Sozialisierungskommission. (Zeitschr. d. Oberschles. Berg- u. Hüttenmänn. Vereins Jg. 57, H. 3/4, 1918, S. 53)
- Die Vergesellschaftung der Kohlenwirtschaft (in Deutschösterreich). (Montanist. Rundschau Jg. 11, Nr. 13, 1919, S. 411.) (Bergbau u. Hütte Jg. 5, H. 12, 1919, S. 213.)
- Vorschläge zur Ausgestaltung der Geologischen Reichsanstalt (Wien). (Montanist. Rundschau Jg. 11, Nr. 13, 1919, S. 422)
- Die „elektromagnetische Wünschelrute“. (Die Wünschelrute 1919, Nr. 19.)

Wünschelrutenkongreß in Salzgitter. (Tagung des Int. Vereins d. Rutengänger) (Die Wünschelrute 1919, Nr. 19.)

Lagerstätten.

b) Erze.

- Die Erzbergbaue Österreich-Ungarns. (Zeitschr. d. Int. Ver. d. Bohringenieur Jg. 26, Nr. 13/14, 1919, S. 35.)
- Der Erzbergbau in Tirol (Montan-Zeitung Jg. 26, Nr. 13, 1919, S. 280.)
- Isser, Max v., Mitteilungen über neuerschlossene Erzvorkommen in den Alpenländern. (Bergbau u. Hütte Jg. 5, H. 6—8, 1919.)
- Kudielka, Ernst, Die Zinn- und Wolframbergbaue von Schönfeld und Schlaggenwald in Böhmen. (Montanist. Rundschau Jg. 11, Nr. 13/15, 1919.)
- Kupfer u. Zink (in Japan). (Metall u. Erz Jg. 16 [N. F. 7], H. 14, 1919, S. 337.)
- Waagen, Lukas, Kupfererze. (Bergbau u. Hütte Jg. 5, H. 11—13, 1919.)
- Goldbergbau am Herb Lake. (Metall u. Erz Jg. 16, [N. F. 7], H. 14, 1919, S. 328)
- Die Quecksilberbergwerke in Idria. (Montan-Zeitung Jg. 26, Nr. 14, 1919, S. 308.)
- Roheisen-Beschaffung. (Braunkohlen- und Brikkett-Industrie Jg. 1919, Nr. 13, Beilage.)
- Eisenerze und Roheisen in Europa nach dem Kriege. (Zeitschr. f. angew. Chem. Jg. 32, Nr. 55, 1919, wirtsch. T., S. 438)
- Pothmann, W., Die neueren Gründungen im brasilianischen Eisenerzbergbau und die Frage der Erzausfuhr aus Brasilien, im besonderen nach Deutschland. (Glückauf Jg. 55, Nr. 31/32, 1919, S. 601)