

# Berg- und Hüttenwesen.

Redigiert von

Dr. Ludwig Haberer, k. k. Senatspräsident i. R., Wien,

Gustav Kroupa,

k. k. Bergrat in Wien,

Franz Kieslinger,

k. k. Oberbergverwalter in Wien.

Ständige Mitarbeiter die Herren: Karl Balling, k. k. Bergrat, Oberbergverwalter der Dux-Bodenbacher Eisenbahn i. R. in Prag; Eduard Doležal, o. ö. Professor an der technischen Hochschule in Wien; Eduard Donath, Professor an der technischen Hochschule in Brünn; Carl R. v. Ernst, k. k. Hof- und Kommerzialrat in Wien; Willibald Foltz, k. k. Kommerzialrat und Direktor der k. k. Bergwerks-Prod.-Verschl.-Direktion in Wien; Karl Habermann, k. k. o. ö. Professor der Montanistischen Hochschule in Leoben; Hans Hüfer, k. k. Hofrat und o. ö. Professor der Montanistischen Hochschule in Leoben; Josef Hörhager, Hüttenverwalter in Turrach, Adalbert Káš, k. k. o. ö. Professor der Montanistischen Hochschule in Píbram; Johann Mayer, k. k. Bergrat und Zentralinspektor der k. k. priv. Kaiser Ferdinands-Nordbahn; Franz Pösch, Hofrat, Vorstand des Montandepartements für Bosnien und die Herzegowina in Wien; Dr. Karl A. Redlich, a. o. Professor der Montanistischen Hochschule in Leoben; Dr. Karl von Webern, k. k. Sektionschef im k. k. Ackerbauministerium und Viktor Wolff, kais. Rat, k. k. Kommerzialrat in Wien.

**Verlag der Manzchen k. u. k. Hof-Verlags- und Universitäts-Buchhandlung in Wien, I., Kohlmarkt 20.**

Diese Zeitschrift erscheint wöchentlich einen bis zwei Bogen stark mit Textillustrationen und artistischen Beilagen. **Pränumerationspreis:** jährlich für **Österreich-Ungarn K 28,—**, für **Deutschland M 25,—**. Reklamationen, wenn unversiegelt portofrei, können nur 14 Tage nach Expedition der jeweiligen Nummer berücksichtigt werden.

**INHALT:** Über die Paragenese der Minerale, namentlich die der Zeolithe. — Bremsbergverschluß System Hruška. — Ungarns Berg- und Hüttenwesen 1906. — Zusammenstellung der bisherigen Leistungen beim Baue der großen Alpentunnels. — Erteilte österreichische Patente. — Notizen. — Literatur. — Amtliches. — Metallnotierungen in London. — Ankündigungen.

## Über die Paragenese der Minerale, namentlich die der Zeolithe.

Von Dr. F. Cornu.

Vortrag, gehalten am 17. Dezember 1907 zur Erlangung der *venia legendi* an der k. k. montanistischen Hochschule zu Leoben.

„Unter der Paragenesis der Mineralien ist die mehr oder weniger ausgesprochene Weise des Zusammenvorkommens, der Assoziation derselben zu verstehen. Man hat dabei auf das relative Alter der Körper, da wo eine Sukzession derselben zu erkennen ist, einen besonderen Wert zu legen, weil in diesem Verhalten die meiste Belehrung liegt.“

Breithaupt, Paragenesis p. 1.

Gleich wie Tiere und Pflanzen zu bestimmten Gesellschaften vereinigt als „Faunen“ und „Floren“ in der Natur auftreten, finden sich auch die Minerale mit einer gewissen Regelmäßigkeit miteinander vergesellschaftet auf ihren Lagerstätten vor.

Während aber das einer Gegend eigentümliche Tier- und Pflanzenleben von äußeren Ursachen, als wie den geologischen und klimatischen Verhältnissen, von der Höhenlage, der geographischen Breite usw. abhängig erscheint, ist das Zusammenvorkommen der Minerale im wesentlichen lediglich durch genetische Momente bedingt.

Schon den Mineralogen des 18. Jahrhunderts war die konstante Vergesellschaftung der Minerale eine bekannte Tatsache. So weist der Freiburger Arzt Henckel in seiner 1725 erschienenen Kieselhistorie mehrfach darauf hin. Einen präziseren Ausdruck erhielt die Charakteristik dieser Verhältnisse jedoch erst durch A. G. Werners

„Neue Theorie von der Entstehung der Gänge“ (1791), in welcher der Begriff der Gangformation festgestellt wurde, der zur allgemeinen Anerkennung konstanter Mineralgesellschaften zunächst für die Erzgänge und weiterhin auch für die übrigen Mineralien führte. Die Wichtigkeit paragenetischer Beobachtungen für die Deutung der Genesis der Minerale hatte in dieser Periode unserer Wissenschaft bereits der Franzose Dolomieu erkannt.

Einen großen Fortschritt für die Lehre von der Paragenesis bedeutete das im Jahre 1849 erschienene Werk von Breithaupt, in dem eine große Anzahl von Beobachtungen, größtenteils von dem Autor selbst herkommend, vereinigt sind und dem bis in die neueste Zeit keine ähnliche Erscheinung in der Literatur gefolgt ist. Breithaupt hat hier besonders die Wichtigkeit der Beobachtung der Altersfolge der Minerale betont, die in der früheren Periode vielfach nicht berücksichtigt worden war.

In hervorragender Weise wurde die Kenntnis der paragenetischen Verhältnisse der Minerale in der Zeit Breithaupts und später durch die Lagerstättenlehre gefördert, namentlich durch die Arbeiten von v. Weissenbach, v. Herder, Freiherr v. Beust, Bischof, Cotta, Volger und Groddek.

Eine große Erweiterung des Wissensgebietes kam von anderer Seite durch die in der zweiten Hälfte des

19. Jahrhunderts mit Riesenschritten sich entwickelnde Petrographie und der damit in Verbindung stehenden mikroskopischen Untersuchungsmethoden, die von Zirkel, Rosenbusch, Michel-Levy, Becke u. a. ausgearbeitet von Tag zu Tag eine größere Vervollkommnung erfahren.

Betreffs dieses Zweiges der Paragenesis sei hier auf die ausgezeichneten Handbücher der Petrographie von Zirkel und Rosenbusch verwiesen.

Von neueren Arbeiten sind für die Lehre von der Vergesellschaftung der Minerale außer zahlreichen Spezialarbeiten auf dem Gebiete der Lagerstättenlehre und den Handbüchern der Lagerstättenlehre von Beck und Bergeat, namentlich Weinschenk's Arbeit über die zentralalpiner Mineralagerstätten und Bröggers Studien über die Elaeolithsyenit- und Granitpegmatitgänge Norwegens von großer Bedeutung. Auch die klassischen Arbeiten von t'Hoffs über die Bildung der ozeanischen Salzlagerstätten werden wohl noch manchen Aufschluß über die Paragenesis der Begleiter des Steinsalzes geben. Bei der Betrachtung der Mineralkörper auf ihren Lagerstätten in der freien Natur oder auf den Stufen der Sammlungen läßt sich zunächst die Beobachtung machen, daß die Minerale meist mit anderen Mineralien vereinigt vorkommen, daß sie in Gesellschaft auftreten. Bei weiterem Zusehen bemerken wir, daß die gleichen Minerale öfters ganz bestimmte andere Minerale zu Begleitern haben. So sehen wir z. B. den Zinnstein von verschiedenen Fundorten häufig begleitet von Wolframerzen, von Fluorit, von Topas, den Kupferkies begleitet von Azurit und Malachit; die Zeolithe begegnen wir in Gesellschaft anderer Zeolithe. Wir sehen also, daß die Minerale nicht regellos miteinander vorkommen, sondern mehr weniger bestimmte Assoziationen bilden. Hieraus ergibt sich die erste paragenetische Regel von der Konstanz der Paragenesis, welche besagt: die Minerale kommen in der Natur miteinander zu bestimmten Gesellschaften vereinigt vor.

Jedes Eruptivgestein kann zum Beweis dieser Regel dienen: der Granit besteht aus Quarz, Feldspat und dunklem Glimmer nebst einigen anderen Gemengteilen, die vorhanden sein oder auch fehlen können, z. B. Zirkon. Die Spezialfälle der Regel von der Konstanz der Paragenesis werden in der Petrographie als „Assoziationsgesetze“ bezeichnet.

Gehen wir an die Untersuchung des gegenseitigen Altersverhältnisses der miteinander vergesellschafteten Minerale, so zeigt sich, daß entweder eine gleichzeitige Bildung stattgefunden hat, oder daß die Minerale in einer bestimmten Aufeinanderfolge zur Entwicklung gelangt sind. Hienach können wir zwei Hauptfälle der Paragenesis unterscheiden: I. die simultane (gleichzeitige) Paragenesis; II. die sukzessive Paragenesis. In die erste Kategorie gehören u. a. viele regelmäßigen Verwachsungen der Minerale, z. B. die von Staurolith mit Cyanit aus dem Paragonitschiefer vom Monte Faudo, ferner der Schriftgranit, der aus gleichzeitig gebildeten Quarz und Feldspat in einem bestimmten Mengenver-

hältnis besteht. Der gleichen Regel gehorchen die Minerale, die den Bestand der kristallinen Schiefer und der Kontaktgesteine ausmachen.

Der zweite Typus umfaßt die meisten Mineralgesellschaften der Erzgänge und die in den Hohlräumen der Eruptivgesteine angesiedelten Minerale. Eine Aufeinanderfolge in der Entstehung der einzelnen Minerale ist ferner eine wesentliche Eigenschaft der Eruptivgesteine.

Die Aufeinanderfolge der einzelnen Glieder einer Mineralgesellschaft wird als „Sukzession“ bezeichnet.

Untersuchen wir mehrere derartige Sukzessionen gleicher oder ähnlicher Mineralgesellschaften, so finden wir durch Vergleichung, daß die Sukzessionen öfters die gleichen oder ähnliche sind; sehr augenfällig ist dies bei den Zeolithen, bei denen die wasserärmsten meist zu den ältesten Bildungen gehören, während die wasserreichsten zuletzt zur Ausbildung gelangt sind. Aus derartigen Beobachtungen ergibt sich die zweite paragenetische Regel von der Konstanz der Sukzession, die in den Satz gefaßt werden kann: Analoge Mineralgesellschaften bilden analoge Sukzessionen.

Der Begriff der sukzessiven Paragenesis erfordert eine weitere Gliederung: die eine Sukzession bildende Mineralgesellschaft kann nämlich entweder einen einheitlichen Bildungsvorgang ihre Entstehung verdanken, oder es haben sich die jüngeren Glieder der Sukzession auf Kosten der älteren Glieder gebildet. Hienach unterscheiden wir II.a die sukzessive Paragenesis im engeren Sinne oder kontinuierliche und II.b die epigenetische Paragenesis. Als Beispiel für die sukzessive Paragenesis im engeren Sinne kann jedes Eruptivgestein dienen: so haben sich bei der Verfestigung des granitischen Magmas zuerst der Glimmer, dann der Feldspat, schließlich der Quarz ausgeschieden. Beim Verdunsten des Meerwassers setzen sich zuerst die am schwersten löslichen Bestandteile (Anhydrit) ab, dann folgt das Steinsalz. Überall wird hier die Aufeinanderfolge der Minerale durch einen einheitlichen Vorgang das Erstarren des Magmas, das Verdunsten der Salzlösung hervorgebracht.

Ein Beispiel für die epigenetische Paragenesis wäre das Vorkommen von Malachit und Limonit auf Kupferkies. Der Kupferkies war längst gebildet, als durch das Eindringen der Tagewässer und der atmosphärischen Kohlensäure, die mit dem Mineral in Reaktion traten, Malachit und Brauneisenerz gebildet wurden, die sich auf der Muttersubstanz ansiedelten.

Schematisch gliedert sich demnach das Gesagte etwa folgendermaßen:

#### I. Simultane Paragenesis.

1. Orientierte Verwachsungen (Durchwachsungen).
2. Eutektische Mischungen (Schriftgranit).
3. Kontaktminerale.
4. Mineralbestand der kristallinen Schiefer.

## II. Sukzessive Paragenesis.

a) Kontinuierliche Paragenesis: Mineralbestand der Eruptivgesteine, primäre Minerale der Erzgänge, Thermalabsätze, Minerale in den Hohlräumen der Eruptivgesteine, chemische Sedimente (Minerale der Salzlagertstätten).

b) Epigenetische Paragenesis: Verhältnis der Minerale der Oxydations- und Zementationszone zu den primären Mineralien der Erzlagertstätten u. dgl. mehr.

Es gibt eine Kategorie von Lagerstätten der Minerale für die die paragenetischen Regeln keine oder doch nur eine sehr eingeschränkte Bedeutung haben, nämlich die sekundären Ablagerungen. Da hier die Vereinigung verschiedener Mineralarten durch mechanische Ursachen, nämlich durch den Transport des Wassers oder des Windes bedingt erscheint, ist die Mineralgesellschaft eine zufällige. Das gleiche gilt für den Mineralbestand der meisten klastischen Gesteine. In manchen Fällen ist es jedoch auch hier möglich auf Grund paragenetischer Beobachtungen Schlüsse zu ziehen auf die ursprünglichen Lagerstätten, so bei den sekundären Diamantlagerstätten in Brasilien, bei den Gold- und Zinnseifen, den Platinlagerstätten im Ural, auf denen die Diamanten, das Gold, das Zinnerz und das Platin noch immer von ihren charakteristischen Gesellschaftern begleitet werden.

Es ist hier am Platze, auf die große praktische Bedeutung der Paragenesis sowohl für den Mineralogen als auch für den Bergmann hinzuweisen. Durch die Auffindung gewisser charakteristischer Begleitminerale der Erze wird die Entdeckung der Erze selbst erleichtert. Bei der Untersuchung einer Zinnerzlagertstätte z. B. werden wir auf das Mitvorkommen von Wolframit achten, da dieser einen häufigen Begleiter des Zinnerzes darstellt. Bei der Beobachtung der Paragenesis von Pyrit, Mispickel, Antimonit und Quarz, werden wir auf das mögliche Zusammenvorkommen von Gold aufmerksam sein. Das Auftreten von Malachitansblühungen verrät sehr häufig Ausbisse von Kupfererzlagertstätten usw. In vielen Fällen herrscht hier allerdings noch große Unklarheit, doch steht zu hoffen, daß mit dem Fortschreiten exakter Untersuchungen in physikalisch-chemischer Richtung über die Genesis der Minerale, auch die Paragenesis in einem noch höheren Grade als jetzt dem Bergmann wird nutzbar gemacht werden können.

### Beobachtungsweise der paragenetischen Verhältnisse.

Bei der Untersuchung der Paragenesis eines Mineralvorkommens werden wir zunächst aufmerksam sein auf die Beschaffenheit des Muttergesteins, da diese in vielen Fällen deutliche Hinweise auf die Entstehung enthält. Erforderlichen Falls werden wir die mikroskopische Untersuchung eines Dünnschliffes vornehmen.

Sämtliche Begleiter des Minerals werden wir bei der Beschreibung des Vorkommens erwähnen, auch in den Fällen wo es nicht gelingt, das gegenseitige Alters-

verhältnis zu bestimmen. Die Bestimmung des letzteren ist natürlich infolge seiner genetischen Bedeutung von ganz besonderer Wichtigkeit.

Das Statthaben einer simultanen Paragenesis wird daran erkannt, daß sowohl die eine Mineralgattung auf der anderen aufsitzt als auch die erstere auf der zweiten, daß sich Eindrücke des einen Minerals in dem anderen nachweisen lassen und umgekehrt, daß sich die beiden Minerale gegenseitig durchdringen, wie dies bei den schriftgranitischen Verwachsungen und manchen regelmäßigen Verwachsungen der Kristalle der Fall ist, ferner aus der wechselseitigen Umschließung der Minerale.

Um hier Irrtümer auszuschließen, muß man bei diesen Beobachtungen darüber im klaren sein, ob ein und dasselbe Mineral nur in einer oder vielleicht in mehreren Generationen vorliegt. Dies gilt insbesondere für die gegenseitige Auflagerung und die Beurteilung wechselseitiger Eindrücke. Oft werden wir hier zur mikroskopischen Untersuchung eines Dünnschliffes unsere Zuflucht nehmen müssen, z. B. beim Studium der Paragenesis von Kontaktmineralien.

Die sukzessive Paragenesis ist gewöhnlich deutlich wahrnehmbar. Sie wird erkannt an der lagenförmigen Aufeinanderfolge der einzelnen Minerale, wie diese besonders schön an den Erzgängen zu beobachten ist, aus der Umhüllung des älteren Minerals von dem jüngeren, aus den Eindrücken die das jüngere Mineral von den früher gebildeten erhalten hat.

Auch hier müssen wir achtsam sein auf das Vorhandensein mehrerer Generationen ein und desselben Minerals, da das Übersehen solcher Rekurrenzen häufig zu falschen Schlüssen führen kann und schon tatsächlich dazu geführt hat.

Inwieweit eine kontinuierliche Paragenesis oder eine epigenetische vorliegt, wird sich in den meisten Fällen aus der chemischen Zusammensetzung der beobachteten Minerale entscheiden lassen. So werden wir nach den bisherigen Beobachtungen nicht daran zweifeln, daß der auf Kupferkies aufsitzende Azurit eine epigenetische Bildung darstellt, während wir den miteinander vergesellschafteten Zeolithmineralen, wegen ihrer außerordentlich großen Verwandtschaft untereinander, in den meisten Fällen eine kontinuierliche Paragenesis zuerkennen werden.

Wenn wir absehen von den Eruptivgesteinen, von denen jedes für sich eine konstante Paragenesis repräsentiert, ist die Zahl der in der Natur auftretenden paragenetischen Typen-„Formationen“ eine ziemlich eng begrenzte. Allerdings ließe sich dieselbe bei Berücksichtigung aller möglichen Übergänge bedeutend vergrößern, doch ist dies aus vielen Gründen nicht angebracht. Breithaupt hat in seiner Paragenesis bei den gangartig auftretenden Mineralien 18 Formationen unterschieden, nämlich:

- I. Pyroxen-Granat-Pyrit-Blendeformation.
- II. Titanformation.
- III. Zinn- und Scheelformation.
- IV. Edle Quarzformation.

- V. Pyritische Blei- und Zinkformation.
- VI. Klinedritische Blei- und Zinkformation.
- VII. Eisenspatformation.
- VIII. Kupferformation.
- IX. Antimonformation.
- X. Mangan- und Eisenformation.
- XI. Fluor- und Barytformation.
- XII. Kobalt- und Nickelformation
- XIII. Barytische Blei- und Zinkformation.
- XIV. Barytische Kupferformation.
- XV. Formation der edlen Geschicke.
- XVI. Barytische Merkurformation.
- XVII. Zeolithformation.
- XVIII. Phosphatformation.

Auf die Aufstellungen von Gangformationen anderer Autoren will ich hier nicht näher eingehen und ich wende mich nun zur Besprechung der Paragenesis der „Zeolithformation“ in den Eruptivgesteinen. Das Vorkommen der Zeolithe ist von viererlei Art:

1. In Hohlräumen (Mandeln) und seltener auf Spalten der Eruptivgesteine, vorwiegend der Effusivgesteine.
2. Auf Erzgängen und als Thermalabsätze.
3. Auf den Klüften kristallinischer Schiefer.
4. Als Kontaktminerale.<sup>1)</sup>

Bei Berücksichtigung der ersten Gruppe zeigt sich zunächst, daß eine Gleichmäßigkeit besteht zwischen dem Chemismus der Eruptivgesteine und ihrer Zeolithführung, wie dies ja schon von vornherein zu erwarten steht, worauf ich jedoch meines Wissens hier zum ersten Male aufmerksam mache.

Es lassen sich hier folgende Typen unterscheiden:

1. Die Zeolithe der granito-dioritischen Magmen: Heulandit, Desmin, Ptilolith, Chabasit. (Vorkommen von Elba und Striegau in Schlesien.) Diese Gruppe ist chemisch charakterisiert durch einen großen Gehalt an  $\text{SiO}_2$ , einen Gehalt an  $\text{CaO}$  und dadurch, daß sämtliche Glieder  $\text{Al}_2\text{O}_3$  enthalten. Charakteristisch ist, daß diese Zeolithe fast lediglich in Pegmatitgängen auftreten.

2. Zeolithe der basaltischen Magmen: Thomsonit, Natrolith, Analcim, Chabasit, Gismondin, Phillipsit, Apophyllit, Zeophyllit. (Vorkommen z. B. in den Gesteinen des böhmischen Mittelgebirges.) Sie sind charakterisiert durch das Auftreten tonerdefreier Glieder (Ca-Silikate), die in der ersten Gruppe fehlen und durch den  $\text{Na}_2\text{O}$ -Gehalt.

3. Zeolithe der Trappbasalte (im Sinne Weinschenks) und der Diabase dem geologischen Äquivalent der Trappbasalte aus älteren Erdperioden. Hierher gehören Heulandit, Desmin, Epistilbit, Chabasit, Levyn, Thomsonit, Mesolith, Skolezit, Gyrolith, Okenit, Apophyllit. Charakteristisch ist das Mitvorkommen freier  $\text{SiO}_2$  (Chalcedon oder Quarz bisweilen auch Kupfer). Vor-

kommen: Island, Grönland, Hebriden, Färöer. Bezeichnend für diese Gruppe ist das häufige Auftreten reiner Kalkzeolithe. Im übrigen repräsentiert dieser Typus eine Zwischenstellung zwischen den Zeolithen der granitodioritischen Magmen und den für die Basalte charakteristischen Gliedern.

4. Zeolithe der foyaitischen Magmen: Natrolith, Hydronephelit, Analcim (Thomsonit, Apophyllit). Diese Zeolithe sind durch ihren hohen Natrongehalt charakterisiert. Ihre Fundstätten liegen in Phonolithen wie im böhmischen Mittelgebirge oder in den Eläolithsyenitpegmatitgängen Norwegens. Das reichliche Vorkommen des Apophyllits im Phonolith des Marienberges bei Aussig, das mit der chemischen Zusammensetzung des Muttergesteins im Widerspruch steht, ist meinen Untersuchungen zufolge auf die Resorption von vielen Kreidemergelinschlüssen zurückzuführen.

Daß die Zeolithe nicht normale Verwitterungsprodukte der Feldspate und Feldspatvertreter in den Gesteinen darstellen, wie man vielfach früher angenommen hat, sondern Produkte der postvulkanischen Phasen, darüber kann nach den Studien von Dölter, Daubree, Bunsen, Pelikan, Weinschenk, Knop, Hibsich und mir kein Zweifel mehr bestehen.

Ich will hier nur einige Momente anführen, die gegen die Annahme, die Zeolithe seien Verwitterungsprodukte, sprechen.

1. Wo man die Entstehung der Zeolithe direkt beobachten konnte, stellen sie thermale Bildungen dar. So hat man Chabasit, Phillipsit, Natrolith und Apophyllit, in den Ziegeln von Mauern der Therme von Plombières in den Vogesen nachgewiesen, wo sich diese Minerale durch jahrhundertlange Einwirkung auf das noch aus der Römerzeit stammende Mauerwerk gebildet haben.

2. Die Darstellung der Zeolithe gelang stets nur bei höherer Temperatur. So erwähne ich hier den klassischen Versuch von Wöhler, der schon 1848 gepulverten Apophyllit aus Wasser in einer geschlossenen Röhre bei  $180^\circ$  umkristallisieren ließ. Dölter hat diese Versuche bei Chabasit, Heulandit, Natrolith und Skolezit bei  $120^\circ$  bis  $160^\circ$  wiederholt und diese Minerale bei  $130^\circ$  bis  $190^\circ$  auch synthetisch aus ihren Elementen erhalten.

3. Das Muttergestein in der Nähe der Zeolithmandeln erweist sich häufig völlig frisch, namentlich die Feldspate sind ganz intakt, wie ich u. a. in meiner Mitteilung über den Zeophyllit von Radzein dargestellt habe.

4. Verwittert ein zeolithführendes Gestein unter Einwirkung der Atmosphärien, so sind die Feldspate noch ganz frisch, wenn sich die Zeolithe bereits in eine tonige Masse umgewandelt haben. Darauf haben Lemberg und ich hingewiesen.

5. Bei petrographischen Untersuchungen an Gesteinen des böhmischen Mittelgebirges durch Pelikan und Hibsich hat sich ergeben, daß Analcim aus dem Magma als letztes Erstarrungsprodukt auskristallisieren kann.

<sup>1)</sup> Dieses Vorkommen ist selten. Vgl. F. Cornu: Bemerkungen über den Apophyllit als „gesteinsbildendes Mineral“ und zur Physiographie desselben. Zentralbl. f. Min. usw. 1907. S. 239 bis 244.

6. Einige Zeolithe besitzen einen hohen Fluorgehalt, (Zeophyllit, Apophyllit) der dem betreffenden Gestein ganz fehlt. Die Erklärung des Fluorgehalts durch die Verwitterungshypothese ist unmöglich.

Ein weiterer Beweis, den ich hier zum ersten Male bekannt gebe, liegt in der Konstanz der Zeolithsukzessionen. Betrachten wir die Zeolithsukzessionen verschiedener Lokalitäten, so werden wir zunächst auf die auffällige Konstanz in der Aufeinanderfolge aufmerksam. Stets finden wir z. B. auf den böhmischen Zeolithstufen den Analcim älter als den Natrolith, den Apophyllit jünger als den Natrolith, Chabasit stellt, wenn er vorhanden ist, die jüngste Bildung dar. Diese beständige Reihenfolge in der Auskristallisation der böhmischen Zeolithe war bereits Bořický aufgefallen, der an der Ansicht, die Zeolithe seien Verwitterungsprodukte festhaltend, die Ursache der regelmäßigen Sukzession der Zeolithe darin suchte, daß die ältesten Zeolithe (Analcim, Natrolith) ihre Entstehung dem am leichtesten verwitterbaren Gesteinsmineral, dem Nephelin, verdanken, die jüngeren den widerstandsfähigeren Feldspaten. Schrauf erklärte die Konstanz der Sukzession durch die Löslichkeitsverhältnisse. Brögger, der die Konstanz der Sukzession an den Zeolithen der Elöolithsyenitpegmatitgänge Norwegens beobachtet hatte, gibt an, daß die älteren Zeolithe natronreich, die jüngeren reicher an Kalk seien. Der Wassergehalt der jüngeren ist größer als der der älteren. Ich habe bei der Untersuchung zahlreicher Zeolith-

sukzessionen aus dem böhmischen Mittelgebirge, aus Tirol, Island und den Färöern die Beobachtung gemacht, daß die Sukzession in erster Linie durch den Wassergehalt bedingt erscheint. Die ältesten Zeolithe, die sich bei der höchsten Temperatur bildeten, sind die wasserärmsten, die bei niedriger Temperatur gebildet sind immer wasserreicher. Mit dieser Beobachtung stimmt es überein, daß Dölter aus der gleichen Lösung bei höherer Temperatur Analcim, bei niedriger Natrolith erhalten hat.

Eine scheinbare Verwischung in der Deutlichkeit der Aufeinanderfolge tritt hier häufig ein durch den Absatz rekurrenter Bildungen. Bemerken möchte ich noch, daß man beim Vergleiche des Wassergehaltes der einzelnen Zeolithe nicht die Prozentzahlen der den chemischen Formeln entsprechenden Werte verwenden darf, wenn die Bestandteile zweier miteinander verglichenen Zeolithe nicht die gleichen sind.

In diesem Falle müssen wir, um Vergleichszahlen für den Wassergehalt zu bekommen, uns das Verhältnis

$$\frac{M_{H_2O}}{\Sigma (M_a + M_b + M_c \dots)}$$

berechnen, d. h. das Verhältnis des Molekularquotienten des Wassers zu der Summe des Molekularquotienten der übrigen Bestandteile.

Aus dem hier vorgeführten Beispiele erhellt, daß auch lediglich aus der Beobachtung der paragenetischen Verhältnisse ein Rückschluß auf die Genesis gezogen werden kann.

## Bremsbergverschluß System Hruška.

Von Otto Hruška, Betriebsingenieur der Brucher Kohlenwerke.

Die Sicherheit der Förderung auf den Bremsbergen erfordert es, am Kopfe und Fuße derselben solche Vorrichtungen einzubauen, durch welche das Durchgehen der Hunde verhindert wird. Man benützt bei den Abschüben mehr weniger einfache Geleissperren, Seile, Holzklötzel oder dgl., welche nicht immer ihrem Zwecke entsprechen, zumal hiebei die sorgfältige Aufmerksamkeit der Bremser erforderlich ist.

Da die Handhabung derartiger Verschlüsse zuweilen durch Nachlässigkeit, Unvorsichtigkeit oder Bequemlichkeit mancher Arbeiter unterlassen wird, habe ich einen Verschluß konstruiert, der unbedingt von den Bremsern gehandhabt werden muß. Dies ist in der Art durchgeführt worden, daß die Betätigung des Verschlusses direkt durch den Bremshebel bewirkt wird. Vom Standorte des Bremser, beim Lüften der Bremse bzw. beim Niederdrücken des Bremshebels wird zugleich der Verschluß geöffnet und es ist zulässig, daß die Hunde bis an den Sperrbügel stoßen.

Vor der Kippe, welche eine mäßige Neigung bekommt, und bei welcher die Hunde selbsttätig ihren Anlauf nehmen, wird ein starker Träger A, am zweckmäßigsten ein

U-Eisen eingebaut. An seinen beiden Seiten werden je zwei starke Bleche B<sub>1</sub>, B<sub>2</sub> (Fig. 1 und 3) angebracht, in denen ein schiefer Schlitz M (Fig. 2, 4), dessen Form von der Stirnseite der

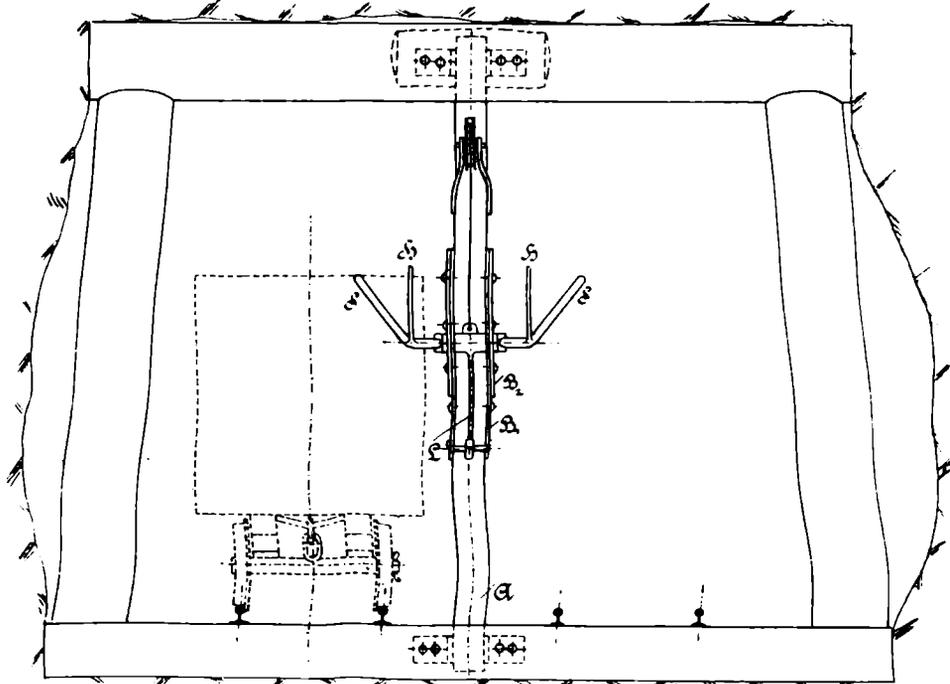


Fig. 1. Vorderansicht.