Zeitschrift: Schweizerische mineralogische und petrographische Mitteilungen = Bulletin suisse de minéralogie et pétrographie

Band: 21 (1941)

Heft: 2

Artikel: Die Systematik der magmatischen Erzlagerstätten

Autor: Niggli, Paul

DOI: https://doi.org/10.5169/seals-18942

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften auf E-Periodica. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen sowie auf Social Media-Kanälen oder Webseiten ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Mehr erfahren

Conditions d'utilisation

L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. La reproduction d'images dans des publications imprimées ou en ligne ainsi que sur des canaux de médias sociaux ou des sites web n'est autorisée qu'avec l'accord préalable des détenteurs des droits. En savoir plus

Terms of use

The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. Publishing images in print and online publications, as well as on social media channels or websites, is only permitted with the prior consent of the rights holders. Find out more

Download PDF: 14.07.2025

ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, https://www.e-periodica.ch

Die Systematik der magmatischen Erzlagerstätten

von *Paul Niggli*

Der 1941 erschienene erste Band des „Lehrbuches der Erzlagerstättenkunde" von H. SCHNEIDERHÖHN (Jena, Verlag Gustav Fischer) behandelt die Lagerstätten der magmatischen Abfolge. Es ist ein Vorzug dieses grossen Werkes, dass eindringlich auf die mannigfaltigen Faktoren hingewiesen wird, die letzten Endes den Charakter einer Erzlagerstätte bestimmen. In vielen Punkten weist die Systematik der Lagerstätten der magmatischen Abfolge wesentliche Verbesserungen auf.

Die Frage, bis in welche Einzelheiten hinein genetische Gesichtspunkte eine praktisch brauchbare Klassifikation der Erzlagerstätten beherrschen dürfen, wird immer umstritten sein. Haftet einerseits der Rekonstruktion der Entstehungsgeschichte stets etwas Hypothetisches an, so wird doch nicht bezweifelt, dass nur der ernsthafte Versuch einer Interpretation der Bildungsweise gestattet, Zusammenhänge zu erkennen und lagerstättenkundlich wichtige gutachtliche Urteile zu fällen. So verlockend es ist, Lagerstätten ohne Rücksicht auf die Ansichten über die Entstehungsweise (also nach äusseren Merkmalen rein beschreibend) zu Gruppen zusammenzufassen, der auf diese Weise erzielte Gewinn ist zu klein.

Anderseits sind es zwei Erscheinungen, die eine zu sehr in das Einzelne gehende genetische Systematik verunmöglichen. Erstens der Umstand, dass fast jede Lagerstätte aus Untereinheiten aufgebaut ist, die verschiedenen genetischen Vorgängen ihre Entstehung verdanken, so dass es oft schwierig ist, ein klassifikatorisch brauchbares Hauptcharakteristikum zu finden. Gerade auf diesen Umstand hat SCHNEIDERHÖHN immer und immer wieder hingewiesen und den sogenannten Übergangslagerstätten und den komplexen Typen besondere Aufmerksamkeit geschenkt. Das zweite erschwerende Moment lässt sich in dem Begriff der Konvergenzerscheinungen zusammenfassen. Es kann beispielsweise der Bildungsort von so massgebendem Einfluss auf die Ausgestaltung des Lagerstättentypus werden, dass demgegenüber Unterschiede in der Art der erzbringenden Lösungen zurücktreten. Extreme Fälle sind von

SCHNEIDERHÖHN topomineralische Reaktionslagerstätten genannt worden.

So scheint der Weg, den SCHNEIDERHÖHN wenigstens im Abschnitt „hydrothermale Lagerstätten" beschritten hat, nicht unzweckmässig zu sein, nämlich am Begriff umfassender Formationen festzuhalten und innerhalb dieser Formationen genetisch enger verwandte Gruppen zu bilden. Um letztere zu kennzeichnen, ist es besonders wichtig, die massgebenden Einzelfaktoren scharf zu sondern. Deshalb sei versucht, in teilweiser Wiederholung, teilweiser Ergänzung und Umdeutung der bisherigen Versuche nochmals das Gesamtproblem zu behandeln.

Die im allgemeinen nicht grossen Unterschiede zwischen den auf LINDGREN zurückgehenden, besonders in der amerikanischen Literatur sich vorfindenden Begriffsbestimmungen und den hier benutzten beruhen auf folgendem. Die amerikanischen Lagerstättenforscher möchten als einzig wesentliches Klassifikationsmerkmal die Temperatur der Haupterzbildung ansehen. Sie verbinden jedoch damit gewisse Vorstellungen über die Erdtiefe, in der die Mineralisation erfolgte. Nun sind in einem Gebiet gestörter geothermischer Verhältnisse (und das ist jede Region magmatischer Aktivität) diese Beziehungen nicht einfach. Es kann daher nicht verwundern, dass die klare Gliederung in hoch-, mittel- und niederthermal in der Bedeutung von kata- (hypo-), meso- und epithermal nicht genügte und durch eine dem ursprünglichen Prinzip fremde Terminologie wie leptothermal, xenothermal und telethermal ergänzt wurde.

Will man möglichst eine Vermengung verschiedener Gesichtspunkte vermeiden, so muss unterschieden werden:

1. Ort der Abspaltung der erzbringenden Lösungen,
2. Ort des Absatzes der Erzmineralien,
   a) in bezug auf Entfernung von der Erdoberfläche,
   b) in bezug auf Entfernung vom Abspaltungsort oder Hauptmagmaherd,
   c) in bezug auf den Charakter der Nebengesteine und der Vererzung,
3. Temperatur, die den Primärprozess der Bildung der physikalisch-chemischen Systeme kennzeichnete, die später Erzlagerstätten lieferte,
4. Temperaturbereich der Hauptvererzungsepoche.

1. Ort der Abspaltung der erzbringenden Lösungen. Beobachtung und Theorie führen übereinstimmend zur

Auffassung, dass Erdtiefe, Kommunikationsverhältnisse mit der Erdoberfläche, Abkühlungsbedingungen und Druckverteilung von wesentlichem Einfluss auf die mit der magmatischen Differentiation im Zusammenhang stehenden Erscheinungen sind. Es ist selbstverständlich unmöglich, alle Kombinationsmöglichkeiten systematisch zu verwerten. Um wenigstens in mancher Hinsicht gegensätzliches Verhalten zu kennzeichnen, ist in Analogie zur Eruptivgesteinskunde zwischen plutonischem und vulkanischem Verhalten unterschieden worden. Missverständnisse, auf die auch SCHNEIDERHÖHN aufmerksam macht, und die vielleicht darauf beruhen, dass plutonisch und vulkanisch nur im deutschen Sprachgebrauch zu Fundamentalbegriffen geworden sind, sollten endlich verschwinden. Plutonische Abstammung bedeutet Herkunft in Verbindung mit tiefergelegenen intrusiven Magmaherden, vulkanische Abstammung Bildungen in und aus erdoberflächennah gelegenen Herden.

Um die unglückliche Gedankenassoziation, die durch die Bezeichnungen intrusiv und extrusiv verstärkt wurde, aus der Welt zu schaffen, ist dem Vorschlag beizustimmen, vulkanisch zu ersetzen durch subvulkanisch und vulkanisch. Es wird dann klar ersichtlich sein, dass Exhalationslagerstätten nur eine untergeordnete Teilerscheinung des subvulkanisch-vulkanischen Typus sein können. Irgend eine scharfe Grenze kann es zwischen magmatischen Lagerstätten plutonischen und subvulkanischen Ursprungs nicht geben. Tiefplutonisch, plutonisch, subvulkanisch, vulkanisch sind nur Bezeichnungen innerhalb einer kontinuierlichen Serie von Standortsmöglichkeiten des aktiven Magmaherdes in bezug auf die Erdoberfläche. Dennoch leistet zum mindesten die Zweiteilung als Ordnungsprinzip gute Dienste. Bildungen, die aus Erzlösungen erdoberflächennaher Magmaherde stammen, werden selbstverständlich häufig mit Ergussgesteinen assoziiert sein; es ist aber durchaus möglich, dass auch Lagerstätten plutonischen Ursprungs in vulkanischen Gesteinen auftreten.

Ob die Begriffe subvulkanisch, vulkanisch und plutonisch die Haupteinteilung der magmatischen Lagerstätten bestimmen sollen, oder ob sie (wie in SCHNEIDERHÖHNS Werk) nur innerhalb der Formationen Verwendung zu finden haben, ist an und für sich gleichgültig. Auch in der Eruptivgesteinskunde behandelt man manchmal die Tiefengesteine für sich als Ganzes und ebenso die Ergussgesteine; manchmal zieht man es vor, von Magmentypen auszugehen und sich entsprechende Tiefen- und Ergussgesteine einander zuzuordnen. Zu bedenken ist nur folgendes: Nicht jede Erzformation

plutonischen Ursprungs hat eine ihr unmittelbar analoge subvulkanische Fazies. Es ist ja gerade das Kennzeichen subvulkanisch entstandener Lagerstätten, dass für sie die Feingliederung der plutonischen Abfolge unbrauchbar wird. Deshalb führt die Parallelisierung leicht zum Schematismus oder zu einer zu grossen Unbestimmtheit in der Abgrenzung von Formationen, die beiderlei Entstehungstypen mitumfassen sollen.

2. a) Ort der Lagerstättenbildung, bezogen auf Erdtiefe. Die häufigste Verwechslung bestund darin, vulkanisch bezw. subvulkanisch ganz allgemein einer erdoberflächennahen Mineralisation gleichzusetzen. Nun gilt für aszendierende Lösungen unzweifelhaft, dass bei subvulkanischer bezw. vulkanischer Abstammung auch die Lagerstättenbildung nahe der Erdoberfläche erfolgen muss. Anderseits aber ist es möglich, dass in grösserer Tiefe abgespaltene Lösungen (also plutonischen Ursprungs) weit emporwandern können und erst nahe der Erdoberfläche zur Vererzung führen. Derartige Lagerstätten unterscheiden sich trotz äusserer Analogie zumeist in der Form recht deutlich von subvulkanischen. Die Lösungen besassen einen speziellen, oft einfachen Chemismus. Nicht selten wurden während der Wanderung sukzessive Stoffe entfernt, hat doch neuerdings R. Sonder [1]) selbst für die solfathermalen Erscheinungen auf die Bedeutung der Absorptionsverhältnisse hinweisen müssen. Es ist daher von ganz wesentlicher Bedeutung, die plutonischen Erzlagerstätten mit relativ weitem Wanderweg und erdoberflächennahem Absatz scharf von den vulkanischen und subvulkanischen zu trennen. Es müssen Begriffe geschaffen werden, die unabhängig vom Abspaltungsort den Raum der Lagerstättenbildung bezeichnen. Man kann hiezu benützen:

aerisch—subaerisch oder suprakrustal,
subaquatisch (submarin, sublakuster),
epikrustal, erdoberflächennah,
hypoabyssisch,
abyssisch.

Lagerstätten subvulkanischen-vulkanischen Ursprungs sind zugleich epikrustal, subaquatisch oder aerisch, Lagerstätten plutonischen Ursprungs meist hypoabyssisch oder epikrustal.

---

[1]) R. A. Sonder: Studien über heisse Quellen und Tektonik in Island. Publikationen herausgegeben von der Stiftung Vulkaninstitut Immanuel Friedländer. E. T. H. Zürich. 1941. Nr. 2.

2. b) Bildungsort der Lagerstätten in Rücksicht auf Entfernung vom Stammagmaherd. Zu den alten Begriffen intramagmatisch, perimagmatisch, apomagmatisch, kryptomagmatisch, telemagmatisch sind bei batholithischer Abstammung die EMMONS'schen Bezeichnungen hypobatholithisch, endobatholithisch, embatholithisch, epibatholithisch, akrobatholithisch, kryptobatholithisch hinzugekommen. Im allgemeinen genügt die ältere, allgemein anwendbare Terminologie. Es kann eingewendet werden, dass das Grundwort magnetisch fehl am Platze sei, weil es sich ja durchgehends um im weiteren Sinn magmatische Lagerstätten handle. Allein in diesem Zusammenhang bedeutet „magmatisch" gesteinsmässige magmatische Bildungen in ursächlich engster Beziehung zu den Erzlagerstätten. Eine Lagerstätte ist indessen noch nicht intramagmatisch, wenn sie in einem Eruptivgestein vorkommt. Damit dies zutrifft, muss sie sich in Eruptivgesteinen entwickelt haben, die dem gleichen Grossvorgang ihre Entstehung verdanken, der auch zur Vererzung führte. Es gibt viele Lagerstätten in Eruptivgesteinen, wobei letztere nur die Rolle eines beliebigen Nebengesteins spielen. Man darf generell auch nicht eine Lagerstätte einem bestimmten Eruptivgestein zuordnen, sondern nur der magmatischen Aktivitätsperiode als Ganzes, einer Periode, die zu verschiedenen Gesteinen und Erzvergesellschaftungen führte. Daher scheint es nicht abwegig zu sein, die Begriffe intramagmatisch, perimagmatisch, apomagmatisch, kryptomagmatisch und telemagmatisch etwas anders als bisher und zugleich schärfer zu umreissen.

Intramagmatische Lagerstätten sind solche, die sich zu einem wesentlichen Teil in Eruptivgesteinen der gleichen engeren Bildungsepoche [2]) vorfinden. Perimagmatisch bedeutet vorwiegend randlich zu den Eruptivgesteinskomplexen, die der gleichen magmatischen Aktivitätsperiode zugeordnet sind. Apomagmatisch werden die Lagerstätten genannt, wenn aus verschiedenen Anzeichen (z. B. Gängen, Kontaktmetamorphose) magmatische Gesteinsbildung und Intrusion für die gleiche Epoche angenommen werden muss, ohne dass ein direkter Zusammenhang aufgeschlossen ist. Kryptomagmatisch und telemagmatisch enthalten in sich hypothetische Aussagen. Es wird

[2]) Bei der zur Zeit besonders häufigen Zyklenbetrachtung wird natürlich zu Diskussionen Veranlassung geben, was man unter „gleicher engerer Bildungsepoche" verstehen will. Initialer und spätorogener Magmatismus gehören natürlich in diesem Sinne nicht zusammen. Im übrigen kann z. B. eine Lagerstätte im weitern Sinne intra-, im engern Sinne perimagmatisch sein (z. B. wenn sie plutonischen Ursprungs ist, sich jedoch in den dieser Epoche zugehörigen Ergussgesteinen vorfindet).

aus guten Gründen Herkunft aus grösseren Magmamassen vermutet, ohne dass in der gleichen Region Gesteine dieser Art sichtbar sind. Die Bezeichnung telemagmatisch wird im speziellen dann Verwendung finden, wenn nur ein grösserer Wanderweg der Lösungen in Frage kommt. Meist handelt es sich um regionalweite Vererzungen, die ein tiefgelegenes, grosses Magmabassin vermuten lassen.

Diese Begriffszuordnungen geben im übrigen die Grösse des Wanderweges vom Abspaltungsort zum Bildungsraum nicht an; sie bezeichnen nur das Verhältnis der Lagerstätte zur gesamtmagmatischen Provinz und zu den Hauptprodukten der Aktivitätsperiode. Gewiss wären genauere Angaben über die Entfernung vom Abspaltungsort erwünscht; es ist jedoch zur Zeit kaum möglich, auf Grund der bisherigen Erfahrungen und Beobachtungen darüber generell etwas auszusagen. Das Alter der Lagerstätte in Rücksicht auf das unmittelbare Nebengestein ist durch die Bezeichnungen syngenetisch und epigenetisch genügend umrissen.

2. c) Bildungsort und Nebengestein. Es erscheint heute noch verfrüht zu sein, über das individuelle Verhalten hinaus Grundbegriffe klassifikatorisch zu verwerten, da zugleich physikalisch-mechanische und chemische Faktoren mitspielen, für die vielfache Kombinationsmöglichkeiten bestehen. Die Begriffe Verdrängungslagerstätten, Imprägnationslagerstätten, Eindrängungslagerstätten, Spaltenlagerstätten, vererzte Ruschelzonen usw. hingegen bedürfen keiner näheren Erläuterung.

3. Die Temperatur, die den Primärprozess der Bildung der physikalisch-chemischen Systeme kennzeichnete, die später Erzlagerstätten lieferten, ist in vielen Fällen schwer zu bestimmen. Oft lassen die ersten Bildungsstadien wenigstens Mindestwerte ableiten. Man darf naturgemäss die Vorgänge nicht zu weit zurückverfolgen, sondern muss versuchen, den Bereich zu charakterisieren, der direkt den Mineralneubildungen vorausging.

Fast noch wichtiger und leichter erfassbar als die Temperaturen ist die Umschreibung des Erscheinungskomplexes oder des Zustandes als Ganzes. In diese Kategorien scheinen mir die Begriffe liquid- oder orthomagmatisch, pegmatitisch, pneumatolytisch, hydrothermal und exhalativ zu fallen. Sie geben in

grossen Zügen über den Akt Auskunft, welcher der Erzlagerstättenbildung unmittelbar vorausging, und ordnen ihn in das gesamtmagmatische Geschehen ein. So bedeutet liquid- oder orthomagmatisch: engster Zusammenhang mit der Eruptivgesteinsbildung selbst, pegmatitisch: dem Stadium der Pegmatitbildungen verhaftet, pneumatolytisch: aus Systemen reich an leichtflüchtigen Bestandteilen, bei hoher Temperatur im Erdinnern gebildet, somit in Parallele zu setzen mit pneumatolytischer Kontaktmetamorphose. Wässerige Rückstands- und Kondensationslösungen, wie sie auch den letzten Stadien magmatischer Aktivität eigen sind, führen zum Begriff hydrothermal. Exhalativ ist auf die Gas- und Dampfabspaltung von Magmen anwendbar, die unmittelbar mit der Hydro- oder Atmosphäre kommunizieren.

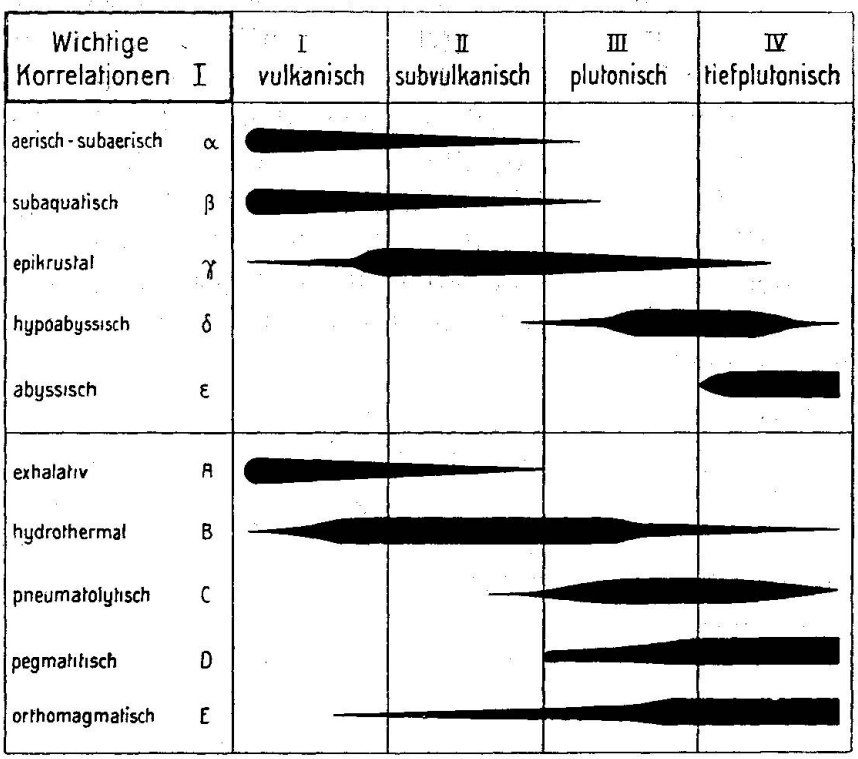
Über den Zusammenhang aller dieser Erscheinungen und die Schwierigkeiten der Grenzziehung gibt die physikalische Chemie der Magmen Auskunft.

4. Temperaturbereich der Hauptvererzungsepoche. Es handelt sich um die Einordnung der Hauptphase der Mineralisation in eine relativ zu bewertende Temperaturskala. Ein Studium der Art der Mineralien, der Mineralkombinationen und der Mineralumwandlungen befähigt zum Urteil. Die theoretisch einfache Problemstellung verlangt, was leider meist übersehen wurde, saubere Begriffe, denen nicht bewusst oder unbewusst noch andere Qualitäten anhaften. Eine Dreiteilung genügt im allgemeinen, und gegen katathermal, mesothermal, epithermal ist nichts einzuwenden, sofern darunter nur Temperaturunterschiede gemeint sind. Die Erfahrungen mit ähnlichen Bezeichnungen in der Lehre von der Gesteinsmetamorphose machen es jedoch wünschenswert, zum mindesten im deutschen Sprachgebrauch, hoch-, mittel- und niederthermal zu gebrauchen oder als synonym zu verwenden. Hochthermal bedeutet das Gesamtgebiet von den Temperaturen der Eruptivgesteinsbildung bis gegen 350°, niederthermal umfasst Temperaturen von etwa 200° abwärts, dazwischen gelegen ist mittelthermal.

Dass eine Bezeichnung telethermal in diesem Schema keinen Platz hat, ist selbstverständlich. Auch die Beschränkung der dreigliedrigen Skala auf „hydrothermale" Bildungen ist durch nichts gerechtfertigt. Liquidmagmatisch, pegmatitisch, pneumatolytisch gehören normalerweise dem hochthermalen Bereich an, während für exhalativ auch niedrigere Temperaturen in Frage kommen. Man kann überhaupt versuchen, in Tabellenform die besonders häufigen Korrelationen darzustellen. Allerdings muss man bedenken, dass es ja gerade der Vorteil dieser schärferen Begriffsbestimmung ist, dass

nur teilweise bestehende Beziehungen nicht verallgemeinert zu werden brauchen. Deshalb ist vor einer Interpretation zu warnen, die nachstehenden Übersichten mehr als eine erste orientierende Bedeutung zuschreibt (siehe Tabellen I—III).

Tabelle I



Schliesslich sei versucht, für einige von SCHNEIDERHÖHN erwähnten und beurteilten Erzlagerstätten die Zuordnung durchzuführen, damit keinerlei Zweifel über die Anwendung der Begriffe nach unseren Definitionen besteht. Es handelt sich hiebei keinenfalls um eine neue Klassifikation etwa nach 1—3 oder I—IV oder A—E oder a—e oder α—δ (siehe Tabellen I—III). Das sind in gewissem Sinne nur Kennziffern, die man innerhalb einer den Formationenbegriff benützenden Systematik dem einzelnen Lagerstättentypus beiordnen kann.

Niederthermale Lagerstätten

1, I, d—e, α (vulkanisch, exhalativ, perimagmatisch, aerisch, subaerisch). Jüngere Bildungen der Exhalationen des Katmai z. T. Manche exhalative Borsäurelagerstätten.

1, I, A, d—e, β (vulkanisch, exhalativ, perimagmatisch, subaquatisch). Manche Schwefelvorkommen aus Kraterseen. Exhalativ sedimentäre Eisenerze z. T.

1, I, A, d—e, γ (vulkanisch, exhalativ, perimagmatisch, epikrustal). Einzelne Schwefellagerstätten in Melanesien usw.

Tabelle II

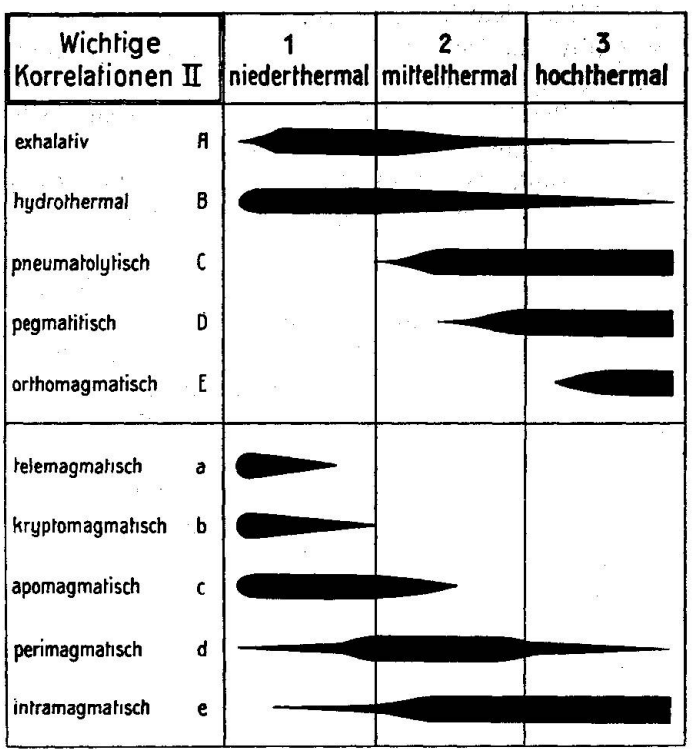
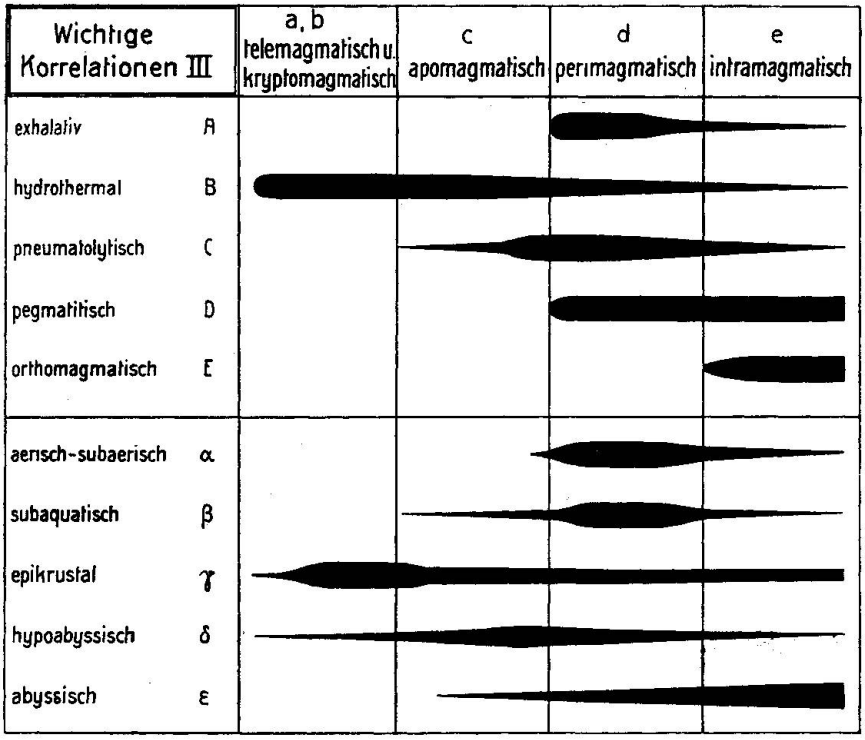


Tabelle III



1, I—II, B, d—e, β—γ (vulkanisch bis subvulkanisch, hydrothermal, perimagmatisch bis intramagmatisch, aquatisch bis epikrustal). Viele submarine Eisenerzlagerstätten, Kieslagerstätten.

1, II, B, d—e, γ (subvulkanisch, hydrothermal, peri-intramagmatisch, epikrustal). Quecksilberlagerstätten vom Typus Amiata.

1, II, B, d, γ (subvulkanisch, hydrothermal, perimagmatisch, epikrustal). Manche Tiefkupferglanzlagerstätten in Sandsteinen und Tuffiten.

1, III, B, a—b, δ—γ (plutonisch, hydrothermal, tele- bis kryptomagmatisch, epikrustal bis hypoabyssisch). Kupferglanzlagerstätten von Kenncott nach SCHNEIDERHÖHN.

1, III, B, a—b, δ (plutonisch, hydrothermal, tele- bis kryptomagmatisch, hypoabyssisch). Manche metasomatischen Eisenspatlagerstätten der Ostalpen.

1, III, B, a—b, γ—δ (plutonisch, hydrothermal, tele- bis kryptomagmatisch, epikrustal bis hypoabyssisch). Viele metasomatischen Blei-Zinkerzlagerstätten (z. B.) Mississippi-Missouri Distrikt, Oberschlesien, Ostalpen), Eisenglanzgänge.

1, III, B, d—e, δ—γ (plutonisch, hydrothermal, krypto- bis apomagmatisch, epikrustal bis hypoabyssisch, z. Teil auch a: telemagmatisch). Manche Antimonglanzgänge, Quecksilberlagerstätten vom Typus Almadén.

1, III, B, d, γ (plutonisch, hydrothermal, perimagmatisch, epikrustal). Manche Zinnerzgänge Boliviens.

Nieder- bis mitteltherm ale Lagerstätten

1—2, II, B (bis C), c, d, γ (subvulkanisch, hydrothermal, peri- bis apomagmatisch, epikrustal). Manche subvulkanischen, hydrothermal bis pneumatolytischen Zinnerzlagerstätten Boliviens.

1—2, II, B, b—d, γ—δ (subvulkanisch, hydrothermal, krypto- bis apomagmatisch, epikrustal bis hypoabyssisch). Sogenannte subvulkanische, meso- bis epithermale Blei-Zinkerzlagerstätten nach SCHNEIDERHÖHN.

1—2, III, B, c, γ (plutonisch, hydrothermal, apomagmatisch, epikrustal). Kupferlagerstätten vom Lake Superior nach SCHNEIDERHÖHN.

2—1, II, B, d—e, γ (subvulkanisch, hydrothermal, peri- bis intramagmatisch, epikrustal). Viele „junge" Gold-Silbererzlagerstätten.

2—1 (evtl. 3), III, B—C, b—d, δ (plutonisch, hydrothermal bis pneumatolytisch, krypto- bis perimagmatisch, hypoabyssisch). Mehrzahl der Kobalt-, Nickel-, Wismut-, Silber-Uranerzgänge.

Mitteltherm ale Lagerstätten

2, II—III, B, c—e, δ—γ (subvulkanisch bis plutonisch, hydrothermal, peri- bis intramagmatisch, epikrustal bis hypoabyssisch). Manche „disseminated copper ores".

2, III, B, b—c, γ (plutonisch, hydrothermal, krypto- bis apomagmatisch, epikrustal). Kupfer-Uranerze vom Otavibergland.

2, III, B, c, δ (plutonisch, hydrothermal, apomagmatisch, hypoabyssisch). Viele Blei-Zinkerzgänge.

2, III, B, d, δ (plutonisch, hydrothermal, perimagmatisch, hypoabyssisch). Kieslagerstätten vom Rio Tinto nach SCHNEIDERHÖHN.

2—3, II—I, B, d—e, γ (subvulkanisch bis vulkanisch, hydrothermal, peri- bis intramagmatisch, epikrustal). Kieslagerstätte von Maidanpek nach SCHNEIDERHÖHN.

Hochthermale Lagerstätten

3, II—III, B—E, d—e, δ—γ (subvulkanisch-plutonisch, hydrothermal bis orthomagmatisch, perimagmatisch bis intramagmatisch, hypoabyssisch bis epikrustal). Schwedische Magnetit-Apatitlagerstätten.

3, III, B, c—d, δ (plutonisch, hydrothermal, apo- bis perimagmatisch, hypoabyssisch). Viele „alte" Goldquarzgänge.

3, III, B—D, d, δ (plutonisch, hydrothermal bis pegmatitisch, perimagmatisch, hypoabyssisch). Viele Turmalin führende Goldquarzgänge und Kupfererzquarzgänge.

3, III, C, d, δ (plutonisch, pneumatolytisch, perimagmatisch, hypoabyssisch). Die meisten sogenannten „kontaktpneumatolytischen" Lagerstätten (z. Teil auch II oder (und) e).

3, III, D, e, δ (plutonisch, pegmatitisch, intramagmatisch, hypoabyssisch). Apatit-Nephelinpegmatite von Kola.

3, III—IV, C—E, c—d, δ (plutonisch, pneumatolytisch bis orthomagmatisch, apomagmatisch bis intramagmatisch, hypoabyssisch). Die meisten pneumatolytischen Zinnerzlagerstätten.

3, III, E—B, e, δ (plutonisch, orthomagmatisch bis hydrothermal, intramagmatisch, hypoabyssisch). Nickelmagnetkieslagerstätten von Sudbury.

3, III, E, e, δ (plutonisch, orthomagmatisch, intramagmatisch, hypoabyssisch. Chromitlagerstätten des Bushveld, Great Dyke, Selukwi; Platinlagerstätten des Bushveld, vom Ural; viele Titanmagnetit- und Titaneisenerzlagerstätten.

Nach den Angaben von F. Ahlfeld (Economic Geology, vol. XXXVI, p. 569 ff., 1941) würden wir die Erzlagerstätten des bolivianischen Zinndistriktes wie folgt einordnen:

Antimonitgänge: Niederthermal, plutonischen Ursprungs, hydrothermal, tele- bis apomagmatisch, epikrustal bis hypoabyssisch.

Goldquarzgänge, Nickelerzgänge, Kupfererzgänge	? Mittelthermal, plutonischen Ursprungs, hydrothermal, apomagmatisch, epikrustal bis hypoabyssisch.
Scheelit (Ferberit)-, Baryt- (Karbonat)-, Antimonitgänge des Condeauqui-Distriktes	Mittel- bis niederthermal, plutonischen Ursprungs, hydrothermal, apomagmatisch, epikrustal
Zinnstein-Sulfiderzgänge des Huanuni-Distriktes, von Cholcha, Colquiri	Zonar veränderlich von hoch- bis niederthermal, plutonischen Ursprungs, hydrothermal, kryptomagmatisch, meist epikrustal bis hypoabyssisch.
Zinnstein-, Turmalin-, Pyritgänge von Chacaltaya	Hochthermal, plutonischen Ursprungs, pneumatolytisch, intra- bis perimagmatisch, hypoabyssisch, übergehend in hochthermal, hydrothermal, mit Magnetkies, Zinkblende, Arsenkies, und mittelthermal, hydrothermal, mit Fluorit, Bleiglanz, Zinkblende.
Wolframit-, Quarzgänge und Zinnsteinlagerstätte des Caracoles-Distriktes usw.	Hochthermal, plutonischen Ursprungs, pneumatolytisch bis pegmatitisch, oder hydrothermal perimagmatisch, hypoabyssisch.
Zinnstein und Sulfid führende Pegmatite des Sorata Batholithes	Hochthermal, plutonischen Ursprungs, pegmatitisch-hydrothermal, perimagmatisch, hypoabyssisch.

Nach AHLFELD wären die Erzlagerstätten von Cerro de Potosi, Llallagua, obgleich in Ergussgesteinen befindlich, plutonischen Ursprungs, epikrustal, hoch- bis niederthermal, hydrothermal, peri- bis apomagmatisch in bezug auf Abspaltungsherd. Der Ausdruck xenothermal von BUDDINGTON sollte angeben: „trotz erdoberflächennaher Bildung hohe Anfangstemperatur", entspricht somit der Kombination hochthermal—epikrustal.

Eingegangen: 21. Oktober 1941.