

Ueber die Entstehung der Zinnerzvorkommen von Kinta

Objekttyp: **Chapter**

Zeitschrift: **Eclogae Geologicae Helvetiae**

Band (Jahr): **17 (1922-1923)**

Heft 2: **Eclogae Geologicae Helveticae**

PDF erstellt am: **17.05.2024**

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Inhalten der Zeitschriften. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern.

Die auf der Plattform e-periodica veröffentlichten Dokumente stehen für nicht-kommerzielle Zwecke in Lehre und Forschung sowie für die private Nutzung frei zur Verfügung. Einzelne Dateien oder Ausdrucke aus diesem Angebot können zusammen mit diesen Nutzungsbedingungen und den korrekten Herkunftsbezeichnungen weitergegeben werden.

Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Die systematische Speicherung von Teilen des elektronischen Angebots auf anderen Servern bedarf ebenfalls des schriftlichen Einverständnisses der Rechteinhaber.

Haftungsausschluss

Alle Angaben erfolgen ohne Gewähr für Vollständigkeit oder Richtigkeit. Es wird keine Haftung übernommen für Schäden durch die Verwendung von Informationen aus diesem Online-Angebot oder durch das Fehlen von Informationen. Dies gilt auch für Inhalte Dritter, die über dieses Angebot zugänglich sind.

dieses Erzes liegen vereinzelte Flitter und Körner von Kupferkies und Kriställchen von Arsenkies.

2. Kupferkies, 3. Arsenkies und 4. Kalzit. Sie zeigen dieselbe Ausbildung wie in dem vorangehend beschriebenen Gestein.

5. Flussspat. Erscheint in vereinzelten Körnern.

Ausscheidungsfolge, Bedeutung des Flusspats für die Entstehungsweise des Zinnsteins auf der Lagerstätte von Changkat Pari. Das Auftreten von Arsenkieskristallen inmitten eines granoblastischen Kalzitaggregats weist darauf hin, dass auch beim vorliegenden Gestein die Kalzitmasse Gangart ist. Sie dürfte wiederum durch Rekristallisation¹⁾ aus Kalkstein entstanden sein.

Der Nachweis von Flussspat ist wichtig für die Beurteilung der Zinnsteinentstehung auf der Lagerstätte von Changkat Pari. Offenbar sind auch auf dieser Lagerstätte fluorhaltige Agentien an der Bildung des Zinnsteins beteiligt gewesen.

Ueber die Entstehung der Zinnerzvorkommen von Kinta.

I. Entstehung der Zinnerzvorkommen nach J. B. Scrivenor.

Folgende Zusammenstellung der Gesteinsformationen von Kinta bringt SCRIVENOR's Ansicht über die Entstehungsweise des Zinnerzvorkommens zum Ausdruck (vgl. Lit. 16 p. 72).

1. Gesteine des Paläozoikums:

a) Schiefer und intrudierte *zinnerzbringende* Granite, präkarbonisch; anstehend nicht bekannt.

b) Kalksteine, karbonisch. Vorkommen: 1. Mit karrig zerfressener Oberfläche den Untergrund der unter 2 a angeführten Seifen bildend. 2. Als „Klippenberge“.

2. Gesteine der Gondwanaserie:

a) Ältere: „Clays and boulder clays“, gleichaltrig mit den glazialen Talchirbeds Vorderindiens. Fossilfrei. Lithologische Zusammensetzung: 1. Zähe Tone von wechselnder Farbe.

¹⁾ Die Auflösung und Wiederausfällung des Calcits ist vermutlich nach der Reaktion $[\text{CaCO}_3 + \text{H}_2\text{CO}_3 \rightleftharpoons \text{H}_2\text{Ca}(\text{CO}_3)_2]$ verlaufen. Die dazu nötige Kohlensäure kann im Verlauf der metasomatischen Erzbildung teils dem eruptiven Herd, teils nur den magmanäheren Gangpartien entstiegen sein, wo infolge starker Fluoritisierung von Kalkstein intensive Kohlensäureentwicklung stattfand. Dass innerhalb der Kalksteinformation von Kinta Flussspatbildung in grossem Umfang stattgefunden hat, beweisen uns die oben beschriebenen flussspatreichen Gesteine von Tronoh North.

2. Sande. 3. Schotter, bestehend aus karbonischem Kalkstein, präkarbonischem Granit, Turmalinglimmerquarzit, Korundfels, Turmalinschiefer, Tonschiefer, Phyllit, Hornstein. *Zinnstein* in eckigen und gerundeten Körnern (*ältere Zinnseifen*).

b) Jüngere: Quarzite, Phyllite, Turmalinschiefer, fossilfrei, gleichaltrig mit sandigtonigen, obertriassischen Sedimenten von Pahang. (Diese „jüngern Gesteine der Gondwanaserie“ liegen nach SCRIVENOR concordant über den „ältern Gesteinen der Gondwanaserie“.)

3. *Zinnerzbringender Granit des Mesozoikums.*

In genetischem Zusammenhang damit stehen folgende *Zinnerzlagerstätten*:

a) Gänge im Granit selbst aufsetzend.

b) Gänge in der karbonischen Kalksteinformation aufsetzend.

c) Intrusive Kaolinlager an der Basis der „clays and boulder clays“.

d) Gänge in den Gondwanaquarziten und -phylliten aufsetzend.

4. *Quartärablagerungen.*

Flussalluvionen mit Lignitflötzen (*jüngere Zinnseifen*).

II. Entstehung der Zinnerzvorkommen nach W. R. Jones.

JONES bestreitet in Lit. 19 die Richtigkeit von SCRIVENORS Annahme einer in zwei Epochen erfolgten Zinnerzentstehung:

Die „clays and boulderclays“ sind nicht glazialen Ursprungs (geschrammte Geschiebe fehlen), ortsfremde Gesteine kommen darin nicht vor, eine Überlagerung der „clays and boulder-clays“ durch die „jüngeren Gesteine der Gondwanaserie“: Quarzite, Phyllite etc. findet nirgends statt, die Kaolinlager an der Basis der „clays and boulder-clays“ sind nicht eruptiver Entstehung. Die viel einfachere Auffassung JONES' wird am besten an folgender Übersicht der Formationen zur Darstellung gebracht:

1. *Kalksteine, karbonisch;*

2. *Quarzite, Phyllite, Turmalinschiefer der Gondwanaserie;*

3. *Zinnerzbringender Granit des Mesozoikums.*

In genetischem Zusammenhang stehen damit folgende *Zinnerzlagerstätten*;

a) Gänge im Granit selbst aufsetzend;

b) Gänge in der karbonischen Kalksteinformation aufsetzend;

c) Gänge in den (Gondwana-) Quarziten, -Phylliten etc. aufsetzend;

4. Quartäre Alluvionen.

Teilweise *sehr zinnreich*, bisweilen mit eingeschalteten Lignitflötzen.

III. Kritische Bemerkungen zu den Auffassungen von Scrivenor und Jones.

Im Gegensatz zu DE MORGAN (Lit. 2) rechnet SCRIVENOR (siehe p. 233 und Lit. 16) die Kalksteine von Kinta *zum innern Teil des dem mesozoischen Granit angehörenden Kontakthofes*. Er nimmt an, die Kalksteine von Kinta seien äquivalent den karbonischen Kalksteinen von Pahang und die sandigtonigen Sedimente von Kinta äquivalent den triadischen, sandigtonigen Sedimenten von Pahang. Er folgert daraus für Kinta: Die Kalksteine sind älter als die sandigtonigen Sedimente und bilden deren Liegendes, gehören somit dem innern Teil des Kontakthofes an.

Wie auf dem Profil in Lit. 19 zu ersehen ist, *schliesst JONES sich dieser Ansicht SCRIVENOR's an*.

Gegen die Ansicht, dass in Kinta die Kalksteine dem innern und die sandigtonigen Sedimente dem äussern Teil des Kontakthofes angehören, möchte ich folgendes einwenden:

1. Die *Kalksteine*, die unverändert wie die kontaktmetamorphen, die von primären Erzgängen durchsetzt sind¹⁾, stehen nirgends in Primärkontakt mit dem Granit. Wo Kalkstein mit Granit in Berührung tritt (z. B. am Gunong Tempurong, am G. Datoh und am G. Amang, vgl. Lit. 16 p. 17, 18), ist er unverändert. Der Kalksteingranitkontakt ist mechanisch (Verwerfung).

2. Die *sandigtonigen Sedimente* hingegen stehen wohl in Primärkontakt mit dem Granit sowohl des Kledang- wie des Zentralgebirges. JONES (Lit. 19 p. 167) macht selbst auf zahlreiche Stellen aufmerksam, wo das der Fall ist. Ich führe hier zwei Beispiele an: Der Gipfel des Gunong Kerbau besteht aus kontaktmetamorphen sandigtonigen Sedimenten, welche dem Granit des Zentralgebirges aufsitzen (Lit. 16 p. 46) und offenbar ein Relikt des einst das Granitmassiv umhüllenden Sedimentmantels darstellen. Nördlich und östlich Tronoh und bei Toh Allang treten, wie aus SCRIVENORS und JONES Darstellungen ersichtlich ist, grössere Granitmassen des Kledanggebirges zu-

¹⁾ Z. B. bei Tronoh, wo pneumatolytisch veränderte Kalksteine eine Serie von sandigtonigen Sedimenten überlagern, die selbst kontaktamorph verändert und von zahlreichen Granitapophysen durchsetzt sind (siehe Textfigur 3).

tage, die von kontakt-pneumatolytisch veränderten sandigtonigen Sedimenten umrahmt sind (vgl. Taf. VIII).

3. Überlagerung der Kalksteine durch sandigtonige Sedimente wird weder von SCRIVENOR, noch von JONES je erwähnt, geschweige nachgewiesen. Umso schöner bringt DE MORGAN die Überlagerung der sandigtonigen Sedimente durch die Kalksteine zur Darstellung (Lit. 2 Pl. IX).

Diese Einwände scheinen mir die Ansicht, dass der Kalkstein den innern, die sandigtonigen Sedimente den äussern Teil des Kontakthofes darstellen, endgültig zu widerlegen. Tatsächlich herrscht das umgekehrte Verhältnis, wie es in Textfigur 2 dargestellt ist.

Auch ausserhalb von Kinta bilden die sandigtonigen Sedimente, nicht die Kalksteine, den innersten Teil des Kontakthofes um den „Zinngranit“:

In Klian Intan (Oberperak) setzen, wie WOLFF (Lit. 11 p. 178) gezeigt hat, Gänge mit Zinnstein und Quarz in tonschieferartigem Gestein, vermutlich Hornfels, auf (siehe Textfigur 1, Nummer 1).

In Machi, oder Manhis (Pahang) hat SCRIVENOR (Lit. 7 b p. 29) ganz ähnliche Vorkommen beobachtet (siehe Textfigur 1, Nummer 2).

Bei Kuantan (Pahang) liegen, so berichtet SCRIVENOR (Lit. 7 b p. 26), auf dem Granit Turmalin- und Andalusitschiefer. Granit und Schiefer werden von Zinnerzgängen durchsetzt (siehe Textfigur 1, Nummer 3).

Schliesslich ist noch zu erwähnen, dass auch TRÜMPY und MORGENTHALER der Ansicht sind, dass in Hinterindien der innere Teil der den „Zinngranit“ umschliessenden Kontakthülle aus Hornfelsen, Grauwacken, Sandsteinen, sowie Tonschiefern und der äussere Teil aus Kalksteinen besteht (vgl. Lit. 23 p. 39, Lit. 26).

IV. Genetische Klassifikation der primären Zinnerzvorkommen.

Auf Grund der mir zugänglichen Literatur einerseits und auf Grund meiner eigenen Untersuchungen ergibt sich folgende genetische Einteilung der primären Zinnerzvorkommen von Kinta:

A) Endogene Vorkommen: 1. Greisen; 2. Zwitter; 3. (Pegmatite). B) Exogene Vorkommen: 1. An Hornfelse geknüpfte perimagmatische Vorkommen; 2. An Kalksteine geknüpfte peri- und apomagmatische Vorkommen.

A. Endogene Vorkommen.

1. Greisen.

Greisengesteine sind von *Chendai* (Taf. VIII, Nummer 3, 4, 5) und *Lahat* (Taf. VIII, Nummer 7) sowie vom *Gunong Bujang Malakka* (Taf. VIII, Nummer 6) zur Untersuchung gelangt (vgl. p. 196—209). Es wurde gezeigt, dass diese Gesteine durch eine *pneumatolytische Veränderung aus Graniten* entstanden sind.

Der *dunkle Glimmer* gehört zu denjenigen Mineralien des Granits, welche am leichtesten bei der Zinnsteinpneumatolyse zerstört werden; frischer Biotit fehlt in allen untersuchten Gesteinen; er ist bei der Pneumatolyse u. a. in Weissglimmer und Chlorit übergeführt worden (vgl. p. 202).

Im Gegensatz zum dunklen Glimmer ist der *Feldspat* (Orthoklas, Mikroklin, Perthitfeldspat und saurer Kalknatronfeldspat) gegenüber der umwandelnden Wirkung der pneumatolytischen Agentien viel widerstandsfähiger. Die Feldspatverdrängung lässt sich bei jedem der untersuchten Gesteine in mehreren Stadien wahrnehmen.

Die Verdrängung des *Granitquarzes* ist viel schwerer nachzuweisen, weil die beiden Generationen¹⁾: Granitquarz und pneumatolytischer Quarz nicht leicht zu unterscheiden sind. Die Unterscheidung ist teilweise bei denjenigen Greisen möglich gewesen, in welchen eine verhältnismässig schwache Zinnsteinpneumatolyse stattgefunden hat. In einem solchen Gestein (vgl. p. 203—204) gehört Quarz, der an idiomorphen Feldspat grenzt oder als idiomorpher Einschluss im Feldspat auftritt, zur Generation des Granitquarzes, Quarz, der im Verein mit Turmalin,

¹⁾ Bei dieser Gelegenheit sei darauf aufmerksam gemacht, dass eine Zerteilung in Granitquarz und pneumatolytischen Quarz vom Standpunkt der DAUBRÉE'schen Theorie der Greisenbildung (Lit. 27 p. 104—112) berechtigt ist.

Bei der Zinnsteinpneumatolyse, welche nach der Verfestigung des Granits einsetzt, greifen die pneumatolytischen Agentien (worunter Flussäure) nicht nur den Feldspat und den dunklen Gemengteil, sondern auch den Quarz des Granites an. Aus den entstandenen Lösungen, welche Gemische von Silikofluoriden, Borosilikaten, Fluoboraten, Fluoriden, Boraten und Silikaten darstellen, scheidet sich neben Zinnstein und seinen fluor- sowie borhaltigen Trabanten auch Quarz aus (die Kieselsäure ist teils den zerstörten Granitmineralien entnommen, teils pneumatolytisch zugeführt).

Wenn nun die Zinnsteinpneumatolyse, wie das bei der Greisenbildung der Fall ist, nur eine partielle Veränderung des Granits bewirkt, so kommen in dem als Greisen benannten Gestein zwei Quarzarten vor: Granitquarz und pneumatolytischer Quarz.

Zinnstein, Lepidolith und Flußspat an unregelmässig begrenzten Feldspat stösst, zur Generation des pneumatolytischen Quarzes.

Für die pneumatolytischen Mineralien der Greisen hat sich keine Ausscheidungsfolge aufstellen lassen, weil kristallographische Begrenzung selten beobachtet worden ist.

Von besonderem Interesse sind die Umwandlungserscheinungen, der pneumatolytischen Mineralien (wir werden bei Besprechung der Zwitter noch darauf zurückkommen), sowie gewisse strukturelle Eigentümlichkeiten derselben (vgl. p. 198, 208). Sie weisen darauf hin, dass die *Greisenbildung* kein einheitlicher Prozess ist, sondern *sich in mehrere aufeinanderfolgende Vorgänge von chemisch differenter Wirkung auflöst*¹⁾.

2. Zwitter.

Als Zwitter bezeichne ich diejenigen Gesteine, welche in *Verbindung mit Greisen* auftreten und *keine granitischen Gemengteile* führen. Sie können folgendermassen eingeteilt werden:

a) vorwiegend *pneumatolytisch entstandene* Zwitter: wesentliche Gemengteile Turmalin, Topas und Zinnstein.

b) vorwiegend *hydrothermal entstandene* Zwitter: wesentliche Gemengteile Karbonat, wasserhaltige Silikate (Chlorit, Weissglimmer, Pyrophyllit, Kaolin) und Sulfide (Arsenkies, Pyrit, Blende, Kupferkies und Bleiglanz).

In den untersuchten Zwittern haben mancherlei *Umsetzungen der pneumatolytischen Mineralien* stattgefunden: *Turmalin* in sphäritisch aggregierten Weissglimmer und Chlorit; *Topas* in sphäritisch aggregierten Weissglimmer, Pyrophyllit und Kaolin. Diese Umsetzungen sind vorwiegend *hydrothermalen Art* und können verglichen werden mit Umsetzungen, welche BRÖGGER und GOLDSCHMIDT an Mineralien gewisser Alkaligesteine des Kristianiagebiets nachgewiesen haben: z. B. Eläolith in Analzim, Sodalith in Natrolith (Spreustein) und Aegirin in Analzim (Lit. 30 p. 223, 185, 53 und 333), dann Skapolith in Albit und Epidot, Vesuvian in Prehnith, Wollastonit in Apophyllit (Lit. 57 p. 309, 386, 489 und 328).

Die genetische Beziehung unserer Zwitter zu granitischen Gesteinen ist nicht festzustellen, weil granitische Gesteinskomponenten fehlen. Wahrscheinlich handelt es sich dabei nicht so sehr um Umwandlungsprodukte von Graniten als vielmehr um „*Erzgesteine*“, *welche gangförmig in Graniten und Greisen aufsetzen*.

¹⁾ Zu dieser Auffassung der Greisenbildung ist auch LANGERFELD bei der Untersuchung cornwallischer Greisen gelangt (Lit. 52 p. 48).

3. (*Pegmatite.*)

Die dritte Art von endogenen Zinnerzgesteinen: die Zinnsteinpegmatite, ist bislang in Kinta noch nicht nachgewiesen. Es steht zu erwarten, dass sie bei künftigen Aufnahmen noch gefunden wird. Es wären das Gesteine von der Beschaffenheit des bekannten sächsischen Stockscheiders, oder gewisser durch PREISWERK aufgefundener pegmatitähnlicher Gesteine von Lumbrales in Westspanien (Lit. 61 p. 79), oder endlich des oben beschriebenen Zinnsteinpegmatits von Lengging (Negri Sembilan). Beim *Zinnsteinpegmatit von Lengging* gehören, wie wir p. 195 gesehen haben, sämtliche Mineralien ungefähr der gleichen Bildungsperiode an; der *Zinnstein* des Lenggingpegmatits ist im Gegensatz zum Zinnstein der Greisen *ein gleichzeitig mit den übrigen Konstituenten entstandenes Produkt*. Eine Erklärung des syngenetischen Vorkommens von normalgranitischen und pneumatolytischen Mineralien in diesem Pegmatit geben NIGGLI's Ausführungen über die Pegmatite in Lit. 71 p. 165 ff.

B. Exogene Vorkommen.

1. An Hornfelse geknüpfte perimagmatische Vorkommen.

Wir haben p. 218 gesehen, dass die an der *Strasse von Pusing nach Siputeh* (Taf. VIII Nummer 12) gelegene Lagerstätte an metamorphe Sedimente geknüpft ist. Die Erzgänge stimmen in ihrem Mineralbestand: Zinnstein, Turmalin und Quarz vollständig überein mit demjenigen gewisser Zwitter. Das Nebengestein der Gänge ist quarzitischer Turmalinhornfels, der als stark pneumatolytisch veränderter toniger Sandstein aufzufassen ist. Ganginhalt und Beschaffenheit des Nebengesteins deuten darauf, dass die Erzmassen dieser Lagerstätte in verhältnismässig *geringer Entfernung vom magmatisch-pneumatolytischen Ursprungsort* ausgeschieden worden sind.

Ein *analoges Erzvorkommen liegt ca. 4 km westlich vom Bahnhof Chemor* (Taf. VIII, Nummer 13), wie wir p. 220 gezeigt haben.

Dem gleichen Lagerstättentypus gehören ferner an die Vorkommen von *Lahat* und *Papan* (zwischen Sungei San Johan und Kinta-River, siehe Taf. VIII), die beide seit langer Zeit von praktischer Bedeutung sind. Dort stehen nach DE MORGAN (Lit. 2 Pl. IX) und JONES (Lit. 19 p. 167), die sandigtonigen Sedimente in Primärkontakt mit dem Granit des Kledanggebirges und sind von zinnerzreichen Gängen durchsetzt.

Den letztgenannten Erzvorkommen entsprechen vollständig diejenigen von *Tanjong Rambutan* und *Gopeng* (beide am W-Fuss des Zentralgebirges gelegen, siehe Taf. VIII), wo nach JONES (Lit. 19 p. 167) von Erzgängen durchaderte quarzitisches Sedimente in Berührung mit dem Granit des Zentralgebirges treten.

2. An Kalksteine geknüpfte peri- und apomagmatische Vorkommen.

a) Perimagmatische Lagerstätten.

Wahrscheinlich ist dieser Typus in Kinta ziemlich verbreitet; wir kennen aber bis jetzt nur ein einziges Beispiel: Tronoh (Taf. VIII, Nummer 11).

P. 225 wurde gezeigt, dass die *Tronoh-Kalksteine* teils *mar-morisiert*, teils *chemisch stark verändert* sind.

Das Produkt einer intensiven *pneumatolytischen Metasomato-se* sind Gesteine, bestehend aus Zinnstein, Turmalin, Flussspat und Kalkthonerdegranat, wobei das eine oder andere Mineral fehlen kann. Daneben finden sich Gesteine, welche ausser Flussspat reichlich Chlorit und Sulfide (Pyrit, Zinkblende, Arsenkies und Bleiglanz) führen. Die Entstehung solcher Gesteine gehört einer mehr *hydrothermalen* Phase an.

Die Kalksteine werden unterlagert von metamorphosierten Sandsteinen (vgl. Textfigur 3). Da die quarzitisches Gesteine von granitischen Apophysen und Zinnsteingängen durchsetzt sind, so ist daraus zu schliessen, dass die ausgedehnte „Kontakt“-Metasomatose der Kalksteine im Zusammenhang steht mit der Injektion von Eruptivmaterial in den liegenden Sandsteinen.

b) Apomagmatische Lagerstätten.

Durch PENROSE (Lit. 5 p. 146), RUMBOLD (Lit. 7a p. 885—886) und SCRIVENOR (Lit. 7b p. 36—40; Lit. 8 p. 382—389; Lit. 16 p. 69—70) sind verschiedene, von Alluvionen bedeckte primäre, in Kalkstein auftretende Zinnerzvorkommen¹⁾ bekannt geworden; die wichtigsten sind Siak (Taf. VIII, Nummer 19), Ayer Dangsang (Taf. VIII, Nummer 20), Changkat Pari (Taf.

¹⁾ Mit diesen Lagerstätten zeigt das 10 km südlich von Kuala Lumpur, dem Hauptort der Residentschaft Selangor, gelegene Erzvorkommen von Serdang (Textfigur 1 Nummer 7) viel Ähnlichkeit. Auch hier setzen Erzgänge schlotartig in Kalkstein auf. Die Untersuchung einiger Proben aus Serdang, welche Herr A. HENGGELEER gesammelt und dem Naturhistorischen Museum in Basel geschenkt hat, ergab, dass die Gangfüllung aus Sulfiden (vorwiegend Pyrit), Zinnstein, Karbonat und etwas Quarz besteht.

VIII, Nummer 18), Penkalan (Taf. VIII, Nummer 21) und Mine der Société des étains de Kinta, bei Lahat (Taf. VIII, Nummer 22).

Diese Lagerstätten zeigen folgende Eigentümlichkeiten:

Unregelmässige, schlauchartige *Gänge* setzen *in stofflich unveränderten Kalksteinen* auf. Auf den Gängen sind verhältnismässig grosse Mengen geschwefelter Erze (Pyrit, Arsenkies, Buntkupfererz, Kupferkies und Antimonglanz) ausgeschieden. Zinnstein hat hier überall nur akzessorische Bedeutung; er ist allem Anschein nach die einzige Zinnverbindung; wenigstens wird aus dem eisernen Hut kein Holzzinn erwähnt, welches nach BEYSLAG, KRUSCH, VOGT und DAVY (Lit. 63 p. 84; Lit. 73 p. 475) ein oxydationsmetasomatisches Umwandlungsprodukt sulfidischer Zinnmineralien wie Zinnkies ist.

Als Gangart erscheint auf den Gängen: Kalzit (wie wir p. 232 gesehen haben, in Changkat Pari durch Strontiumgehalt ausgezeichnet), Eisenspat, Manganspat, Quarz und Flusspat.

Was die *Entstehung* der genannten Lagerstätten betrifft, so machen es folgende Merkmale wahrscheinlich, dass sie in verhältnismässig grosser Entfernung von ihrem Magmaherd gebildet worden sind: 1. Die Erzgänge bestehen zum grössten Teil aus Mineralien, welche bei relativ niederen Temperaturen auskristallisieren. 2. Die Gangart ist mineralarm¹⁾, arm vor allem an Silikaten; sie ist, wie wir p. 231 gezeigt haben, bei Changkat Pari fast ausschliesslich karbonatisch (CaCO_3 -Anteil ist rekristallisiertes Nebengesteinsmaterial). 3. Die Gänge grenzen an stofflich unverändertes Nebengestein. Die Lagerstätten sind demnach als *apomagmatische* oder nach NIGGLI's Nomenklatur (Lit. 71 p. 214) als *hydrothermal-lateral differenzierte Bildungen* zu bezeichnen. Sie zeigen *grosse Ähnlichkeit* mit den von LOTTI (Lit. 37), BERGEAT (Lit. 40) und STELLA (Lit. 59) untersuchten epigenetischen Zinnerzvorkommen von Monte Valerio und Monte Fumacchio bei Campiglia Marittima.

V. Besonderheiten der hydrothermalen Erzbildungen.

Wir haben gezeigt, dass in Kinta die *pneumatolytischen Erzbildungen auf den Magmaherd und dessen Nähe beschränkt*, die *hydrothermalen* dagegen nicht nur *intramagmatischer* und *perimagmatischer*, sondern auch *apomagmatischer* Natur sind.

¹⁾ Im Vergleich zu den Gesteinen der perimagmatischen Lagerstätte von Tronoh, siehe p. 226—231.

Ich erinnere an die beiden sulfidreichen Zwitter von Chendai (vgl. p. 209—215), den sulfidreichen Flusspatchloritfels von Tronoh (vgl. p. 229) und die beiden sulfidreichen Kalzitgangfüllungen von Chaṅkat Pari (vgl. p. 231—233).

Die hydrothermalen Erzbildungen von Kinta lassen sich folgendermassen charakterisieren.

1. *Endogene hydrothermale Erzbildungen (z. T. Zwitter).* Sie treten in Verbindung mit endogen-pneumatolytischen Erzbildungen auf. Einzelne ihrer Mineralien sind aus pneumatolytischen Mineralien entstanden, — ein Beweis, dass sie jünger sind als die angrenzenden pneumatolytischen Erzbildungen. Die Gangart ist ausschliesslich magmatogener Natur.

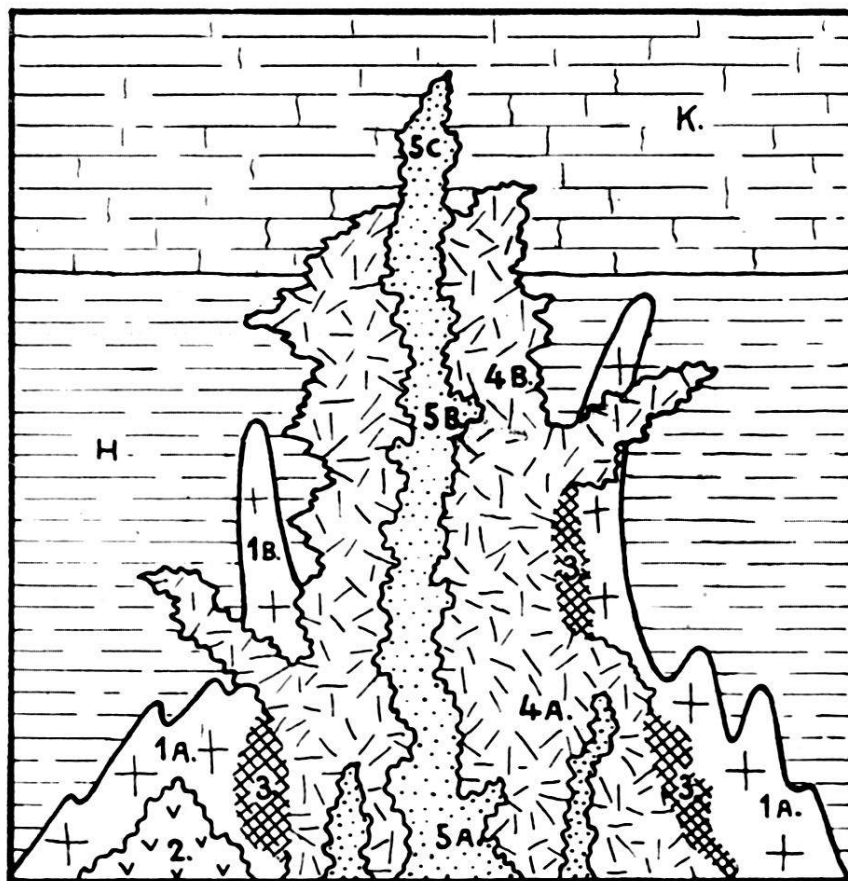


Fig. 4. Schematische Darstellung der Zinnerzbildung im Kontakthof von Kinta.

1 A. Granit. 1 B. Granitapophyse. 2. Zinnsteinpegmatit. 3. Greisen. 4 A. Pneumatolytische Zwitter. 4 B. Pneumatolytische perimagmatische Erzbildungen. 5 A. Hydrothermale Zwitter. 5 B. Hydrothermale perimagmatische Erzbildungen. 5 C. Hydrothermale apomagmatische Erzbildungen. H. Hornfelse. K. Kalksteine.

Auf beistehender Tabelle habe ich versucht, die *hydrothermalen Erzbildungen von Kinta* nach ihren Ausbildungsformen in den intra-, peri- und apomagmatischen Zonen zu charakterisieren.

Uebersicht der hydrothermalen Erzbildungen von Kinta.

Zone	Gangart	Erze	Besondere Entstehungsweise einzelner Gangartminerale	Unmittelbares Nebengestein	Vorkommen
apomagmatisch	Vorherrschend: Karbonate (Strontianoculcit, Manganspat, Siderit); untergeordnet: Flussspat; selten: Quarz, Chlorit	Vorherrschend: Sulfide von As, Fe, Cu und Sb; accessorisch: Zinnstein	Carbonat und Flussspat Assimilationsprodukte	Stofflich unveränderte Kalksteine	Ayer Dangsang, Siak, Changkat-Pari, Penkalan, Lahat (Mine der Société des étains de Kinta)
perimagmatisch	Vorherrschend: Flussspat, Chlorit; accessorisch: Weissglimmer	Vorherrschend: Sulfide von As, Fe, Zn und Pb; accessorisch: Zinnstein	Chlorit und Weissglimmer teilweise aus Turmalin entstanden, Flussspat, Assimilationsprodukt	Pneumatolytisch veränderte Kalksteine, Turmalin, Flussspat und Granat führend	Tronoh
perimagmatisch	?	?	?	von Quarzzinnsteingängen durchtrümmerte quarzitisches Turmalinhornfelse*)	Pusing, Chemor, Lahat, Papan, Tanjong Rambutan
intra-magmatisch	Vorherrschend: Quarz, Chlorit, Weissglimmer, Flussspat, Siderit; verbreitet: Pyrophyllit, Kaolin	Vorherrschend: Sulfide von As, Cu, Fe, Zn und Pb; verbreitet: Zinnstein	Chlorit u. Weissglimmer teilweise aus Turmalin entstanden Weissglimmer, Pyrophyllit u. Kaolin teilweise aus Topas entstanden	Pneumatolytische Zwitter (Pegmatite)	Chendai, Gunong, Bujang Malakka, Lahat

*) Zweifellos setzen hydrothermale Erzbildungen, zusammen mit pneumatolytischen Erzbildungen, auch in den quarzitischen Hornfelsen auf. Leider befinden sich in unserer Sammlung keine Belegstücke. Da die Hornfelse von Kinta Si O₂-reich sind, so ist der Mineralinhalt der damit verknüpften hydrothermalen Erzbildungen vermutlich derart beschaffen, dass Assimilation schwer nachzuweisen ist; die Gangart dürfte in ihrer mineralogischen Zusammensetzung mit derjenigen mancher intramagmatisch-hydrothermalen Erzbildungen übereinstimmen.

2. *Perimagmatische hydrothermale Erzbildungen.* Sie treten in Verbindung mit perimagmatisch-pneumatolytischen Erzbildungen auf. Einzelne ihrer Mineralien sind aus pneumatolytischen Mineralien entstanden — ein Beweis, dass sie jünger sind als die angrenzenden pneumatolytischen Erzbildungen. Die Gangart ist zum grossen Teil das Produkt einer Assimilation¹⁾.

3. *Apomagmatische hydrothermale Erzbildungen.* Sie grenzen unmittelbar an stofflich unveränderte Gesteinsarten: Die Gangart ist fast ausschliesslich das Produkt einer Assimilation (z. T. Rekristallisation).

Textfigur 4 endlich soll meine Auffassung über den räumlichzeitlichen Verband zwischen den verschiedenen pneumatolytischen und hydrothermalen Erzbildungen von Kinta zur Darstellung bringen.

Zusammenfassung.

1. Die Entstehung der primären Zinnerzlagerrstätten von Kinta steht im Zusammenhang mit der Intrusion ausgedehnter granitischer Massen.

2. Endogenes Zinnerz kommt in Greisen und Zwittern vor.

3. Bei der Granitintrusion ist ein Kontakthof gebildet worden.

4. Den innern Teil des Kontakthofes bilden sandigtonige Sedimente. Sie haben eine Umwandlung in Hornfelse erfahren. Durch pneumatolytische Stoffzufuhr sind unter anderm turmalin- und korundführende Hornfelse entstanden. Innerhalb dieser Kontaktzone sind zahlreiche Granitapophysen und Erzgänge vorhanden.

5. Den äussern Teil des Kontakthofes bilden Kalksteine. Eine relativ starke Stoffzufuhr hat an der Basis der Kalkformation stattgefunden (perimagmatische Lagerstätte: Tronoh) — mit zunehmender Entfernung vom Eruptivkörper nimmt die Stoffzufuhr ab. Die als apomagmatisch zu bezeichnenden Lagerstätten im Kalkstein sind relativ reich an geschwefelten Erzen, arm dagegen an Zinnstein und seinen charakteristischen Begleitmineralien. Die Gangart ist meist rekristallisiertes Nebengesteinsmaterial.

¹⁾ Assimilation ist desto leichter zu erkennen, je stärker die zugeführten Stoffe in der chemischen Zusammensetzung abweichen vom Nebengestein, in welchem die pneumatolytischen und hydrothermalen, perimagmatischen Erzbildungen aufsetzen.