Zeitschrift: Eclogae Geologicae Helvetiae

Herausgeber: Schweizerische Geologische Gesellschaft

Band: 17 (1922-1923)

Heft: 2: Eclogae Geologicae Helveticae

Artikel: Petrographische Untersuchung zinnerzführender Gesteine aus Kinta (Malakka)

Autor: Romang, Markus

Kapitel: Spezielle petrographische Untersuchungen

DOI: https://doi.org/10.5169/seals-158095

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: 02.10.2025

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

Vertikaldislokationen wie diejenigen des Kintagebietes sind in Hinterindien eine weitverbreitete Erscheinung. Gleichartige Dislokationen sind in verschiedenen andern Teilen von Malakka beobachtet worden, z. B. am Gunong Bakau (vgl. Textfigur 1 Nummer 6, ferner Lit. 13 p. 373). Und zahlreiche Grabenversenkungen, welche derjenigen von Kinta in mancher Hinsicht gleichen, sind auf Sumatra bekannt (Lit. 6 p. 71).

Spezielle petrographische Untersuchung.

Die Sammlung PANNEKOEK VAN RHEDEN umfasst über 100 gute Handstücke. Sie entsprechen in ihrer Mehrheit je einem besonderen Typus und belegen so die grosse petrographische Mannigfaltigkeit der endogenen und exogenen Zinnerzformationen. Die Resultate der petrographischen Untersuchung werden in den folgenden Einzeldiagnosen mitgeteilt.

I. Endogene Gesteine.

A. Normale Eruptivgesteine: Granite.

Biotitgranitit von porphyrartiger Ausbildung.

Fundort: Weg von Meglembu auf den Gunong Kledang, Distrikt Kinta (Taf. VIII Nummer 1).

Mineralbestand. Das hellgraue Gestein führt in einem feinkörnigen Feldspatquarzbiotitgemenge einsprenglingsartig schwarze Biotittafeln, fettglänzende Quarzkörner, bis 1,5 cm grosse, weisse Kalifeldspäte und bis 0,4 cm grosse, gelbliche Kalknatronfeldspäte.

Unter dem Mikroskop lassen sich folgende Mineralien unterscheiden:

1. Biotit. Er ist in Form unregelmässig begrenzter Tafeln oder Schuppen ausgebildet. In frischem Zustand zeigt er Pleochroismus $\mathfrak{b}$, $\mathfrak{c}$ = dunkelbraun, $\mathfrak{a}$ = blassgelb. Basale Schnitte geben bei Betrachtung im konvergentpolarisierten Licht ein nahezu einachsiges Interferenzbild. Der optische Charakter ist negativ. Als primäre Einschlüsse enthält Biotit vorzugsweise Körner von Zirkon; sie erzeugen stark pleochroitische Höfe. Eisenerz ist ebenfalls vorhanden. Gelegentlich beobachtet man unzersetzten Biotit, mit gefransten Rändern und begleitet von zahlreichen Eisenglimmerblättchen. FORSTERUS hat diese Erscheinungen am Granit von Borgå beschrieben (Lit. 32 p. 183). Er hält die Eisenglimmerblätt-

chen für Auslaugungsprodukte (Verwitterung), während ROSENBUSCH ihre Entstehung auf magmatische Resorption zurückführt (Lit. 46 p. 49).

Der Biotit ist stellenweise umgewandelt. Als Neubildungsprodukte findet man anormal doppelbrechenden Chlorit, ferner Weissglimmer, Rutilnadeln und hydratisches Eisenoxyd. Rutil ist bisweilen reichlich ausgeschieden. Offenbar ist der frische Biotit durch einen beträchtlichen Titangehalt ausgezeichnet.

2. Kalknatronfeldspat. Sämtliche Durchschnitte erscheinen schwach getrübt; es sind kleine Glimmerschuppen und Flussspatkörner eingelagert. Die grossen, einsprengungsartigen Kristalle erscheinen in quadratischen Durchschnitten und schliessen in ihren randlichen Partien oftmals rundlichen, z. T. idiomorphen Quarz ein.

Die mikroskopisch dimensionierten Individuen zeigen hingegen meist leistenförmigen Umriss. Mit grosser Regelmässigkeit ist der Kalknatronfeldspat polysynthetisch nach dem Albitgesetz verzwillingt.

Die grossen Feldspäte zeigen häufig schwachen Zonenbau. Um einen anorthitreicheren, meist den grössten Raum des Kristalls einnehmenden Kern legen sich wenige, schmale Zonen albitreicherer Mischungen. Zur Gehaltsbestimmung solcher zonierter Plagioklase wurde ein Schnitt gewählt, der annähernd in der symmetrischen Zone lag: senkrecht (010), und in dem die Spaltrisse nach der Basisfläche sichtbar waren:

Zonen	Auslöschungsschiefe im Lamellensystem:		Mittel
	I	II	
Kern	+ 13°	+ 5°	+ 9°
Innere Hülle . . .	+ 12°	+ 2°	+ 7°
Äussere Hülle . .	- 7°	- 12°	- 9° 30'
	l'éclairement commun im Lamellensystem:		Mittel
	I	II	
	- 38°	- 37°	- 37° 30'

Bestimmung der Schnittlage mit Hilfe des éclairement commun von MICHEL-LÉVY:

Der untersuchte Schnitt, der ungefähr senkrecht (010) orientiert ist ($\varphi = 0$), entspricht des gemessenen éclairement

commun von $-37^0\,30'$ (Lit. 34 p. 78 sowie Diagramm Taf. XII) wegen einer Fläche, welche um $+67^0$ von $\pi = 0^0$ absteht ($\pi = +67^0$). Die Werte: $\varphi = 0^0$, $\pi = +67^0$ stimmen annähernd für eine Fläche, die senkrecht auf (010) und (001) steht.

Die Schlifflage gestattet es somit, für die Gehaltsbestimmung die von BECKER und BECKE ausgearbeitete Methode zu benützen (Lit. 43 p. 353—355 sowie Fig. 191). Für die verschiedenen Zonen erhält man nach dieser Methode entsprechend oben angegebener Auslöschungsschiefen folgende Zusammensetzung:

Kern:	71%	Albit	29%	Anorthit
Innere Hülle:	74%	,,	26%	,,
Äussere Hülle:	91%	,,	9%	,,

In Übereinstimmung mit dieser Messung steht folgende Beobachtung. Die Kernzone gibt in beiden Lamellensystemen bei Untersuchung im konvergentpolarisierten Licht annähernd den normalen Austritt der Bisektrix $\mathfrak{a}$ (np). Die Zusammensetzung dieses Kerns dürfte im wesentlichen die Zusammensetzung der grossen Plagioklase ausmachen; diese Feldspäte gehören zum *Andesinoligoklas.*

Die kleinen leistenförmigen Kalknatronfeldspäte dagegen haben annähernd die Zusammensetzung der sauersten Mäntel der grossen Kristalle; es sind also *saure Oligoklasalbite.* Ihre Lichtbrechung wurde mit derjenigen des Quarzes verglichen und gefunden: Kreuzstellung $\omega > \gamma'$, $\varepsilon > \alpha'$; Parallelstellung $\omega > \alpha'$, $\varepsilon > \gamma'$ (Lit. 31 p. 387 u. 388). Schnitte, welche senkrecht (010) orientiert sind, löschen im Maximum mit 13^0 aus.

3. Kalifeldspat. Bildet ebenfalls Kristalle verschiedener Grösse. Neben einfachen Individuen sind Zwillinge nach dem Karlsbadergesetz verbreitet. Im Gegensatz zum Kalknatronfeldspat hat der Kalifeldspat selten idiomorphe Gestalt. Einige Kristalle zeigen Mikrolingitterung. Die makroskopisch erkennbaren Individuen sind in zahlreichen Fällen perthitisch mit Albit verwachsen. Der eingelagerte Albit, von höherer Lichtbrechung als sein Wirt, ist in Form unregelmässiger Spindeln oder schmalen Lamellen ausgebildet *(Mikroperthit).* Die letzteren zeigen Zwillingsbildung nach dem Albitgesetz. Ausser diesen perthitischen Einlagerungen sind auch Einschlüsse von kleinen, wohlumgrenzten Kalknatronfeldspäten zu beobachten.

Ziemlich verbreitet sind *myrmekitische* Bildungen. Sie stehen stets in Verbindung mit Kalifeldspat. Der myrmekitische Feldspat, welcher in der Regel nur von wenigen tropfenförmigen oder krummstengeligen Quarzindividuen durchsetzt

wird, grenzt mit konvexer Fläche an den Kalifeldspat; gelegentlich ist der Myrmekitfeldspat als orientierte Fortwachsung zonierter Kalknatronfeldspäte zu beobachten. Der Myrmekitfeldspat besteht aus saurem Oligoklas: Kreuzstellung: $\omega > \gamma'$, $\varepsilon > \alpha'$; Parallelstellung: $\omega > \alpha'$, $\varepsilon > \gamma'$.

Der Myrmekitplagioklas ist also sehr sauer entsprechend der geringen Menge eingewachsenen Quarzes eine Bestätigung für die von BECKE und andern Autoren erkannte Gesetzmässigkeit, dass beim Myrmekit die eingeschlossene Quarzmenge proportional der Basizität des zugehörigen Plagioklases ist (Lit. 44 p. 38, Lit. 49 p. 377).

In den randlichen Partien einsprenglingsartiger Kalifeldspäte sind Einschlüsse von rundlichem, z. T. idiomorphem Quarz oft sehr verbreitet. Quarz als Einschluss im Feldspat widerspricht der allgemeinen Ausscheidungsfolge der Gemengteile in einem normalen Granit. Im Sinn der hypidiomorphkörnigen Struktur sollte Quarz den Feldspat, nicht aber diesen jenen umschliessen. ROSENBUSCH (Lit. 46 p. 94) erklärt diese bei granitischen Gesteinen häufige Erscheinung mit der Annahme, dass der vom Feldspat randlich eingeschlossene, z. T. idiomorph entwickelte Quarz einer ersten Quarzausscheidung entspricht, im Gegensatz zum übrigen Quarz, der Lückenbüsser ist. Rosenbusch hält diese Quarzausscheidung charakteristisch für Granite, die eine Annäherung an porphyrische Struktur ohne Entwicklung einer eigentlichen Grundmasse zeigen.

4. Quarz. Quarz als Einschluss im Feldspat wurde bereits erwähnt. Der übrige Quarz ist allotriomorph. Grössere, unregelmässig begrenzte Körner zerfallen bei gekreuzten Nicols in optisch verschieden orientierte Felder. Quarz ist optisch normal.

5. Flusspat und 6. Zinnstein werden als seltene Übergemengteile beobachtet. Der letztere wird u. a. als Einschluss im Feldspat angetroffen.

Struktur. Die Ausscheidung der Gemengteile hat sich, wie die Strukturverhältnisse zeigen, in zwei wenig scharfgetrennten Generationen vollzogen.

In der ersten Ausscheidung sind entstanden Eisenerz, Zinnstein (?), Flusspat (?) und Biotit, sowie grosse, vielfach idiomorph entwickelte Kristalle von Andesinoligoklas und Kalifeldspat, letzterer perthitisch verwachsen mit Albit und schliesslich etwas Quarz, als Einschluss im Feldspat. In der

zweiten Ausscheidungsperiode sind entstanden kleinere, leistenförmige Kristalle von Oligoklasalbit, unregelmässig begrenzte, kleine Individuen von Mikroklin und Orthoklas, sowie die Hauptmasse des Quarzes. Da grosse, einsprenglingsartige Feldspäte ausgebildet sind, welche im Gegensatz zu Einsprenglingen der Gang- und Ergussgesteine nicht streng idiomorph gegenüber angrenzenden kleineren Mineralien sind, so ist die Struktur des vorliegenden Granits als porphyrartig im Sinn von ROSENBUSCH zu bezeichnen (Lit. 53 p. 94).

Die Anwesenheit von Flusspat und Zinnstein[1]) als Akzessorien weist darauf hin, dass an der Entstehung des vorliegenden Granits Mineralisatoren in geringem Masse beteiligt gewesen sind.

Chemische Zusammensetzung. Eine von Dr. F. HINDEN ausgeführte Analyse des Biotitgranites vom Gunong Kledang ergab folgendes Resultat (vergleichsweise stelle ich die Analyse des Lithiongranites vom Eibenstock daneben):

Biotitgranitit Gunong Kledang (Malakka)		Lithiongranit Eibenstock (Sachsen, vgl. Lit. 29)	
SiO_2	: 73,80	SiO_2	: 77,50
TiO_2	: 0,75	TiO_2	:
Al_2O_3	: 12,41	Al_2O_3	
Fe_2O_3	: 0,25	Fe_2O_3	: 14,21
FeO	: 2,16	FeO	
MgO	: 0,38	MgO	: Spuren
CaO	: 0,10	CaO	: 0,10
Na_2O	: 2,84	Na_2O	: 3,35
K_2O	: 5,42	K_2O	: 4,54
H_2O	: 0,85	H_2O	: 0,20
P_2O_5	: Spuren	P_2O_5	:
CO_2	: 0,38	CO_2	:

Aus den Analysendaten für CaO und Na_2O erhält man einen Durchschnittskalknatronfeldspat von der Zusammensetzung: $Ab_{98,4}$, $An_{1,6}$. Dieser Feldspat ist saurer als die im Schliff bestimmten Plagioklase. Offenbar ist der Perthitfeldspat durch einen hohen Albitgehalt ausgezeichnet.

---

[1]) Die Erscheinung, dass in durchaus normalen, jedoch stets mit Zinnerzlagerstätten genetisch verknüpften Eruptivgesteinen Zinnstein als akzessorischer Gemengteil auftritt, ist schon öfters beobachtet worden. Es sei beispielsweise daran erinnert, dass BECK primären Zinnstein im Granit von Tanjong Lajang, Distrikt Soengi-Leat auf Bangka nachgewiesen hat (Lit. 4, p. 122).

Projektionswerte nach OSANN:

Biotitgranitit Gunong Kledang (Malakka)	Lithiongranit Eibenstock (Sachsen)
s: 82,09 – A: 7,33 – C: $0,11_8$	s: 83,62 – A: 6,62 – C: 0,12
F: $3,46_7$ – a: 13,43	F: 2,9 – a: 13,5
C: $0,21_7$ – f: 6,35	C: 0,5 – f: 6
n: 4,7 – Reihe: γ	n: 5,3 – Reihe γ

Projektionswerte nach NIGGLI:

Biotitgranitit Gunong Kledang (Malakka)		Lithiongranit Eibenstock (Sachsen)	
si	: 446,9	si	: 510,5
al	: $44,0_0$	al	: $41,1_5$
fm	: $15,4_2$	fm	: $17,7_0$
c	: 0,64	c	: $0,7_3$
alk	: $39,9_3$	alk	: $40,2_3$
mg	: 0,28	mg	: –
k	: $0,5_2$	k	: $0,4_7$
c/fm	: $0,0_4$	c/fm	: $0,4_1$
qz	: $187,1_2$	qz	: $249,5_8$

Unter den OSANN'schen Typen steht dem Granitit vom Gunong Kledang der Formel nach am nächsten der Typus von Quincy:

Typenformel: s_{81} a_{13} $c_{0,5}$ $f_{6,5}$

speziell (Analyse 6) Lithiongranit Eibenstock[1]).

Man sieht aus den Vergleichsdaten, dass der Granitit des Gunong Kledang und der Lithiongranit des Eibenstocks, beides Zinnerzmuttergesteine, einander sehr nahe stehen. Sie haben beinahe den gleichen Projektionspunkt im OSANN-schen a-c-f-Dreieck.

Charakteristisch für beide Granite sind die hohen Werte für A, die geringen Beträge für C und die grossen Kieselsäuremengen. Bei beiden Gesteinen übersteigt die Quarzzahl qz[2]) den Wert 100.

---

[1]) Die Analyse des Lithiongranits von Eibenstock hat den Nachteil, dass Eisenoxyd und Tonerde nicht analytisch getrennt sind (Lit. 29). OSANN nimmt für seine Berechnung lit. 36 p. 376 Fussnote 1) folgende Trennung vor. Von den 14,21 Gewichtsprozenten ($Al_2O_3+Fe_2O_3+FeO$) verteilt er:

3,59 Gewichtsprozente auf Fe_2O_3
10,62 Gewichtsprozente auf Al_2O_3

[2]) Da in beiden Graniten al > alk ist, so wird nach NIGGLI (Lit. 72 p. 497) der Wert für die Quarzzahl qz nach der Formel: qz = si – (100 – 4 alk ermittelt.

Es handelt sich somit bei beiden Gesteinen um *Alkaligranite* mit einem geringen Tonerdeüberschuss.

Mittelkörniger biotitarmer Biotitgranitit.

Fundort: Am Weg von Menglembu zum Gunong Kledang, Distrikt Kinta (Taf. VIII, Nummer 2).

Mineralbestand. Das vorliegende Gestein ist ein hellgrauer, frischer Granit von richtungsloskörnigem Gefüge. Der dunkle Gemengteil, ein grünlichschwarzer Glimmer, tritt an Menge stark zurück gegenüber den hellen Mineralien: Feldspat und Quarz.

Im Dünnschliff sind folgende Mineralien unterscheidbar:

1. Dunkler Glimmer. Er hat unregelmässigen Umriss. Pleochroismus und negatives einachsiges Achsenbild weisen auf *Biotit.*

Nur wenige Individuen sind noch vollständig frisch. Der dunkle Glimmer ist meist in Chlorit und Weissglimmer *übergeführt.* Der neugebildete *Chlorit* zeigt einen geringen Absorptionsunterschied, erkennbar in Schnitten senkrecht (001): parallel der Faserrichtung grün, senkrecht dazu blassgrünfarblos. Die Interferenzfarben sind Grau I. Ordnung. Zirkoneinschlüsse verraten sich durch dunkle pleochroitische Höfe im Chlorit. Der Chlorit ist vielfach von einem *farblosen Glimmer* begleitet. Dieser ist schuppig, in einzelnen Fällen sogar sphäritisch ausgebildet und hat eine Doppelbrechung, die derjenigen des Muskowits nahekommt. Im konvergenten Licht beobachtet man ein negatives, zweiachsiges Interferenzbild; der Achsenwinkel ist sehr klein. Flusspat wird in teilweise oder gänzlich umgewandeltem Biotit angetroffen. Oxydisches Eisenerz, das in unzersetztem, als auch in zersetztem Biotit vorkommt, ist offenbar ein Primäreinschluss des dunklen Glimmers.

2. Kalknatronfeldspat. Der Plagioklas ist taflig nach (010) und zeigt Zwillingsbildung nach dem Albitgesetz. In seltenen Fällen tritt zu diesem Gesetz noch das Periklingesetz hinzu.

Die Lichtbrechung ist stets geringer als bei Quarz: Kreuzstellung $\omega > \gamma'$, $\varepsilon > \alpha'$; Parallelstellung: $\omega > \alpha'$, $\varepsilon > \gamma'$. An einem Schnitt senkrecht (010) und 001) wurde gegen die Trace von (010) eine Auslöschungsschiefe von -12^0 gemessen.

Der Kalknatronfeldspat ist demnach ein Albit von der Zusammensetzung: $Ab_{95}\ An_5$.

3. Kalifeldspat. Er bildet einfache oder nach dem Karlsbadergesetz verzwillingte Individuen von tafligem Habitus nach (010). Häufig ist Mikroklingitterung zu erkennen. Ziemlich verbreitet ist Mikroperthit; der Kalifeldspat wird von optisch einheitlich orientierten Plagioklasspindeln durchzogen. In wenigen Fällen ist der mit dem Kalifeldspat verwachsene Plagioklas in Form feiner, kurzer nach (010) verzwillingter Lamellen ausgebildet. Aus diesen letztgenannten Durchwachsungen des Orthoklases mit Plagioklas entwickelt sich, wie an einem Durchschnitt zu erkennen ist, *Schachbrettalbit* (Lit. 44 p. 28).

Kali- und Kalknatronfeldspat sind beide von einer schwachen Verglimmerung erfasst. Der neuentstandene Glimmer ist farblos und stimmt in seinen morphologischen und optischen Eigenschaften überein mit dem bei der Umwandlung des Biotits entstandenen Weissglimmer. Im Plagioklas ist ferner etwas Flusspat ausgeschieden.

4. Quarz. Bildet idiomorphe Einschlüsse, welche auf den Kalifeldspat beschränkt sind. Da, wo er ausserhalb des Feldspats vorkommt, ist er stets allotriomorph.

5. Beryll. In grösseren Partien erscheint ein Mineral, das teils unregelmässige, teils geradlinige Begrenzung zeigt. Idiomorphe Durchschnitte sind sechseckig (Basis) oder rechteckig (Prisma). Auf prismatischen Schnitten sind wenige Spaltrisse nach der Basis zu erkennen.

Das Mineral ist farblos und zeigt keinen Pleochroismus. Seine Lichtbrechung ist, wie nach dem Wandern der BECKE'schen Linie zu urteilen ist, immer höher als diejenige des Quarzes, und in einzelnen Fällen tiefer als diejenige des farblosen Glimmers. Es ergibt sich somit für das Mineral eine Lichtbrechung die zwischen $\varepsilon_{\text{Quarz}}$: 1,553 und $\gamma_{\text{Weissglimmer}}$: 1,603 schwankt[1]). Entsprechend der schwachen Doppelbrechung zeigen prismatische Schnitte bei gekreuzten Nicols nur Grau erster Ordnung. Basale Schnitte geben ein negatives einachsiges Achsenbild.

Das Mineral erwies sich chemisch sehr widerstandsfähig. Es wurde weder durch Salz- noch durch Flussäure angegriffen. Alle Merkmale sprechen für Beryll.

6. Zinnstein. Tritt in Form kleiner Körner akzessorisch auf und wird in der Regel von *Weissglimmer* und *Flusspat* begleitet.

---

[1]) Vergleichsweise führe ich an, dass DUPARC, WUNDER uud SABOT an einem nicht pleochroitischen Beryll von Tsaravovona (Madagaskar) n_g zu 1,5782 und n_p zu 1,5725 bestimmt haben (Lit. 54 p. 380).

Struktur; Umwandlungserscheinungen. Die Struktur ist hypidiomorphkörnig. Die Überführung des Biotits in Chlorit und Weissglimmer, die partielle Verglimmerung des Feldspats und das damit verbundene Auftreten von etwas Zinnstein sowie Flusspat zeigen, dass das Gestein nachträglich von einer sehr schwachen Vergreisung betroffen worden ist. Im Gegensatz zum vorangehenden Granit, wo Zinnstein und Flusspat als Einschluss im Feldspat den Charakter von Akzessorien der ersten Erstarrungsperiode haben (p. 189), sind hier diese beiden Mineralien auf Grund ihrer charakteristischen Verknüpfung mit Chlorit und Weissglimmer als Produkte der Vergreisung zu betrachten.

Ausscheidungsfolge. Von besonderem Interesse ist die Stellung des Beryll in der Sukzessionsreihe. Beryll verhält sich in den meisten Fällen idiomorph gegenüber angrenzendem Plagioklas, Kalifeldspat und Quarz. Daraus ist zu schliessen, dass der Beryll zu den erstausgeschiedenen Akzessorien des Granits gehört.

B. Pegmatite.

Grobkörnige Gesteine, deren Mineralien alle (normalgranitische wie Feldspat, dunkler Glimmer etc. und im üblichen Sinn pneumatolytisch benannte wie Turmalin, Zinnstein etc.) der gleichen Bildungsperiode angehören.

Zinnsteinführender Granitpegmatit.

Fundort: Bei der Ortschaft Lengging, Residentschaft Negri Sembilan (Textfigur 1 Nummer 4).

Dieser Pegmatit bildet nach einer Angabe des Herrn Dr. Pannekoek van Rheden zahlreiche Gänge in zinnerzfreiem Granit.

Mineralbestand. Das grobkörnige Gestein ist aus Feldspat, Quarz, dunklem Glimmer, Turmalin und Zinnstein zusammengesetzt.

1. Feldspat. Bildet grosse, bis 8 cm lange Kristalle und kleine Individuen, letztere oft schrift-granitisch mit Quarz verwachsen. Die Kristalle sind säulig entwickelt, oberflächlich sind sie gelblichweiss und matt; frische Bruchflächen sind meist noch durch Perlmutterglanz ausgezeichnet.

Basale Spaltblättchen lassen im polarisierten Licht Gitterstruktur erkennen; die Auslöschungsschiefe beträgt 15°. Spaltblättchen nach (010) zeigen gegen die Spaltrisse nach (001)

eine Auslöschungsschiefe von 5°. Die Prüfung nach BORICKY (Lit. 28 p. 28) ergab reichlich K, etwas Na, kein Ca.

Die grossen Feldspäte bestehen aus natronhaltigem Mikroklin; die kleinen sind vollständig in erdigweissen Kaolin übergeführt. Wo die Kaolinsubstanz entfernt ist, werden Hohlpseudomorphosen beobachtet.

2. Quarz. Hat ähnliche Eigenschaften wie in den früher beschriebenen Graniten (Fettglanz, splittriger Bruch).

3. Dunkler Glimmer. Bildet sechsseitige, bis 2 cm lange Säulen, von ca. 1 cm Durchmesser; in frischem Zustand sehen sie dunkelbraun aus, stellenweise beobachtet man Bleichung (Baueritisierung). Basale Spaltblättchen geben ein negatives, einachsiges Interferenzbild. Senkrecht zur Basis angefertigte Schnitte zeigen folgende optische Merkmale: In der Hauptzone (annähernd parallel den Spaltrissen nach (001) schwingt $\mathfrak{c}'$ (Absorptionston dunkelbraun); senkrecht zur Hauptzone schwingt $\mathfrak{a}'$ (Absorptionston hellgelb).

Das Mineral ist lithiumfrei. Offenbar liegt *Biotit* vor.

4. Turmalin. Ist prismatisch entwickelt; es sind die Kristallformen $(01\bar{1}0)$ und $(11\bar{2}0)$ ausgebildet. Ausser einer Vertikalstreifung ist immer eine unregelmässige Querabsonderung zu erkennen.

Im Dünnschliff zeigt der Turmalin eine schwache Zonarstruktur; eine hellbraune, schmale Randzone umschliesst eine dunkelbraune Kernzone. Pleochroismus: ε hellgelb, ω dunkelbraun; der vorliegende Turmalin gehört somit in die Gruppe der *Magnesiaturmaline* (vgl. WÜLFING, Lit. 36 p. 94).

5. Zinnstein. Bildet dunkelbraune Körner und prismatische Kristalle, letztere mit schlecht ausgebildeten Kristallflächen. Die mittlere Grösse der Individuen beträgt 3 cm. Der Zinnstein wird meist von körnigem Quarz begleitet.

Umwandlungserscheinungen; Entstehungsweise. Die erdige Ausbildung des Kaolins, die Bleichung des Biotits und die zahlreichen Infiltrationen mit Eisenhydroxyd zeigen, dass der vorliegende Pegmatit *stark verwittert* ist.

Pneumatolytische Verdrängung des Feldspats und des Glimmers sind nicht zu beobachten; die Konstituenten gehören offenbar insgesamt der gleichen Bildungsperiode an. Die Ausscheidung der im üblichen Sinn pneumatolytisch benannten Mineralien wie Zinnstein und Turmalin kann also in einer Weise vor sich gehen, die von der normalen Gesteinsverfestigung nicht wesentlich abweicht (d. h. ohne Vergreisung). Den Zinnstein des vorliegenden Pegmatits können wir genetisch

vergleichen mit dem Zinnstein, welchen wir als akzessorischen Bestandteil in dem Granit von Gunong Kledang angetroffen haben (vgl. p. 189).

C. Greisen.

Granitische Gesteine, deren pneumatolytische Veränderung sich in *teilweiser* Zerstörung des Mineralbestandes kundgibt.

Granitisches Gestein mit ausgeprägter Zinnerzbänderung.

Fundort: Mine Chendai, westlich von Meglembu, District Kinta (Taf. VIII Nummer 3).

Mineralbestand. Das Gestein erinnert an gewisse paralleltexturierte, randlich erstarrte Glimmerfoyaite; nämlich die Miaskite von Miask im SE-Ural (Lit. 46 p. 223). Meist parallele, durchschnittlich 0,5 mm breite, dunkelbraune Greisenbänder durchziehen in kleinen Abständen das helle granitische Gestein. Während feldspatreiche Partien von ihnen zerschnitten werden, bleiben grosse, fettglänzende Quarzaggregate von der Durchaderung anscheinend verschont. Vereinzelt oder in Verbindung mit den Greisenbändern treten braun- bis grüngefärbte, erbsengrosse Putzen auf. Sie bestehen aus Chlorit, hellem Glimmer, Turmalin, Arsenkies und Zinnstein.

Im Dünnschliff sind folgende Gemengteile zu unterscheiden:

a. Primär:

1. Kalknatronfeldspat. In einem quarzreichen Mineralaggregat, dem u. a. kleine, reliktartige Plagioklaskörner angehören, liegen einsprenglingsartige Kalknatronfeldspatindividuen. Infolge teilweiser Verdrängung durch pneumatolytische Neubildungsprodukte haben die Kristalle ihre ursprüngliche Gestalt häufig verloren. Zonarstruktur fehlt. An einem Schnitt senkrecht b (Austritt der optischen Normale) wurde der Feldspat auf seine Lichtbrechungsverhältnisse hin geprüft: Kreuzstellung: $\omega > \gamma$; $\varepsilon > \alpha$; Parallelstellung: $\omega > \alpha$, $\varepsilon > \gamma$. Ferner zeigte ein Schnitt senkrecht (010) und (001) eine Auslöschungsschiefe von -12^0. Demnach liegt *Albit* von der Zusammensetzung Ab_{95} An_5 vor.

2. Kalifeldspat. Für die Verbreitung, Grösse und Gestalt dieses Feldspats gilt dasselbe wie für den Plagioklas. Kalifeldspat erscheint auch vielfach pneumatolytisch korrodiert.

Grosse Individuen sind bisweilen perthitisch mit saurem Plagioklas verwachsen; gelegentlich werden idiomorphe Plagioklaseinschlüsse beobachtet.

b. Teils primär, teils pneumatolytisch:

1. Quarz. Nimmt in den zu Greisen veränderten Graniten eine besondere Stellung ein. Da Quarz einerseits normaler Bestandteil der Granite ist, anderseits bei der Vergreisung durch Zerstörung primärer Silikate, z. B. der Feldspäte, ferner durch pneumatolytische Stoffzufuhr entsteht, so kann demnach unter Umständen der in einem Greisen verbreitete Quarz zwei Generationen angehören: Granitquarz und Greisenquarz.

Beim vorliegenden Gestein lässt sich eine Zweiteilung nicht durchführen. Der hier verbreitete Quarz hat durchweg dieselben Eigenschaften wie derjenige zahlreicher, von DITTMANN untersuchter sächsischer und cornwallisischer Greisengesteine (vgl. Lit. 50 p. 20)[1]. Im parallelpolarisierten Licht zeigt er in der Regel undulöse Auslöschung[2]. Im konvergentpolarisierten Licht beobachtet man auf basalen Schnitten ein schwaches Öffnen des Interferenzkreuzes: anormale Zweiachsigkeit. Da, wo Quarz an Quarz stösst, greifen einzelne Körner zahnartig ineinander.

Der Quarz ist meist getrübt durch zahlreiche Interpositionen (Flüssigkeits- und Gaseinschlüsse). Diese ordnen sich gern in Zügen an, welche oft ohne Unterbruch von einem Quarzkorn ins andere hinübersetzen. Stellenweise sind auch

---

[1]) In liebenswürdiger Weise überliess mir bei einem mehrtägigen Aufenthalt in Heidelberg Herr Geheimrat Prof. Dr. E. A. WÜLFING die Belegstücke und Schliffe der DITTMANN'schen Arbeit zum Studium.

[2]) Die undulöse Auslöschung des Quarzes ist bei Gesteinen der Meso- und Epizone eine verbreitete Erscheinung; in den betreffenden kristallinen Schiefern kommt sie bekanntlich durch Pressung zustande.

Bei unserem Greisen von Kinta, in dem kataklastische Phänomene durchaus fehlen, kann die undulöse Auslöschung des Quarzes kaum durch dynamische Einwirkung erklärt werden. Untersuchungen von MÜGGE (Lit. 47 – siehe auch Lit. 65 p. 67 –) haben gezeigt, dass bei der Umwandlung von α-Quarz in β-Quarz (nach BOEKE's Nomenklatur α-Modifikation = Quarz oberhalb 575°; β-Modifikation = Quarz unterhalb 575°; vgl. Lit. 65) Risse und latente Sprünge gebildet werden, bedingt durch die bei fortschreitender Abkühlung eintretenden Spannungen (Volumenverminderung). Da nun Quarz in der Tat als dihexaëdrische Kristalle (Porphyrquarze – α-Modifikation) in Greisen gewisser Zinnerzlagerstätten (Lit. 20) nachgewiesen ist, so halte ich es für sehr wahrscheinlich, dass *in dem undulös auslöschenden Quarz unseres Greisen eine Paramorphose von β-Quarz nach α-Quarz* vorliegt.

Es ist noch beizufügen, dass BECK die bekannten auf Greisen beschränkten Kappenquarze ebenfalls für nachträglich in β-Quarz übergeführte α-Quarzbildungen hält (vgl. Lit. 58).

stabförmige Mikrolithen eingelagert. Im übrigen führt der Quarz zahlreiche Einschlüsse von Zinnstein, Turmalin, Lepidolith, etc.

c. Pneumatolytisch:

1. Zinnstein. Er unterscheidet sich von allen übrigen, im Schliff verbreiteten Mineralien durch seine hohe Lichtbrechung. Kristallformen fehlen; das Mineral zeigt meist die Gestalt von stengligen Körnern. Stets ist eine schwache Färbung zu erkennen: nelkenbraun, blassgelb. Die Verteilung der Farben ist unregelmässig fleckig. Absorptionsunterschiede fehlen. Zwischen gekreuzten Nicols beobachtet man eine Zwillingsbildung nach (101), hie und da in mehrfacher Wiederholung nach Art der polysynthetisch verzwillingten Plagioklase. Basisschnitte geben ein einachsiges, positives Interferenzbild. Entsprechend der hohen Doppelbrechung des Zinnsteins ist ein enges Ringsystem zu beobachten.

2. Lepidolith. Ein farbloser Glimmer bildet unregelmässige Blättchen und strahlige Aggregate. Schnitte senkrecht der Basis lassen oft Zwillingsbildung erkennen. Pleochroismus fehlt vollständig. Im konvergentpolarisierten Licht wurde auf Basisschnitten ein zweiachsiges Interferenzbild beobachtet. Der Achsenwinkel ist sehr klein. Der optische Charakter des Minerals ist negativ. Zweifellos liegt *Lepidolith* vor.

3. Turmalin. Erscheint in Form kleiner Körner oder Stengel. Schnitte parallel dem Prisma lassen bisweilen eine Absonderung annähernd senkrecht zur *c*-Achse erkennen und zeigen Pleochroismus. ε (a) farblos, ω (c) gelb, hellblau oder gelbbraun. Die Farbanordnung ist meist unregelmässig fleckig, selten zonar. Unter den Einschlüssen sind rundliche *Zirkon*körner am häufigsten; sie werden von dunkelbraunen pleochroititischen Höfen umsäumt. In bemerkenswerter Weise ist der in unserm ganz unverwitterten Greisen auftretende Turmalin vielfach umgewandelt. Als Neubildungsprodukte werden blassgrüner *Chlorit* und *Weissglimmer* beobachtet. Solche Turmalinumwandlungen in Greisen und Pegmatiten sind öfters erwähnt und beschrieben worden, ohne dass sich jedoch eine Erklärung für diese Erscheinungen gefunden hätte (Lit. 41 p. 1, Lit. 42 p. 326, Lit. 51 p. 33, Lit. 75 p. 182). Auf alle Fälle ist bedeutungsvoll, dass Chlorit und Weissglimmer, beide strahlig aggregiert, in morphologischer, der Weissglimmer auch in optischer Hinsicht mit dem typischen pneumatologischen Neubildungsprodukt Lepidolith übereinstimmen.

Das deutet darauf hin, dass *die Umwandlung des Turmalins im Zusammenhang steht mit den übrigen Greisenprozessen.*

4. Flusspat. Lässt sich im Schliff leicht erkennen durch die sehr geringe Lichtbrechung (niedriger als bei allen übrigen im Schliff verbreiteten Mineralien), die Spaltrisse nach (111) und das isotrope Verhalten. Flusspat hat akzessorische Bedeutung. Das gleiche gilt für den

5. Beryll. Zeigt selten idiomorphe Ausbildung und wird leicht übersehen.

6. Chlorit. Erscheint ausser als Umwandlungsprodukt von Turmalin nur in untergeordneten Mengen im Gestein.

7. Kaolin. Ein schwach licht- und doppelbrechendes Aggregat, bestehend aus anscheinend rechteckigen Täfelchen, kann als Kaolin gedeutet werden. Der Schliff ist z. T. an den Stellen, wo dieses Mineral auftritt, ausgebrochen.

8. Sulfidische Erze. In akzessorischen Mengen erscheinen Arsenkies und Pyrit. *Arsenkies* ist erkennbar an der Form der Durchschnitte und am Silberglanz. *Pyrit* mit quadratischen Durchschnitten zeigt Messingglanz.

Erscheinungen der Vergreisung. Die pneumatolytischen Veränderungen, denen das vorliegende Gestein ausgesetzt gewesen ist, lassen sich am besten in einem Dünnschliff, der senkrecht zur makroskopisch sichtbaren Lagentextur geführt ist, erkennen.

In einem solchen Schliff können wir unterscheiden: 1. Grosse Feldspäte, vielfach durchzogen von annähernd parallelen Gängen[1]) mit pneumatolytisch gebildeten Mineralien. 2. Quarzreiches Mineralaggregat, vorwiegend pneumatolytischer Entstehung.

1. Die grossen Feldspäte. Sie zeigen zwei verschiedene Stadien der Verdrängung durch Zinnstein, Quarz, Lithionit, Turmalin, Flusspat etc. Im ersten Stadium erscheinen diese pneumatolytischen Mineralien auf schmalen, annähernd parallel verlaufenden Gängchen, welche den Feldspat durchziehen; im zweiten Stadium verdrängen sie den Feldspat von allen Seiten.

Erstes Stadium. Die Gänge erscheinen im Schliff als durchgehende Adern oder als solche, die blind im Feldspat endigen oder als scheinbar isolierte Einschlüsse (vergl. Taf. IX a, b; Taf. X a, b). Die Gängchen verschmelzen stellenweise oder sind durch feine Seitenkanäle miteinander verbunden.

Oftmals wird die ganze Breite der Gänge nur von einem Mineral eingenommen. Jedes der „Gangmineralien" passt

---

[1]) Sie bedingen, weil sehr zinnerzreich, die makroskopisch auffallende Bänderung des Gesteins.

sich auf seine Art der Form des Ganges an: der Zinnstein bildet Striemen und Leisten, deren Längsachse mit der Gangrichtung zusammenfällt, der Lepidolith erscheint in Gestalt von Schuppen und Leisten, die sich quer zur Gangwand stellen, und das Quarz zeigt die Eigentümlichkeit, dass seine Flüssigkeitseinschlüsse häufig in der Richtung der Gänge angeordnet sind.

In den breiteren Teilen der Gänge erscheinen gelegentlich noch kleine Partien von Feldspatsubstanz. Sind sie homoax zum einschliessenden grossen Feldspat, so ist anzunehmen, dass sie mit dem grossen Feldspat zusammenhängen. Sind sie nicht homoax zu ihm, dann sind sie als losgerissene Teile desselben zu betrachten.

Zweites Stadium. Viel seltener wird das zweite Stadium beobachtet, wo eine allseitige Verdrängung der Feldspäte zu beobachten ist (vgl. Taf. XI a, wo dieses Stadium aus einem andern Handstück abgebildet ist).

Besonders interessant gestalten sich die Verhältnisse, wenn beide Verdrängungsarten an ein und demselben Feldspatindividuum auftreten. So ist u. a. an einem grossen Mikroperthit eine weitgehende Verglimmerung zu beobachten, die unabhängig von der Bildung der pneumatolytischen Quarz-Zinnsteingängchen erfolgt ist. Während die bei der Verglimmerung entstandenen Lepidolithschuppen und -stengel vorzugsweise in der Richtung der Feldspatrisse ausgeschieden sind, verlaufen die Gängchen fast senkrecht dazu. Vermutlich hat *die Bildung der Gängchen z. T. nach der Verglimmerung des Feldspats* stattgefunden.

2. Das quarzreiche Mineralaggregat. Es besteht aus Quarz, Feldspatrelikten, Zinnstein, Lepidolith, Turmalin, Chlorit, Zirkon, Flusspat und sulfidischen Erzen.

Die zahlreichen Feldspatrelikte, welche in dieser bunten Mineralmasse vorkommen, lassen vermuten, dass das vorwiegend aus Sekundärprodukten bestehende Gemenge an die Stelle eines kleinkörnigen Mineralaggregats des porphyrartigen Granits getreten ist.

Interessant ist hier die Ausbildung des Zinnsteins. Dieser bildet Leisten und Striemen, deren Längsachse mit der Richtung der in den grossen Feldspäten auftretenden Gängchen zusammenfällt. Ich kann keine sichern Angaben über die Entstehung dieses Zinnsteins machen; aber ich vermute, dass er in genetischem Zusammenhang steht mit den Mineralien der in den grossen Feldspäten auftretenden Gängchen.

3. Zusammenfassung. Das vorliegende granitische Gestein ist der Zinnsteinpneumatolyse anheimgefallen. Der Feldspat ist im Verschwinden begriffen. An seine Stelle treten Greisenquarz, Zinnstein, Lepidolith, Flusspat usw. Biotit ist weder makroskopisch noch mikroskopisch im Gestein zu beobachten. Das einzige femische Silikat ist Turmalin mit Zirkoneinschlüssen.

Struktur. Die Parallelstruktur des Gesteins ist, wie ich oben gezeigt habe, *sekundär* und bedingt durch die Durchaderung mit zahlreichen, vielfach parallel verlaufender Lagen, die grösstenteils aus Zinnstein bestehen.

Neben dieser Sekundärstruktur sind im Dünnschliff Überbleibsel der *primären* Struktur (Reststruktur, Palimpsestsruktur). So weisen u. a. die grossen Feldspäte darauf hin, dass das ursprüngliche Gestein ein porphyrartig struierter Granit gewesen ist (vgl. Taf. IX a).

Porphyrartiges, granitisches Gestein, durchsetzt von dunklen Greisenbändern.

Fundort: Mine Chendai, westlich von Menglembu, Distrikt Kinta (Taf. VIII, Nummer 4).

Mineralbestand. Das Gestein, in dem neben fettglänzenden Quarzkörnern einsprenglingsartig z. T. weisse glasglänzende, z. T. matte gelbliche Feldspäte zu erkennen sind, wird stellenweise durchzogen von schwarzbraunen „Greisenbändern". Die Bänderung ist nicht mehr so regelmässig und dicht wie beim vorhergehenden Handstück. Abstand, Breite und Richtung der verschiedenen Lagen wechseln; bisweilen erweitern sich einzelne zu unregelmässig begrenzten, fleckenartigen Ausscheidungen.

Unter dem Mikroskop werden folgende Gemengteile unterschieden:

1. Kalknatronfeldspat. Der Plagioklas zeigt dieselben morphologischen Eigenschaften wie im vorangehend beschriebenen Greisen. Nach folgenden Bestimmungen: 1. Kreuzstellung $\omega > \gamma'$, $\varepsilon > \alpha'$; Parallelstellung $\omega > \alpha'$, $\varepsilon > \gamma'$, 2. in der symmetrischen Zone (senkrecht 010) maximale Auslöschungsschiefe 13°, 3. in einem Schnitt senkrecht (010) und (001) Auslöschungsschiefe $-11°$ ist der Kalknatronfeldspat ein *Albit* von der Zusammensetzung: $Ab_{93}An_7$.

2. Kalifeldspat. Zeigt ebenfalls dieselben Eigenschaften wie im vorangehend beschriebenen Gestein.

3. Quarz. Hat vielfach die Eigenschaften des typischen Greisenquarzes.

4. Turmalin. Herrscht unter den gefärbten Gemengteilen vor. Durchschnitte, welche kristallographische Begrenzung zeigen, sind selten. In einzelnen Fällen kommt es zu skelettartiger Ausbildung. Der Dichroismus ist folgender: ε farblos, hellgelb, blassviolett; ω dunkelbraun.

5. Zinnstein zeigt Körnerform. Die Körner können bisweilen so klein werden, dass sie als ein staubartiges, an Dendriten erinnerndes Aggregat erscheinen. Eine Verwechslung mit opakem Erz kann vermieden werden durch Einschalten der Konvergenzlinse, wobei das Zinnerzaggregat sich im Gegensatz zum opakem Erz vollständig hell und durchsichtig verhält.

Derartig aggregierten Zinnstein hat LANGERFELD in einem Zweiglimmergranit von Carnbrae, sowie in einem in Vergreisung begriffenen Granit der Dolcoathmine bei Camborne festgestellt. (Lit. 52 p. 16, 19.)

An einigen Stellen im Schliff ist zu erkenenn, dass Zinnstein in Turmalin und Chlorit pleochroitische Höfe[1]) erzeugt.

6. Lepidolith. Erscheint in Form kleiner Schuppen oder sphäritischer Aggregate.

7. Flusspat. Erlangt in seltenen Fällen kristallographische Begrenzung.

8. Pyrit und 9. Arsenkies. Haben die Bedeutung von Akzessorien.

9. Chlorit. Wird gelegentlich als Umwandlungsprodukt von Turmalin beobachtet. Die häufigste Gestalt dieses Neubildungsprodukts ist eine sphäritische. Die blassgrünen Chloritsphärolithe haben optisch positiven Charakter.

Erscheinungen der Vergreisung. a) Veränderungen des granitischen Mineralbestandes. Das vorliegende Gestein erweist sich als ein Granit, der der Zinnsteinpneumatolyse anheimgefallen ist.

Die primären Gesteinsbestandteile werden in mannigfacher Weise verdrängt; an ihre Stelle treten pneumatolytische Mineralien. Während *Biotit* selbst nicht mehr zu erkennen ist, weist eine *Pseudomorphose mit glimmerartigem Umriss* und charakteristischem Mineralbestand auf das ursprüngliche Vorhandensein eines dunklen Glimmers hin. Die Pseudomorphosenfüllung besteht vorwiegend aus grünlichen Blättchen eines *Chlorits*. In Schnitten senkrecht (001), an denen zu erkennen ist, dass der Chlorit in der gleichen Richtung abgelagert worden ist wie der frühere dunkle Glimmer,

[1]) Die Eigentümlichkeit, dass Zinnstein unter Umständen pleochroitische Höfe zu erzeugen vermag, wird mehrfach von WEINSCHENK angegeben (Lit. 33 p. 708, Lit. 68 p. 65).

erweisen sich die Blättchen schwach pleochroitisch; in der Hauptzone findet stärkere Absorption statt als senkrecht dazu. Bei gekreuzten Nicols beobachtet man die für *Pennin* charakteristischen lavendelblauen Interferenztöne. Zwischen den Chloritblättchen hat sich ein *farbloser Glimmer* von der Doppelbrechung des Muskowits ausgeschieden. *Zirkoneinschlüsse* erzeugen im Pennin schwache pleochroitische Höfe. Da im vorliegenden Gestein Anzeichen von Oberflächeneinwirkung (Auftreten von erdigem Kaolin, Brauneisenausscheidungen usw.) fehlen, so besteht kein Zweifel, dass die *Pseudomorphosierung des dunklen Glimmers während der Vergreisung erfolgt ist.* An zahlreichen Beispielen kann man die *Verdrängung der Feldspäte* verfolgen. Kali- und Kalknatronfeldspat sind stellenweise von einer *Verglimmerung* erfasst worden. Der neugebildete Weissglimmer breitet sich beliebig in Form sphäritischer Schuppen aus oder es werden Glimmerleistchen vorzugsweise in der Richtung der Spaltrisse nach dem Feldspat abgesetzt. Der Kalknatronfeldspat fällt überdies einer *Fluoritisierung* anheim; bei diesem Prozess ist Flussspat nur in geringem Masse entstanden, was offenbar dem geringen Anorthitgehalt des Plagioklases (laut optischer Bestimmung nur 7% Anorthit) zuzuschreiben ist. Der *Turmalin* bildet vielfach unregelmässig verlaufende Adern, welche den Feldspat durchziehen. Die Untersuchung bei gekreuzten Nicols zeigt, dass mehrere Turmalinadern häufig optisch einem grösseren Individuum angehören. Der Feldspat ist an gewissen Stellen bereits so weit verdrängt, dass nur noch vereinzelte Reste frischen Feldspats in der Masse neugebildeter Mineralien zu erkennen sind; diese Relikte sind nicht selten gegeneinander verschoben; beim Plagioklas erkennt man dies an der Verschiebung der Albitzwillingslamellen (vergl. Taf. XI a).

b) Veränderung der granitischen Struktur. Makroskopisch erkennt man, dass an Stelle der porphyrartigen Struktur des ursprünglichen Granits eine Lagenstruktur durch Herausbildung von dunklen „Greisenbändern" tritt.

Strukturelle Wechsel lassen sich auch im Dünnschliff erkennen. In den wenig veränderten Gesteinspartien (es sind dies vor allem die makroskopisch hell erscheinenden Gesteinspartien) erscheint der Feldspat noch mehr oder weniger idiomorph gegenüber angrenzendem Quarz; dieser gehört anscheinend noch zur Generation des Granitquarzes.

Überall da, wo die Vergreisung eingesetzt hat, verliert der Feldspat seine Eigengestalt; die *hypidiomorphkörnige*

Struktur des Granits geht verloren; die neuentstandenen Mineralien bilden zusammen mit noch vorhandenen Feldspatrelikten ein Gemenge von typischer Pflasterstruktur. Ausnahmsweise zeigen neugebildete Mineralien kristallographische Begrenzung; so ist unter anderm Greisenquarz zu beobachten, der mit unregelmässigem Umriss an ein Feldspatkorn stösst, gegenüber angrenzenden Turmalin und Flusspat idiomorph ausgebildet.

Greisenartiger Granit, durchzogen von hellbraunen zinnerzreichen Greisenbändern.

Fundort: Mine Chendai, westlich von Menglembu, Distrikt Kinta (Taf. VIII, Nummer 5).

Mineralbestand. Dieses Gestein zeigt makroskopisch grosse Ähnlichkeit mit dem vorhergehenden Typus. Es ist ein helles, im wesentlichen aus Quarz und Feldspat zusammengesetztes Gestein von porphyrartiger Struktur, welches wiederum durchzogen wird von „*Greisenbändern*".

Unter dem Mikroskop lassen sich folgende Mineralien unterscheiden:

1. Feldspat. Erscheint wie in den zwei vorhergehenden Gesteinen meist pneumatolytisch korrodiert. Der *Kalifeldspat* zeichnet sich durch Mikroklingitterung aus und ist oft mit Albit perthitisch verwachsen. Der Plagioklas ist ein dem Albit nahestehender *Kalknatronfeldspat.* Die an einem Schnitt senkrecht (010) und (001) beobachtete Auslöschungsschiefe von —12° weist auf einen Feldspat von der Zusammensetzung Ab_{95} An_5.

2. Quarz, 3. Lepidolith und 4. Chlorit. Haben die gleichen Eigenschaften wie in dem vorher beschriebenen Gestein.

5. Zinnstein. Grösse und Gestalt der Individuen wechselt. Neben staubförmigen Aggregaten erscheinen unregelmässig begrenzte Körner von beträchtlicher Grösse. Gelegentlich beobachtet man polysynthetische Zwillingslamellierung nach (101).

6. Flusspat.

7. Turmalin. Ist im vorliegenden Gestein auffallenderweise sehr selten. Ein kleines Korn zeigt folgenden Pleochroismus: ε farblos, ω braungelb.

8. Beryll.

Umwandlungserscheinungen. Die mikroskopische Untersuchung zeigt, dass eine intensive *pneumatolytische Veränderung* stattgefunden hat. Der ursprüngliche Mineralbestand ist vielfach zerstört, die Granitstruktur völlig verwischt.

Unter den neuentstandenen Mineralien ist Zinnstein das häufigste. In zahlreichen Fällen beobachtet man eine *Verdrängung des Feldspats durch Zinnstein.*

Der Kalifeldspat wird von Äderchen durchsetzt, welche mit Zinnstein angefüllt sind. Bei fortgeschrittener Verdrängung können völlige Netzstrukturen entstehen; dabei bildet der Zinnstein die Maschen, oft optisch einheitlich orientiert. Einige Kalknatronfeldspatdurchschnitte zeigen, dass sich der eindringende Zinnstein an den Verlauf der Albitlamellen hält vergl. Taf. XI a), offenbar ein Zeichen, dass der Plagioklas in der Richtung der Zwillingsebene nach dem Albitgesetz den geringsten Widerstand geleistet hat gegenüber den ihn zerstörenden pneumatolytischen Agentien.

Der Zinnstein ist erfüllt von Einschlüssen, bestehend aus *Chlorit* und *Weissglimmer*, die als *Pseudomorphosen* sich erweisen. Der Chlorit enthält kleine Einschlüsse, vermutlich Zirkon, umgeben von pleochroitischen Höfen. Der Weissglimmer unterscheidet sich morphologisch und optisch nicht von dem im Gestein verbreiteten Lepidolith. Die Pseudomorphosen haben vielfach geradlinig begrenzte, annähernd hexagonale oder trigonale Umrisse. In seltenen Fällen ist frischer Turmalin im Zinnstein eingeschlossen. Es ist anzunehmen, dass diese Chlorit- und Weissglimmerpseudomorphosen *aus Turmalin entstanden* sind. Die helle Farbe einzelner „Greisenbänder" ist darauf zurückzuführen, dass ihr Turmalin grösstenteils während der Vergreisung in Chlorit und Weissglimmer übergeführt worden ist.

Greisenartiger Granit, stark kaolinisiert.

Fundort: Am W-Abhang des Gunong Bujang Malakka östlich der Ortschaft Kampar, Distrikt Kinta (Taf. VIII, Nummer 6). Ortsgestein ist Granit.

Mineralbestand. Das leicht zu Grus zerbröckelnde, hellgelbliche Gestein erweist sich als ein starkveränderter porphyrartiger Granit. Makroskopisch sind Feldspat, Quarz, Turmalin und Zinnstein zu erkennen. Der Feldspat bildet ca. 1 cm grosse Kristalle und kleine, nur im Dünnschliff erkennbare, mit feinkörnigem Quarz aggregierte Individuen. Der Feldspat hat grösstenteils Glanz und Härte eingebüsst; er sieht gelblichmatt aus und fühlt sich kreidig an; er lässt sich leicht zu Pulver zerdrücken, das sich als *Kaolin* erweist. Der Quarz löst sich leicht aus dem Gesteinsverband. Grössere Körner zeigen unregelmässig-splittrigen Bruch und besitzen in der

Regel milchig-hyalines Aussehen. Der Turmalin bildet unregelmässig begrenzte Körner. Einzelne Individuen zeigen basale Absonderung. Der Zinnstein ist nur spärlich vorhanden und bildet kleine pechschwarze Kristalle, anscheinend von pyramidal-kurzprismatischem Habitus.

Unter dem Mikroskop können folgende Gesteinskomponenten unterschieden werden:

1. Kalifeldspat. Seine Ausbildung ist vielfach isometrisch körnig. Der Kalifeldspat hat trübes Aussehen, herrührend von *starker Kaolinisierung*. Das wasserhaltige Tonerdesilikat hat sich in feinen erdigen, mehr oder weniger zusammenhängenden Partien ausgeschieden.

2. Kalknatronfeldspat. Er tritt an Menge stark zurück gegenüber Kalifeldspat. Die einzelnen Individuen bilden Leisten und werden in der Regel vollständig von Kalifeldspat *umhüllt;* auf diese Weise entsteht stellenweise im Gestein eine Struktur, welche an Monzonitstruktur erinnert (vgl. Lit. 45 p. 71, Fig. 40). Die optische Bestimmung des Plagioklases führte zu einem Albit von der Zusammensetzung Ab_{93} An_7: Auslöschungsschiefe von —11° in einem Schnitt senkrecht (010) und (001).

Während der Kalifeldspat durch Kaolinausscheidung vielfach trüb erscheint, sind einzelne Partien des Plagioklases noch vollständig frisch. Da, wo die Umwandlung des Plagioklases begonnen hat, scheidet sich der neugebildete Kaolin auf Spaltrissen oder unregelmässig verlaufenden Sprüngen aus; im letzteren Fall entsteht eine Maschenstruktur.

3. Quarz.

4. Turmalin. Er zeigt den Dichroismus ε farblos, ω hellblau, olivgrün, lichtbraun. Turmalin verdrängt stellenweise den Feldspat und wird bisweilen von Lepidolith begleitet.

5. Lepidolith bildet die bekannten, eisblumenartigen, sphäritischen Aggregate.

6. Flusspat.

7. Kaolin.

8. Hydratisches Eisenoxyd.

9. Zinnstein. Erscheint in seltenen Fällen mit geradlinigbegrenzten Kristalldurchschnitten. Stets ist ein schwacher, mit Zonarfärbung verbundener Pleochroismus ε schokoladebraun-gelb; ω nahezu farblos, zu erkennen. Der Zinnstein verdrängt allein oder in Begleitung von Lepidolith und Turmalin den Feldspat.

Umwandlungserscheinungen. Wie wir gesehen haben, ist beim vorliegenden Gestein die *Kaolinisierung der Feldspäte*

eine verbreitete Erscheinung. Als Ursachen dieser Kaolinisierung kommt Zinnsteinpneumatolyse oder Gesteinsverwitterung in Betracht. Nun ist durch Pneumatolyse entstandener Kaolin schuppig oder filzig faserig aggregiert (Lit. 50 p. 25, Lit. 52 p. 32, 46). Diese Ausbildung fehlt hier. Unser Kaolin ist erdig. Es handelt sich also allem Anschein nach nicht um pneumatolytischen, sondern um gewöhnlichen durch *Verwitterung* entstandenen Kaolin.

Starke Infiltrationen von hydratischem Eisenoxyd beweisen übrigens, dass das Gestein von Gunong Bujang Malakka nach der Vergreisung noch starker Oberflächeneinwirkung ausgesetzt gewesen ist.

Wollte man die Kaolinbildung im Zusammenhang mit der *Vergreisung* bringen, so müsste man annehmen, dass durch Vergreisung entstandene und filzigstrahlig aggregierter Kaolin nachträglich bei der Gesteinsverwitterung in die erdige Modifikation umgelagert worden sei.

Porphyrartiger Granit, durchsetzt von einem schwarzen Turmalintrum.

Fundort: Bach bei Lahat, Distrikt Kinta (Taf. VIII, Nummer 7). In unmittelbarer Nähe der Fundstelle steht Granit an.

Mineralbestand. Ein Granit von ausgeprägter porphyrartiger Struktur wird durchsetzt von einem 0,3 cm breiten Trum, welches im wesentlichen aus schwarzem Turmalin besteht. Der Granit, in welchem zerstreut ebenfalls etwas Turmalin vorkommt, ist in Kaolinisierung begriffen. Die Feldspäte eines feinkörnigen Quarz-Feldspatgewebes sind meist vollständig kaolinisiert, während die grossen Feldspatkristalle noch ziemlich frisch sind; sie zeigen auf basalen Spaltflächen immer noch häufig Perlmutterglanz.

Unter dem Mikroskop lassen sich folgende Mineralien unterscheiden:

1. Kalifeldspat. Wird im vorhandenen Schliff nur an kleinen Individuen beobachtet und zeigt isometrisch-körnige Ausbildung; ist grösstenteils Mikroklin. Bisweilen sind perthitische Einlagerungen von Albit zu erkennen: *Mikroklinperthit.*

2. Plagioklas. Ist spärlich vorhanden und ist in der Regel frischer als der Kalifeldspat. Er ist, wie die in einem Schnitt senkrecht (010) und (001) gefundene Auslöschungsschiefe von -12^0 beweist, ein *Albit* von der Zusammensetzung Ab_{95} An_5.

3. Kaolin. Bildet stellenweise ein bei gekreuzten Nicols aggregatpolarisierendes Gemenge. Im übrigen zeigt er erdige Beschaffenheit. Radialstrahlige Aggregation, die auf pneumatolytisch-hydrothermale Entstehung deuten würde, fehlt.

4. Quarz. Hat ähnliche Ausbildung wie in bereits beschriebenen Greisengesteinen. Ohne dass sich eine strenge Scheidung zwischen primärem (Granit-) Quarz und pneumatolytischem Quarz durchführen liesse, weisen gewisse Strukturverhältnisse darauf hin, dass der Quarz in beiden Generationen auftritt. Der Quarz, der im Feldspat Einschlüsse von hexagonalem Umriss bildet, ist allem Anschein nach primär. Der Quarz, der gegen das Turmalintrum hin stark angereichert ist, darf wohl als pneumatolytisch erklärt werden.

5. Turmalin. Der Turmalin des Trums hat stengligkörnige Ausbildung und zeigt basale Absonderung. Er ist vollständig frisch. Pleochroismus ε blassgelb, farblos, ω hellbraun, dunkelbraun und himmelblau.

Der Turmalin des Granits verdrängt stellenweise den Feldspat und ist bisweilen in Umwandlung zu Weissglimmer und Chlorit begriffen.

6. Zinnstein. Er findet sich in Form kleiner Körner zerstreut im Granit und fehlt im Turmalintrum.

7. Lepidolith und 8. Chlorit. Beide sind Neubildungsprodukte von Turmalin.

9. Oxydisches Eisenerz. Vereinzelt findet man Partikel von hydratischem Eisenoxyd, deren kristallographische Umrisse auf ursprünglichen *Magnetit* weisen. Diese Pseudomorphosen von Limonit nach Magnetit beobachtet man oft in Gestalt wohlkristallisierter Individuen, eingeschlossen in

10. Pseudomorphosen mit glimmerähnlichem Umriss. Diese bestehen aus fasrigblättrigem Pennin und Weissglimmer mit Zirkoneinschlüssen; sie sind mit grosser Wahrscheinlichkeit aus Biotit entstanden.

Umwandlungserscheinungen. Allem Anschein nach hat der vorliegende Granit eine *mehrfache pneumatolytische Veränderung* (*Vergreisung*) erfahren. Sie hat vermutlich folgenden Verlauf gehabt: Bei einer ersten, schwachen, aber extensiven Pneumatolyse entstanden im Granit zerstreut geringe Mengen Zinnstein und Turmalin. Durch einen zweiten pneumatolytischen Prozess wurde der soeben gebildete Turmalin partiell in Chlorit und Weissglimmer übergeführt. Im Verlauf eines dritten Vergreisungsvorganges wird das Trum mit viel Turmalin sowie grösseren Mengen Quarz gebildet. Eine Umwandlung des Trumturmalins hat nicht stattgefunden.

Für die Beurteilung der *Biotitumwandlung* ergeben sich aus der Dünnschliffuntersuchung keine sicheren Anhaltspunkte. Wahrscheinlich hat aber auch der Biotit seine Umwandlung in Chlorit und Weissglimmer der Vergreisung zu verdanken; denn wir haben p. 202 gesehen, dass Biotit durch Vergreisung und nicht durch Verwitterung zu Weissglimmer und Chlorit pseudomorphosiert worden ist.

Neben der Vergreisung zeigen sich aber auch durch *Verwitterung* hervorgerufene Veränderungen an unserm Gestein, z. B. die Kaolinisierung des Feldspats und die Limonitisierung des Magnetits.

D. **Zwitter.**

Innerhalb von Greisenzonen auftretende Gesteine, z. T. pneumatolytischer, z. T. hydrothermaler Entstehung. Mutmasslich Gangausfüllungen; ohne erkennbaren Zusammenhang mit granitischen Gesteinen (granitische Gesteinskomponenten fehlen).

Sulfidreicher Quarzlepidolithzwitter.

Fundort: Mine Chendai, westlich von Menglembu, Distrikt Kinta (Taf. VIII, Nummer 8). In der Umgebung treten Granit und damit in Verbindung stehende Greisengesteine auf.

Mineralbestand. Das vorliegende Gestein ist ein Zwitter. Teils von blossem Auge, teils erst mit der Lupe sind folgende Mineralien zu unterscheiden: Derber, milchigweisser Quarz; sphäritischer, hellblonder Glimmer; blättriger, grüner Chlorit; harzbrauner Zinnstein; messinggelber Pyrit; weisslichgrauer Arsenkies; dunkelbraune Zinkblende; goldgelber Kupferkies; sowie Bleiglanz, kenntlich am stahlblaugrauen Glanz auf den Spaltflächen.

Im Dünnschliff sind folgende Gesteinskomponenten zu unterscheiden:

1. Lepidolith. Ist farblos und sphäritisch aggregiert.

2. Turmalin. Ist spärlich vorhanden und hat in der Regel keine kristallographische Begrenzung. Die Verteilung der Farben ist fleckig. Dichroismus: ε farblos, blassgelb, ω dunkelbraun, olivgrün, blau. Der Turmalin bildet im Quarz gelegentlich pinselartige Skelette.

Von Fircks hat skeletthaften Turmalin im Eisenspat eines tasmanischen Zwitters beobachtet (Lit. 35 p. 441 u. 461); er hält Turmalin und Eisenspat für gleichaltrig. Auch im vorliegenden Fall wären Turmalin und Quarz für gleichaltrig zu betrachten. Die Entstehung der Skelette beruht wahr-

scheinlich auf raschem, mit Stoffmangel verbundenen Längenwachstum.[1]) Der Turmalin unserer Probe enthält gelegentlich Einschlüsse von Zirkon, welche sich durch pleochriotische Höfe verraten.

3. Chlorit. Seine Farbe ist im Dünnschliff blassgrün. Er ist häufig Umwandlungsprodukt von Turmalin und wird bisweilen von Weissglimmer begleitet. Die Umwandlung von Turmalin zu Chlorit kann Schritt für Schritt verfolgt werden. Der Turmalin verliert allmählich seine satte Farbe und blasst aus; die Polarisationstöne sinken; zugleich entstehen optisch verschieden orientierte Felder, welche sukzessive in radialblättrige Aggregate von Chlorit übergehen. In vielen Fällen, wo eine vollständige Umwandlung stattgefunden hat, weisen einzig die im Chlorit auftretenden pleochroitischen Höfe auf das ehemalige Vorhandensein von Zirkon einschliessendem Turmalin hin.

4. Quarz. Bildet dort, wo er in grösseren Mengen auftritt, ein Aggregat von rundlichen Körnern.

5. Zinnstein. Akzessorischer Gemengteil, ist in Form kleiner, nach der C-Achse gestreckter Kristalle: „*Nadelzinnerz*" zu beobachten.

6. Beryll. Erscheint bisweilen in kristallographisch begrenzten Durchschnitten.

7. Erze. *Zinkblende* zeigt im auffallenden Licht eine trübrote, rostige Farbe und verhält sich bei gekreuzten Nicols isotrop. Die tiefrote Färbung ist nach Berg charakteristisch für *eisenreiche* Zinkblende: Cristophit (Lit. 67 p. 42). *Pyrit* ist erkennbar an der graulichgelben Reflexfarbe. *Arsenkies* zeigt in der Aufsicht grobnarbige Oberfläche und graulichweissen Metallglanz. *Kupferkies* findet sich in wenigen Körnchen, verwachsen mit den übrigen Sulfiden; im reflektierten Licht gibt er sich durch seinen lebhaften, goldähnlichen Glanz zu erkennen. *Bleiglanz:* Die vorhandenen Durchschnitte haben selten kristallographische Begrenzung; das Mineral zeichnet sich vor allen übrigen im Dünnschliff verbreiteten opaken Erzen durch seinen starken, stahlgrauen Glanz aus; charakteristisch sind ausserdem die Spaltrisse nach (100), welche die Durchschnitte in gewissen Stellungen erglänzen lassen. *Magnetit:* zeigt in der Aufsicht schwachen, bläulichen Metall-

---

[1]) Herrn Prof. Dr. C. Schmidt verdanke ich die Mitteilung, dass Turmalin u. a. auch pinselartige Skelette zu bilden vermag, welche sogar makroskopische Dimensionen erreichen; derartige Turmalinpinsel, welche aus Elba stammen, liegen im Mineralogisch-petrographischen Institut der Universität Basel.

glanz, mit einem Stich ins Dunkelgraue. Die Durchschnitte sind geradlinig begrenzt (viereckig: (111) — (sechseckig: (110)) oder rundlich (Körner).

8. Rhomboëdrisches Karbonat. Das vorliegende Mineral enthält Einschlüsse von sulfidischem Erz und ist im übrigen durch folgende Eigenschaften ausgezeichnet: schwache Eigenfarbe (blassgelb); Rhomboëderspaltbarkeit; Pleochroismus: $\omega > \varepsilon$; hohe Licht- und Doppelbrechung; Einachsigkeit; negativer, optischer Charakter; Löslichkeit in warmer Salzsäure unter Kohlendioxydentwicklung. Diese Merkmale sprechen für *Siderit.*

Struktur. Wo Lepidolith in Begleitung von Quarz auftritt, ist der Glimmer *in seiner Kristallisation gegenüber Quarz bevorzugt.* Die Lepidolithbüschel durchsetzen den Quarz kreuz und quer. Stellenweise nimmt der Glimmer an Menge derart überhand, dass es den Eindruck erweckt, als ob der Glimmer den Quarz gewissermassen aufzehre.

Die Struktur erinnert in hohem Masse an diejenige des Luxullianits von Cornwall; bei diesem Gestein wird der Quarz an vielen Stellen von radialstrahligen Turmalinbüscheln durchsetzt (Turmalinsonnen). Der Umstand, dass jeder Turmalinstrahl (wie ich mich an mehreren Schliffen überzeugen konnte) sich als ein wohlentwickelter Kristall mit terminaler Zuspitzung (trigonale Pyramiden) erweist, ist unvereinbar mit der Ansicht[1]), dass der Quarz durch den Turmalin verdrängt werde. Vielmehr handelt es sich um gleichzeitige Ausscheidung von Quarz und Turmalin. Die Idiomorphie des Turmalins ist auf seine grosse Kristallisationskraft zurückzuführen.

Analog ist das Verhältnis zwischen *Quarz* und *Lepidolith.*

Besonders interessante Struktureigentümlichkeiten zeigen sich da, wo Glimmer zusammen mit opakem Erz vorkommt. Der Glimmer durchschneidet das Erz in scharfen Leisten, wie in gewissen, von PREISWERK untersuchten Duniten vom Geisspfad (Oberwallis) die Antigoritblättchen den Chromeisenstein durchspicken (Intersertalstruktur; vgl. Lit. 39 p. 13). Ähnlich struiertes Gemenge von sulfidischem Erz und Weissglimmer beschreibt BEGER aus einem Zwitter von Hirschberg (Lit. 64 p. 159 u. 160). Diese Struktur kommt nach BEGER, dem ich mich anschliesse, offenbar durch gleichzeitige Ausscheidung von Sulfiden und Glimmer zustande.

---

[1]) BERG (Lit. 64 p. 139, 172) stellt sich vor, dass der eindringende, durch ein starkes Kristallisationsvermögen ausgezeichnete Turmalin sich mit seinen Kristallflächen gegen seinen Wirt, den Quarz vorschiebt (Idioblastische Metasomatose).

Entstehungsweise. Die Verbindung mit Granit und seinen greisenhaften Abarten beweist, dass unser Gestein durchaus endogener Natur ist; das im Gestein enthaltene *Carbonat* ist allem Anschein nach *magmatischen Ursprungs.*

Primäre Karbonatmineralien in Eruptivgesteinen und in damit in Verbindung stehenden endogenen „Erz"gesteinen sind schon oft beobachtet worden. So hat GROOTHOFF in Zwittergesteinen von Garoe-Medang auf Billiton Siderit festgestellt (Lit. 20 p. 75). Genetisch analoge Karbonatvorkommen sind durch WAGNER aus dem Zinnerzgebiet von Mutue Fides-Stavoren in Südafrika bekannt geworden (Lit. 74 p. 144). In ausserordentlich grossen Mengen kommt Siderit mit Kryolith zusammen bei Ivigtut auf Grönland vor (Lit. 55 p. 432). JAKOB (Lit. 70 p. 48) hat an Hand einer Reihe von Analysen nachgewiesen, dass am S-Rand des Aarmassivs Karbonatzufuhr bei magmatischer Injektion stattgefunden hat. Der Umstand, dass nach experimentellen Erfahrungen die Carbonate bei relativ tiefen Temperaturen auskristallisieren (Lit. 71 p. 206—217), lässt für das vorliegende sideritführende Gestein *keine hohe Entstehungstemperatur* voraussetzen.

Ein helles Licht auf die Genesis des Chendaizwitters werfen gewisse *strukturelle Eigentümlichkeiten.* Die skelettartige Entwicklung des Turmalins, die Nadelform des Zinnsteins, die Sonnenstruktur des häufig mit Quarz vergesellschafteten Glimmers, sowie die ophitartige Verwachsung von Glimmer und opakem Erz lassen vermuten, dass vielfach *gemeinsame* und *rasche Kristallisation* stattgefunden hat. Vielleicht haben Druckentlastung (welche Verdampfung leicht flüchtiger Stoffe zur Folge hat) und damit verbundene rasche Abkühlung diese Kristallisation bedingt. Bekanntlich führen kritische Zustände bei der Erstarrung vieler Ergussgesteine zur Ausbildung derartiger Strukturen (Lit. 60 p. 196).

Bedeutungsvoll ist schliesslich die *akzessorische Verbreitung pneumatolytischer Mineralien.* Ihr häufigster Vertreter ist *Turmalin,* der allerdings nur in mikroskopisch nachweisbaren Mengen auftritt und in Umwandlung zu Chlorit begriffen ist.

Alles deutet darauf hin, dass der Zwitter von Chendai grösstenteils auf *hydrothermalem* Wege entstanden ist.

Zinnstein-, flusspat- und sideritreicher Zwitter, z. T. drusig struiert.

Fundort: Mine Chendai, westlich von Menglembu, Distrikt Kinta (Taf. VIII, Nummer 9). In der Umgebung treten Granit und damit in Verbindung stehende Greisengesteine auf.

Mineralbestand. In einem braun- bis hellgrüngefärbten, feinkörnigen, stellenweise drusigstruierten Mineralaggregat liegen regellos verteilt wachsgelb- bis braungefärbte glänzende Kristalle von Zinnstein. Sie erreichen eine Grösse von 1,5 cm und lassen sich z. T. rein mechanisch aus dem Gesteinsverband lösen. Die Kristalle sind in der Richtung der C-Achse verkürzt (sächsischer Typus) und weisen folgende Flächenausbildung auf: Die Kanten des vorherrschenden Prismas erster Stellung (110) werden abgestumpft durch die Flächen des Prismas zweiter Stellung (100). Während die Flächen der Pyramide erster Stellung (111) glatt sind, tritt auf den Flächen zweiter Stellung (101) meist die charakteristische, parallel der Kombinationskante (111) : (101) verlaufende Riefung zutage. Manche Kristalle zeigen Zwillingsbildung nach (101). Am Aufbau des feinkörnigen, teilweise drusigstruierten Mineralaggregats beteiligen sich weisser Quarz, meergrüner Flussspat, feinschuppiger, silberglänzender Glimmer, dunkelgrüner Chlorit sowie ein harzbraunes, kugeligstrahlig-aggregiertes Mineral. Dasselbe findet sich vorzugsweise als jüngste Bildung in kleinen, miarolithischen Hohlräumen ausgeschieden. Es löst sich unter Gasentwicklung in warmer Salzsäure zu einer schwachgelbgefärbten Lösung auf. Das entweichende Gas schlägt beim Einleiten in Baryumhydroxydlösung weisses Baryumkarbonat nieder, das Gas ist somit Kohlendioxyd. In der gelblichen Lösung wurde viel Eisen, ferner Kalzium, Magnesium und Mangan nachgewiesen. Es handelt sich somit um ein eisenhaltiges Karbonat.

Im Dünnschliff sind folgende Gesteinskomponenten zu unterscheiden:

1. Zinnstein. Erscheint in geradlinig oder unregelmässig begrenzten Durchschnitten. Er wird oft von Rissen und Spalten durchzogen, bei deren Anlage einzelne Teile des betreffenden Individuums schwach verschoben und auseinandergetrieben worden sind.

2. Flusspat. Ist farblos, hat unregelmässigen Umriss, oder erscheint in kristallographisch begrenzten Durchschnitten. Diese haben bisweilen achtseitige Begrenzung: Kombination von Würfel und Oktaeder. Flusspat umschliesst z. T. Chlorit, Weissglimmer, Eisenerz sowie Idioblasten von Quarz.

3. Chlorit. Hat dieselben morphologischen und optischen Eigenschaften wie im vorher beschriebenen Gestein. Im Chlorit treten gelegentlich pleochroitische Höfe auf, welche wohl nach den Beobachtungen im vorher beschriebenen Gestein auf Zirkoneinschlüsse schliessen lassen; vermutlich ist Chlorit

auch in diesem Gestein z. T. ein Sekundärprodukt, das aus Turmalin entstanden ist. Leider wurden keine Turmalinrelikte beobachtet.

4. Weissglimmer. Tritt vielfach in Begleitung von Chlorit, Flusspat und Karbonat auf. Der Weissglimmer durchzieht oft gewisse Gesteinspartien in gewundenen Zügen und stimmt optisch überein mit Lepidolith.

5. Quarz. Ist optisch normal und erscheint wie Flusspat gelegentlich in kristallographisch begrenzten Durchschnitten. Da Quarz und Flusspat sich gegenseitig einschliessen, so ist für beide Mineralien gleiches Alter anzunehmen.

6. Opake Erze. Im auffallenden Licht können Pyrit und Arsenkies unterschieden werden. Ausser diesen beiden frischen Erzen beobachtet man noch häufig hydratisches Eisenerz, vielfach als Infiltration in Weissglimmer und Karbonat.

7. Karbonat. Das körnige, meist radialstrahlig aggregierte Mineral zeichnet sich im Dünnschliff durch gelbliche Eigenfarbe aus. Trotz dieser geringen Eigenfarbe ist ein Absorptionsunterschied zu konstatieren: parallel der Faserrichtung schwachgelbbraun, senkrecht dazu fast farblos. Die Lichtbrechung ist geringer als diejenige des Zinnsteins, aber höher als diejenige der übrigen im Schliff verbreiteten Mineralien. An einer Stelle, wo grössere, körnige Individuen zu erkennen sind, wurde ein negatives, einachsiges Interferenzbild mit engem Ringsystem festgestellt. Diese optischen Merkmale lassen die Annahme zu, dass *Siderit* vorliegt. Die dunkelbraune Färbung welche den Siderit bei makroskopischer Betrachtung auszeichnet und im Dünnschliff leicht von den andern Mineralien unterscheidbar macht (vgl. Taf. XII a), rührt von Eisenhydroxydinfiltrationen her. Der Limonit ist vorzugsweise zwischen den einzelnen Sideritfasern ausgeschieden worden. Der Siderit ist meist jünger als Quarz und Flusspat; die letzteren Mineralien sind gegenüber dem Karbonat idiomorph ausgebildet.

Ausscheidungsfolge; Entstehungsweise. Die Dünnschliffuntersuchung erlaubt uns einigermassen, die Ausscheidungsfolge der Konstituenten aufzustellen:

Das älteste Mineral ist der Zinnstein; er ist meist einschlussfrei. Zum geringen Teil gleichzeitig, zum grösseren Teil unmittelbar nachher kristallisierten die Sulfide aus. Dann folgte die Ausscheidung von Quarz und Flusspat, während gegen Ende der Gesteinsverfestigung Glimmer und Siderit ausgeschieden wurden. Über das Alter und die Entstehungsweise des Chlorits können wir nichts Sicheres erfahren. Aus

dem Vorhandensein von pleochroitischen Höfen ist vielleicht zu schliessen, dass Chlorit z. T. auch bei diesem Gestein aus Turmalin entstanden ist.

Das Gestein hat in mineralogischer Hinsicht grosse Ähnlichkeit mit dem vorhergehenden und muss wie jenes auf *vorwiegend hydrothermale Entstehung* zurückgeführt werden.

Zinnsteintopaszwitter.

Fundort: W-Abhang des Gunong Bujang Malakka, östlich von Kampar, Distrikt Kinta, (Taf. VIII, Nummer 10). Ortsgestein ist Granit.

Mineralbestand. In einer hellen, vorwiegend aus Topas und Quarz bestehenden Gesteinsmasse liegen zerstreut Kristalle von Zinnstein; hoher Metallglanz und pechschwarze Farbe bewirken, dass dieses Mineral in starken Konstrast mit der übrigen Gesteinsmasse tritt.

Hauptbestandteil ist mittelkörniger *Topas.* Er zeigt Glasglanz und stellenweise blassgelbe Eigenfarbe. Mit Topas ist häufig ein *schuppigblättriges, farbloses Mineralaggregat* vergesellschaftet. An zahlreichen Stellen ist zu erkennen, dass dasselbe einen dichten Überzug auf Topas bildet. Im Gegensatz zu Topas ist es weich und lässt sich mit dem Messer schneiden. Vereinzelt werden grössere, unregelmässig begrenzte Partien derben, milchigweissen Quarzes beobachtet. Ziemlich reichlich stellt sich Zinnstein ein. Seine Kristalle sind 3—4 mm gross. Neben einfachen Individuen sind Zwillinge nach (101) (Visiergraupen) sehr verbreitet. Der Kristallhabitus ist pyramidalkurzprismatisch (sächsicher Typus), folgende Formen sind zu beobachten: (111), (110), (101), (010). Einzelne Kristalle sind nach der Kante (111): (111) stark gestreckt.

Über den mikroskopischen Befund ist folgendes zu berichten:

1. Zinnstein ist durch prachtvolle Zonarfärbung ausgezeichnet. In Verbindung damit ist ein kräftiger Pleochroismus zu beobachten: 1. Für leichtgefärbte Zonen ε gelbbraun, ω blassgelb. 2. Für dunkelgefärbte Zonen ε schokoladebraun, ω hellbraun.

2. Quarz.

3. Topas. Gibt sich im Dünnschliff durch folgende Eigenschaften zu erkennen: Grösseres Brechungsvermögen als Quarz. Doppelbrechung wie diejenige von Quarz. Schnitte, auf welchen die Spaltrisse nach der Basis zu erkennen sind, zeigen in bezug auf die Spaltrisse immer gerade Auslöschung; zudem liegt $\mathfrak{a}'$ in der Richtung der Spaltrisse. Auf basalen Schnitten (keine

Spaltrisse sichtbar) ist der Austritt der spitzen positiven Bisektrix zu beobachten.

Das mikroskopische Bild lässt erkennen, dass der Topas *in Umwandlung begriffen* ist. Es können drei Neubildungsprodukte unterschieden werden: 1. Grössere, vielfach strahligbüschelige Aggregate eines Minerals, welches morphologisch und optisch die grösste Ähnlichkeit hat mit dem in den vorangehend beschriebenen Greisen und Zwittern auftretenden *Lepidolith*. 2. Ein feinblättriges bis fasrigaggregiertes Mineral von der Doppelbrechung des Muskowits, aber zum Unterschied von „Lepidolith" durch eine geringere Lichtbrechung ausgezeichnet, besteht, wie mir scheint, aus *Pyrophyllit*. Von einer mikrochemischen Untersuchung dieses Minerals musste leider abgesehen werden, da das Mineral keine grösseren, isolierbaren Massen bildet. 3. Ein sphäritisch aggregiertes Mineral von schwacher Licht- und Doppelbrechung scheint *Kaolin* zu sein.

Die Zersetzung des Topases ist schon soweit fortgeschritten, dass derselbe an keiner Stelle mehr seine ursprüngliche Gestalt noch aufweist; er zeigt typische *Reliktstruktur* (vgl. Taf. XII b). Die neugebildeten Mineralien sind auf Adern ausgeschieden, die die Topassubstanz in beliebiger Richtung durchziehen. Einzelne Durchschnitte lassen erkennen, dass die Spaltrisse das Eindringen der den Topas zerstörenden Lösungen erleichtert haben.

Entstehungsweise; Umwandlungserscheinungen. Im Topasgestein von Gunong Bujang Malakka sind keine granitischen Komponenten zu beobachten. Es ist also kein Umwandlungsprodukt des in der Umgebung der Fundstelle verbreiteten Granits. Alle am Aufbau des Gesteins beteiligten Stoffe sind *pneumatolytisch* zugeführt worden. Das Gestein ist eine im Granit auftretende pneumatolytische Gangfüllung wie der gangförmig auftretende Topasaplit, den SCRIVENOR im Granit des Gunong Bakau beobachtet hat (vgl. Lit. 18 und Textfigur 1, Nr. 6).

Die Umwandlung des Topases in unserm Gestein ist auf eine *pneumatolytisch-hydrothermale* Einwirkung zurückzuführen genau gleich wie die Turmalinumwandlung, die wir bei zahlreichen Greisen- und Zwittergesteinen (vgl. p. 198, 210) beobachtet haben. Dass sie durch Oberflächenverwitterung hervorgerufen wurde, ist ausgeschlossen. In den Seifen, wo das Mineral am ehesten der Verwitterung preisgegeben wäre, findet man Topas in durchaus frischem Zustand. Für pneumatolytisch-hydrothermale Umwandlung spricht übrigens die strahlige Aggregation der aus dem Topas hervorgegangenen Mineralien Weissglimmer, Pyrophyllit und Kaolin. Sie ist eine analoge Erscheinung

wie die strahlige Aggregation der pneumatolytisch-hydrothermalen Umwandlungsprodukte des Turmalin (Chlorit und Weissglimmer), der wir schon mehrmals begegnet sind.

Topas (Pyknit)-Quarzzwitter.

Fundort: Umgebung der Mine Tronoh North bei Tronoh, Distrikt Kinta (Taf. VIII, Nummer 11).

Mineralbestand. Das hellgraue Gestein besteht vorwiegend aus Topas und Quarz, ersterer in der Ausbildung des stengligen Pyknits. Akzessorisch erscheint Arsenkies. Der Pyknit ist Hauptbestandteil; er bildet stenglige, parallel bis divergentstrahlige Büschel, welche eine Länge von 4 cm erreichen. An vielen Stellen zeigt er lockeres Gefüge, miarolitische Hohlräume. Mit der Lupe erkennt man, dass der Pyknit in ein helles, feinschuppiges, mit dem Messer ritzbares Mineralaggregat von mildem Glanz übergegangen ist. Der Quarz hat meist milchig-hyalines Aussehen und ist Lückenbüsser.

Unter dem Mikroskop ist am Topas und am Quarz folgendes zu beobachten:

1. Topas (Pyknit) ist vollständig pseudomorphosiert. Es sind dieselben Umwandlungsprodukte zu beobachten wie beim Topas des vorhergehenden Handstückes. Auch die Ausbildungsweise der neuentstandenen Mineralien ist dieselbe wie beim ersten Topasgestein.

2. Quarz. Zeigt ähnliche Eigenschaften wie in den früher beschriebenen Greisen und Zwittern: Undulöse Auslöschung, massenhaft Einschlüsse.

Struktur; Umwandlungserscheinungen. Charakteristisch für den vorliegenden Zwitter ist die drusige Struktur. Der Topas ist unter Erhaltung der äussern Form hydratisiert worden zu Kaolin, Pyrophyllit und Weissglimmer. Die morphologische Beschaffenheit dieser Mineralien weist darauf hin, dass der Topasumwandlung dieselbe Ursache (vorwiegend Hydrothermalmetamorphose) zugrunde liegt, wie beim vorhergehenden Topaszwitter.

II. Exogene Gesteine.

A. Hornfelse und damit im Zusammenhang stehende erzhaltige Gesteine der perimagmatischen Lagerstätten Pusing, Chemor, Mendrus, Kacha und Jelebu.

Quarzitischer Turmalinhornfels, durchsetzt von Quarzzinnsteingang[1]).

Fundort: Strasse von Pusing nach Siputeh, Distrikt Kinta (Taf. VIII, Nummer 12). Gestein anstehend, Fundort speziell da, wo die von Pusing kommende Strasse ihre SSW-Richtung aufgibt und nach SW abbiegt.

Mineralbestand. Hartes, dichtes, kluftiges, braungraues Gestein, durchzogen von einem Netzwerk feiner, dunkler Äderchen; es wird durchsetzt von einem schwach verzweigten Quarz-Zinnsteingang, dessen maximale Breite im Handstück 3 cm beträgt. Während Quarz derbe, muschligbrechende Massen von milchighyalinem Aussehen bildet, erscheint Zinnstein in Gestalt harzbrauner, körniger Aggregate, dessen einzelne Körner eine Grösse von 1 cm erreichen.

Wie unter dem Mikroskop zu erkennen ist, besteht unser *Hornfels* aus folgenden Mineralien:

1. Quarz. Bildet meist kleine rundliche Körner, seltener idiomorphe Individuen, welche bei gekreuzten Nicols optisch einheitlich erscheinen (Vgl. Taf. XIII a.)

2. Turmalin. Häufig sind unregelmässig begrenzte Partien, welche siebartig von Quarzkörnern durchwachsen sind; daneben sind auch unregelmässig prismatisch umgrenzte Individuen zu erkennen. Basisschnitte der letztern zeigen neunseitigen Umriss, was auf eine gleichzeitige Ausbildung von trigonalem Prisma zweiter Stellung $(01\bar{1}0)$ und hexagonalem Prisma zweiter Stellung schliessen lässt. Dichroismus: ε blassgelb-farblos, ω gelbbraun-hellgrün. Die Eigenfarbe des Turmalins wird stellenweise verdeckt durch ein dunkles Pigment (kohlige Substanz?).

3. Zinnstein. Hat eine sehr unregelmässige Verbreitung im Gestein; erscheint bisweilen in Form von Porphyroblasten (vergl. Taf. XIII a).

Das Gestein besitzt im wesentlichen Mosaikstruktur. Die Korngrösse der Gesteinskomponenten ist aber ungleich und oft wiegt ein Mineral gegenüber dem andern an Menge vor (vgl. Taf. XIII a). Ausserdem ist die Pigmentierung nicht immer gleichmässig; deutlich sind helle und dunkle Lagen zu unter-

---

[1]) Das Handstück zeigt in seiner petrographischen Beschaffenheit grosse Ähnlichkeit mit zahlreichen andern von dieser Lokalität stammenden Gesteinsproben.

scheiden. Stellenweise werden auch kleine Adern beobachtet: sie erscheinen als feines, von blossem Auge erkennbares Netzwerk.

Der *Erzgang* weist folgenden Mineralbestand auf:

1. Zinnstein. Er bildet rundliche (Körner), selten kristallographische begrenzte Durchschnitte (Kristalle). Gelbbraune Färbung und Zonarstruktur sind die Hauptmerkmale. Absorptionsunterschiede fehlen. Zinnstein umschliesst häufig andere Mineralien, welche Kristallumrisse haben.

2. Quarz. Hat grosse Ähnlichkeit mit dem in dem Quarz der vorhergehenden Greisenproben. Wieder sind reihenweise geordnete Interpositionen, undulöse Auslöschung und Zahnstruktur zu beobachten. Einige Durchschnitte haben idiomorphen Umriss.

3. Turmalin. Färbung und optische Eigenschaften sind diejenigen des „Hornfelsturmalin". Sehr häufig sind Individuen, welche in der Richtung der C-Achse verlängert sind. Der Turmalin ist vielfach idiomorph gegenüber dem Zinnstein. Da, wo er an Menge vorherrscht, erscheint der Zinnstein völlig durchspickt von braunen Turmalinprismen.

Der Umstand, dass die Mineralien sich vielfach gegenseitig einschliessen, weist darauf hin, dass *auf dem Gang im allgemeinen gleichzeitige Kristallisation* stattgefunden hat. Charakteristisch ist die Ausbildungsweise einzelner Mineralien an den Rändern des Ganges (vgl. Taf. XIII b). Quarz und Turmalin sind häufig mit ihrer Längsrichtung senkrecht zum Salband orientiert. Quarz hat zudem an dem von Salband abgekehrten Enden kristallographische Begrenzung. Es entsteht so eine Struktur, welche Berg mit dem Ausdruck *Kammstruktur* bezeichnet (Lit. 67 p. 135).

Entstehungsweise; Vergleich mit ähnlichen Gesteinen von Kinta. Der Hornfels hat eine dermassen starke pneumatolytische Veränderung erfahren, dass wir nicht mit absoluter Sicherheit sagen können, welcher Art das Ursprungsgestein gewesen ist. Da viel Quarz und keine Kalksilikate vorhanden sind, so ist das Ausgangsmaterial wohl ein *toniger Sandstein* gewesen.

Hornfels und Erzgang zeigen grosse Ähnlichkeit im Mineralbestand, was wohl durch den hohen Primärkieselgehalt des Hornfelses bedingt ist. Dagegen weisen sie wesentliche *Unterschiede struktureller* Art auf. Mit Ausnahme der wenigen Zinnsteinporphyroblasten weisen die Mineralien des Hornfelses kleines Korn auf; auf dem Gang dagegen herrscht Grobkörnigkeit.

Alle Merkmale des Hornfelses lassen auf grosse Nähe eines magmatisch-pneumatolytischen Herdes schliessen.

Lyditartiges Gestein.

Fundort: Chinesische Mine ca. 4 km westlich der Bahnstation *Chemor*, Distrikt Kinta (Taf. VIII, Nummer 13).

In unserer Sammlung liegen einige Handstücke eines Gesteins, das dem quarzitischen Turmalinhornfels von Pusing sehr nahe steht. Es ist hellblaugrau, lyditartig und zeigt splittrig-muschligen Bruch. Wie im Dünnschliff zu erkennen ist, besteht die Gesteinsmasse hauptsächlich aus feinkörnigem Quarz. Wie beim Hornfels von Pusing durchziehen zahlreiche dünne Adern, bestehend aus Quarz, Turmalin und Zinnstein netzartig die Gesteinsmasse. Offenbar handelt es sich bei diesen Gesteinen ebenfalls um *ursprünglich kieselsäurereiche, durch pneumatolytische Kontaktmetamorphose in Hornfelse umgewandelte Sedimente.*

Diasporturmalinfels mit Variolitstruktur.

Fundort: Seife bei Mendrus, südlich von Pusing, Distrikt Kinta (Taf. VIII, Nummer 14).

Das Gestein gleicht makroskopisch einem Variolit. In einer dichten, blauschwarzen Grundmasse liegen zahlreiche, kugelige und ellipsoide Knollen. Sie erreichen einen Durchmesser von 1 cm. Manche sind einheitlich gefärbt und bestehen aus einer blassgrünen bis mehligweissen Substanz; andere setzen sich aus hellen und dunklen Schalen zusammen.

Unter dem Mikroskop sind folgende Mineralien zu unterscheiden:

1. Turmalin. Bildet den Hauptbestandteil der blauschwarzen Gesteinsmasse. Seine Ausbildung ist körnig bis kurzprismatisch. Längsschnitte zeigen häufig deutliche Quergliederung. Die Absorptionsfarben sind: ε hellbraun bis blassgelb; ω indigo, blaugrün.

2. Magnetit. Ist ein steter Begleiter des Turmalins in Form kleiner Körner oder Kristalle; ausserdem bildet er im Turmalin eingeschlossen ein staubförmiges Aggregat.

3. Spinell. Ist in Gestalt durchweg isotroper, smaragdgrüner Körner von hoher Lichtbrechung ausgebildet. An einzelnen Stellen ist Spinell beinahe undurchsichtig. Die grüne Farbe des Minerals weist auf grossen Eisengehalt: *Pleonast.*

4. Diaspor. Schwer zu bestimmen ist ein Mineral von schwacher Eigenfarbe. Es bildet stenglige und blättrige Formen.

Die Lichtbrechung ist höher als bei Turmalin. Bei gekreuzten Nicols zeigt das Mineral Interferenzfarben, welche auf eine Doppelbrechung von annähernd 0,036 hinweisen. Stenglige Durchschnitte zeigen immer Längsspaltrisse. Im konvergenten Licht ist zu beobachten, dass die optische Achsenebene in der Ebene dieser Spaltbarkeit liegt (beim Diaspor ist diese Spaltebene (010)). Der optische Charakter ist positiv, der Achsenwinkel von beträchtlicher Grösse. Auf Schnitten, welche keine Spaltrisse zeigen, wird vielfach der Austritt der optischen Normale festgestellt. Alle Merkmale sprechen für Diaspor.

Dieses wasserhaltige Thonerdemineral ist ein wesentlicher Bestandteil der makroskopisch hell erscheinenden Gesteinspartien.

5. Kaolin, Hydrargyllit?, Weissglimmer und Chloritoid, erscheinen als Begleitmineralien des Dispor.

Struktur; Vergleich mit diasporführenden Gesteinen anderer Kontaktlagerstätten. Das mikroskopische Bild lässt erkennen, dass die blauschwarzen, aus Turmalin und Erz bestehenden Hauptmasse des Gesteins granoblastisch struiert ist. Der Schalenbau der makroskopisch auffallenden Sphärite beruht auf einer zonenweise alternierenden Mineralführung. Während die dunklen Zonen meist die gleiche Zusammensetzung wie die blauschwarze Turmalinerzmasse haben, sind die hellen Zonen fast ausschliesslich aus Diaspor, Kaolin und Glimmer zusammengesetzt.

Über die Entstehung des Diaspors siehe p. 223.

Das Gestein von Mendrus zeigt in seinem Mineralbestand Turmalin, Magnetit, Spinell, Diaspor, Kaolin, Hydrargillit?, Weissglimmer und Chloritoid Übereinstimmung mit gewissen Gesteinen der Smirgelkontaktlagerstätten von Naxos und SW-Kleinasien. (Lit. 48, 62, 69).

Korundfels.

Fundort: Seife bei Pusing, Distrikt Kinta (Taf. VIII, Nummer 15).

Mineralbestand. Das Gestein hat blaugraue Farbe, ist porösschlackig und fühlt sich rauh an. Es ist auffallend schwer (Spez. Gew. = 2,892).

Unter dem Mikroskop erkennt man in der von zahlreichen unregelmässigen und rauhwandigen Hohlräumen durchsetzten Gesteinsmasse folgende Mineralien:

1. Korund. Ausbildung körnig. Stets ist eine schwache Eigenfarbe vorhanden, mit ihr ist ein geringer Absorptions-

unterschied verbunden: ε blassgelb, farblos; ω = violettblau. Hohe Lichtbrechung und geringe Doppelbrechung. Basisschnitte liefern ein negatives, einachsiges Intereferenzbild.

Die Durchschnitte sind häufig getrübt, ja stellenweise fast undurchsichtig gemacht durch feine Eisenerzeinlagerungen. Diese sind vielfach in konzentrischen Zonen angeordnet. Es entsteht auf diese Weise eine Art Oolithstruktur.[1])

2. Eisenglanz. Nach Korund der verbreitetste Gemengteil. Meist undurchsichtig. Im auffallenden Licht gibt er sich durch den stahlgrauen, hellen Metallglanz und die feinnarbige Oberfläche zu erkennen. Umschliesst gelegentlich kleine Körner eines andern Minerals, dessen dunkelblaugraue, metallische Reflexfarbe und grobnarbige Oberfläche auf *Magnetit* weisen.

3. Diaspor. Zeigt dieselben optischen und morphologischen Eigenschaften wie im vorhergehenden Gestein. Im Dünnschliff ist zu erkennen, dass er ein *Umwandlungsprodukt von Korund* ist: das einheitlich orientierte Korundindividuum geht über in ein körniges, stellenweise strahliges Aggregat von Diaspor, der bei einer Schliffdicke von ca. 0,03 mm lebhaft leuchtende Polarisationsfarben zeigt. Man erkennt vielfach, dass die Korundumwandlung von Adern ausgegangen ist, die mit Diaspor erfüllt sind, auch etwas Kaolin und Hydrargillit?, sowie Weissglimmer führen.

Beziehung des vorliegenden Korundfels zum Diasporturmalinfels von Mendrus. Nach den Untersuchungen von SCRIVENOR (Lit. 10, 16) haben die korundführenden Gesteine von Kinta folgenden Mineralbestand: Blauer Turmalin; Korund; farbloses Mineral (vorherrschend Diaspor, nicht Weissglimmer wie SCRIVENOR[2]) annimmt,) welches als Neubildungsprodukt von Korund auftritt; brauner Glimmer; Pleonast; Eisensulfid; Hämatit; Rutil und kohlige Substanz.

In den vom genannten Autor untersuchten Gesteinen wechselt das Mengenverhältnis derart, dass wir eine Reihe mit

---

[1]) Diese Struktur ist deutlich zu erkennen Lit. 10 Taf. XXX Fig. 2, sowie bei kleinasiatischen Smirgeln, vgl. Lit. 69 Taf. I Fig. 1.

[2]) Über das farblose Korundumwandlungsprodukt sagt SCRIVENOR (Lit. 10 p. 443): "A large part of the rock is composed of a clear flaky mineral which on separation proved to be a white mica with a wide axial angle, so wide indeed that some of the sections show an axis emerging on a prism face. Another curious feature is, that the lathlike sections sometimes show a cross-fracture (secondary cleavage parallel to (010)?)." Diese Angaben sprechen eher für Diaspor als für Weissglimmer. Beim Korundumwandlungsprodukt in den von SCRIVENOR untersuchten Gesteinen handelt es sich wahrscheinlich um ein Gemenge von Diaspor und etwas Weissglimmer. Auf alle Fälle ist in den Gesteinen von Pusing und Mendrus Weissglimmer nur von akzessorischer Bedeutung.

fünf verschiedenen Gesteinstypen aufstellen können: Korundfelse, Korunddiasporweissglimmerfelse, Korundturmalinfelse, Korundturmalindiasporweissglimmerfelse und Turmalindisporweissglimmerfelse. Es zeigt sich somit, dass der Diasporturmalinfels von Mendrus und der Korundfels von Pusing einer mineralogisch zusammenhängenden Gesteinsserie angehören. Sie beide sind, wie der Gehalt an Turmalin und Korund beweist, teilweise auf pneumatolytischem Wege entstanden.

Vorkommen der Korundgesteine in Kinta. Während SCRIVENOR und Herr Dr. PANNEKOEK VAN RHEDEN korundführende Gesteine nicht im Anstehenden gefunden haben (Lit. 19 p. 168), hat JONES korundführende Gesteine in situ aufgefunden und zwar bei Kacha zwischen Lahat und Pusing, Distrikt Kinta (siehe Taf. VIII, Nummer 16). In nächster Umgebung der Fundstelle treten mit Zinnerzlagerstätten verknüpfte granitische Intrusionen auf.

Entstehung des Korunds in den Korundgesteinen von Kinta. Es bleibt künftigen Feldaufnahmen vorbehalten, zu entscheiden, ob der reichliche Thonerdegehalt dieser Kontaktgesteine durch entsprechenden Thonerdegehalt der Ursprungsgesteine bedingt ist, oder ob er auf pneumatolytischem Wege herbeigeführt worden ist.

Im ersten Fall hätten wir es bloss mit einer *pneumatolytischen Umarbeitung der vorhandenen Thonerde* zu tun. Für eine derartige Korundentstehung käme folgende Reaktion in Frage $Al_2O_3 + 6\,HF \longrightarrow Al_2F_6 + 3\,H_2O \longrightarrow 6\,HF + Al_2O_3$ (kristallisiert als Korund). Es wäre das ein Vorgang, bei dem, wie GRUBENMANN (Lit. 56 p. 35) sich ausdrückt, der Kristallisator (HF) in Zwischenreaktion eintreten und wieder aus dem Endprodukt ausscheiden würde (Katalyse).

Im zweiten Fall würde es sich um *Zufuhr von Aluminiumverbindungen aus dem Magma* handeln. Es kämen die beiden Prozesse in Frage, welche nach NIGGLI (hit. 66 p. 316) zur Entstehung des Korunds in Pegmatiten führen: Korund bildet sich entweder im Verlauf des durch Druckentlastung hervorgerufenen Zerfalls von wasserstoffhaltigen Alumosilikaten oder durch Wechselwirkung zwischen Alumohalogeniden und Bortrioxyd.

Die Diasporisierung des Korunds in den Korundgesteinen von Kinta. Am Gestein von Pusing ist die Umsetzung des Korunds in Diaspor eine besonders interessante Erscheinung. Korund verhält sich bekanntlich widerstandsfähig gegen viele chemische Agentien. Auch die Atmosphärilien üben keine chemische Wirkung auf dieses Mineral aus; das beweist das Vorkommen frischen Korunds in den Seifen.

Nach den Untersuchungen von PAPAVASILIOU verdankt der *Korund* (*Smirgel*) *von Naxos* seine Umwandlung in Diaspor, Hydrargillit, Kaolin und Weissglimmer der Zirkulation hydrothermaler Lösungen (Lit. 62 p. 108). Die Umwandlung des Korunds zu Diaspor in den Korundgesteinen von Kinta ist offenbar auf die selbe Ursache, d. h. auf *Hydrothermalmetamorphose* zurückzuführen.

Andalusithornfels.

Fundort: Konkoi-River, bei der Ortschaft Jelebu, Residentschaft Negri Sembilan (Textfigur 1, Nummer 5). Als Geschiebe gefunden; Ortsgestein ist Granit.

Mineralbestand. In einem dichten, graublauschwarzen Grundgewebe liegen beliebig verteilt schmale, bis 3 cm lange Prismen von Andalusit (Chiastolith). Charakteristisch sind die Bruchflächen von annähernd quadratischem Umriss. Infolge einer gesetzmässigen Anordnung des eingelagerten kohligen Pigments ist auf diesen Bruchflächen stets ein schwarzes, diagonal gestelltes Kreuz sowie ein dunkler Rand zu erkennen. Ausser Andalusit sind zahlreiche, gelbe, seidenglänzende Schüppchen von Biolit zu erkennen.

Im Dünnschliff sind folgende Mineralien zu beobachten:

1. Andalusit. Ist nur in Form grosser Porphyroblasten ausgebildet. Eigenfarbe und Pleochroismus fehlen. Das Mineral zeigt höhere Lichtbrechung als Quarz, die Doppelbrechung dagegen ist annähernd dieselbe wie diejenige des Quarzes; Längsschnitte sind dadurch ausgezeichnet, dass $\mathfrak{a}'$ in der Hauptzone liegt. An einem Basisschnitt (die Spaltrisse nach (110) schneiden sich annähernd unter einem Winkel von 90°) ist der Austritt einer spitzen, negativen Bisektrix zu beobachten; die Auslöschung ist in dem betreffenden Schnitt symmetrisch zu den Spaltrissen. Als primäre Einschlüsse erscheinen *Biotit* und *kohlige Substanz;* diese ist stets reichlich in den randlichen Partien des Andalusits eingelagert. Der Andalusit erscheint ziemlich frisch; nur wenige Schnitte lassen erkennen, dass eine schwache, von unregelmässig verlaufenden Adern ausgehende *Umwandlung* stattgefunden hat; das Neubildungsprodukt ist ein weissglimmerähnliches Mineral von schuppiger Aggregation.

2. Biotit. Erscheint in Form unregelmässig begrenzter Blättchen und Leistchen. Sein Pleochroismus: $\mathfrak{c}$ und $\mathfrak{b}$ braunstrohgelb; $\mathfrak{a}$ blassgelb-farblos. Basale Schnitte geben ein negatives einachsiges Interferenzbild. Kleine Körner, welche als

Zirkon anzusprechen sind, erzeugen im Biotit pleochroitische Höfe von beträchtlicher Intensität.

Der Biotit ist ein Bestandteil des sehr feinkörnigen, graphitreichen Grundgewebes. Die Verteilung des Glimmers ist sehr unregelmässig; stellenweise setzt Biotit in der Gesteinsmasse beinahe aus, anderseits erreicht der dunkle Glimmer an einzelnen Stellen grosse Anreicherung, er bildet dann grössere sparrigleistige Aggregate.

3. Weissglimmer. Findet sich als untergeordneter Bestandteil des graphitreichen Grundgewebes. Ausbildung stenglig und blättrig.

4. Quarz. Macht in Form optisch normaler Körner den Hauptbestandteil des graphitreichen Grundgewebes aus.

5. Graphitische Substanz. Erscheint als Einschluss in sämtlichen Mineralien und verleiht der feinkörnigen Gesteinsmasse die besonders dunkle Farbe.

Struktur. Die Struktur des Hornfels vom Konkoi-River ist als heteroblastisch zu bezeichnen. In einem aus Biotit, Quarz, Muskowit und kohliger Substanz bestehenden Grundgewebe liegen Idioblasten von Andalusit.

Herkunft. Da nach allgemeiner Erfahrung Andalusithornfelse aus tonigen Sedimenten am unmittelbaren Kontakt mit Tiefengesteinen entstehen, so ist anzunehmen, dass der vorliegende als Geschiebe gefundene Hornfels aus einer kontaktmetamorphen Tonschieferhülle des benachbarten Granites stammt.

B. **Metamorphe Kalksteine.**

1. *Erzhaltige Gesteine der in Kalkstein aufsetzenden perimagmatischen Lagerstätte Tronoh North.*

Die geologischen Verhältnisse der Mine (Taf. VIII, Nummer 17) erläutert SCRIVENOR in Lit. 16 p. 67 und in Lit. 17 p. 263 durch ein Profil, das ich in Textfigur 3 wiedergebe.

Im westlichen Minenabschnitt sind quarzitische Schiefer und Hornfelse? (englisch: Hornstone) aufgeschlossen; diese Gesteine sind reichlich durchadert von granititischen Apophysen und erzreichen Gängen (vgl. Lit. 16 p. 66). Im mittleren und östlichen Teil der Mine sind ungeschichtete kristalline Kalke erschlossen worden; diese Gesteine sind, wie aus den Aufsammlungen des Herrn Dr. PANNEKOEK VAN RHEDEN hervorgeht, stark mit pneumatolytisch-hydrothermalem Material angereichert. Aus den Kalken erwähnt SCRIVENOR keine granitischen Intrusiva (vgl. Lit. 16 p. 67).

Die Kalke werden bedeckt von diluvialen Sandablagerungen, in denen Lignitflötze eingeschaltet sind. Die Talsohle ist mit alluvialen Tonen angefüllt. Die Mine wird auf Zinnerz abgebaut, das sich in den anstehenden Schiefern und Kalken findet.

Die nachstehend beschriebenen Handstücke stammen ausschliesslich aus den Kalken.

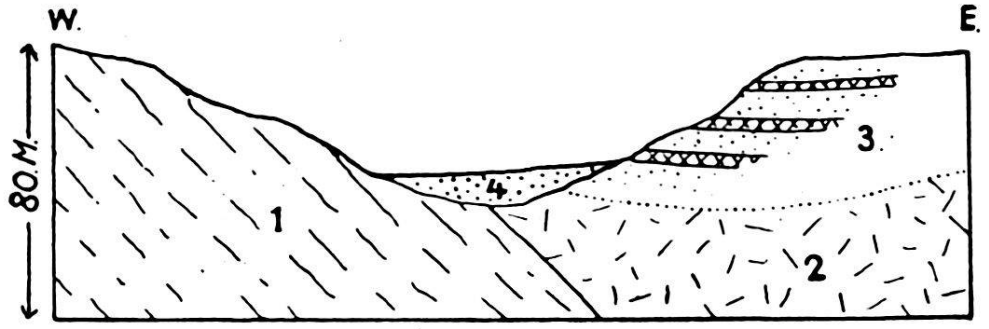

Fig. 3. Schematisches Querprofil durch die Mine Tronoh North (nach SCRIVENOR).

1. Quarzitische Schiefer und Hornfelse (?), durchsetzt von granitischen Apophysen und erzreichen Gängen. 2. Mit pneumatolytisch-hydrothermalem Material angereicherte kristalline Kalke. 3. Sande mit eingelagerten Lignitflötzen. 4. Tone.

Kalzitführender Turmalinfels.

Fundort: Mine Tronoh North, Distrikt Kinta (Taf. VIII, Nummer 17).

Mineralbestand. Das Gestein besteht zum grössten Teil aus stengligkörnigem Turmalin, der durch einen stahlblauen, seidenähnlichen Glanz ausgezeichnet ist. Wo Turmalin vorherrscht erinnert das Gestein in seiner Farbe an Glaukophanschiefer. Der Raum zwischen den einzelnen Turmalinindividuen wird ausgefüllt durch ein karbonatreiches, helles bis bräunliches Mineralaggregat.

Unter dem Mikroskop (vgl. Taf. XIV a) sind folgende Mineralien zu unterscheiden:

1. Turmalin. Oft auskristallisiert. Einige Schnitte zeigen neunseitigen Umriss: Die Kanten des trigonalen Prismas $(01\bar{1}0)$ werden zugeschärft durch die Flächen des hexagonalen Prismas zweiter Stellung $(11\bar{2}0)$. Ditrigonale Prismen scheinen zu fehlen. Schnitte parallel c weisen verschiedenen Kristallcharakter an ihren Enden auf und dokumentieren dadurch den hemimorphen Charakter ihrer Hauptzone.

Der Turmalin ist durch intensive Färbung, prachtvolle Zonarstruktur (isomorphe Schichtung) und lebhaften Pleochrois-

mus ausgezeichnet. Es lassen sich hauptsächlich vier Zonenarten auseinanderhalten; sie zeichnen sich durch folgenden Pleochroismus aus: ε farblos, ω himmelblau; ε lichtblau, ω indigo; ε farblos, ω gelbgrün; ε blassgelb, ω dunkelbraun. Bei vielen Individuen herrschen die blauen Zonen vor. Nach WÜLFING (Lit. 36 p. 94) sind blaue Turmaline durch einen *hohen Gehalt an Eisenoxydul* ausgezeichnet.

Der Zonenbau ist bisweilen gestört; man beobachtet Fältelungen einzelner Zonen und Breitenabweichungen innerhalb ein und derselben Zone. Diese Erscheinungen sind vermutlich auf eine während der Entstehung des Minerals geschehene Ausheilung von skeletthafter Oberfläche (Vertikalstreifung?) zurückzuführen. Hie und da werden eigentliche Skelettbildungen (Perimorphosen) beobachtet.

2. Weissglimmer. Bildet kleine Blätter und Schuppen, welche sich häufig gegenüber Kalzit idiomorph verhalten.

3. Pyrit. Bildet im Weissglimmer idiomorphe Einschlüsse. Seine partielle Umwandlung in hydratisches Eisenoxyd erklärt die makroskopisch sichtbare Braunfärbung gewisser Gesteinspartien.

4. Kalzit. Ist Lückenbüsser und entbehrt jeglicher Zwillingslamellierung.

Ausscheidungsfolge. Der vielfach beobachtete Idiomorphismus der Mineralien Turmalin, Pyrit und Glimmer gegenüber Kalzit weist darauf hin, dass dieses Mineral gleichzeitig mit oder nach den andern Gemengteilen auskristallisiert ist. Das *Karbonat* ist offenbar *Rekristallisationsprodukt des im Umkreis der Fundstelle anstehenden sedimentären Kalksteins.*

Pyrithaltiger Turmalinflusspatfels.

Fundort: Mine Tronoh North, Distrikt Kinta (Taf. VIII, Nummer 17).

Mineralbestand. In dem durch blaugraue Farbe und geringe Korngrösse ausgezeichneten Gestein sind makroskopisch farbloser, glasglänzender Flusspat blauer Turmalin und messinggelber Pyrit, in seltenen Fällen auch Zinnstein zu erkennen.

Folgendes ist der mikroskopische Befund:

1. Turmalin. Körnige Ausbildung. Pleochroismus: ε farblos bis blassviolett; ω tiefblau. Die Verteilung der Farben ist fleckig, selten zonar.

2. Flusspat. Körnige Ausbildung. Spaltrisse nach dem Oktaëder nicht bemerkbar; dafür sind zahlreiche Risse von beliebigem Verlauf zu beobachten. Kleine Einlagerungen trüben

die Durchschnitte. Geringe Lichtbrechung und nirgends gestörte Isotropie.

3. Pyrit.

4. Zinnstein.

Strukturverhältnisse. Die Hauptgemengteile Turmalin und Flusspat bilden ein Gemenge, das im Mikroskop typische granoblastische Struktur zeigt (Vgl. Taf. XIV b).

Körniger Marmor, durchsetzt von flusspatführendem Granatgang.

Fundort: Mine Tronoh North (Taf. VIII, Nummer 17).

Mineralbestand. Weisser Marmor, dessen Körner durchschnittlich 3 cm gross sind, wird durchsetzt von einer 1,5 cm breiten gangartigen Masse.

Am Aufbau der Gangfüllung beteiligt sich in erster Linie ein mattes, blassgelbes Mineral, das derbe Partien bildet. Es ist Kalkthonerdegranat. Daneben findet sich Flusspat, der sich durch Farblosigkeit, Glasglanz und Durchsichtigkeit vom Granat unterscheidet. Der Flusspat bildet Körner, deren Durchmesser im Mittel 0,1 cm beträgt. Als dunkler Gemengteil erscheint derber Turmalin; er hat blaue Farbe. Die drei Mineralien zeigen im Gang keine gesetzmässige Anordnung.

Unter dem Mikroskop ist ersichtlich, dass der *Marmor* ein granoblastisches Kalzitaggregat darstellt. Die einzelnen Kalzitkörner zeigen rhomboëdrische Spaltrisse und polysynthetische Zwillingslamellierung nach $(01\bar{1}2)$.

Der *Gang* setzt sich, wie im Dünnschliff zu erkennen ist, aus folgenden Mineralien zusammen:

1. Granat. Bildet unregelmässig begrenzte körnige Massen, welche siebartig durchsetzt sind von Einschlüssen anderer Mineralien. Geringe Eigenfarbe im Dünnschliff. Zahlreiche Risse durchziehen die Durchschnitte. Dass Granat vorliegt, erkennt man u. a. auch daran, dass die Lichtbrechung grösser ist als bei Turmalin, aber kleiner als bei Zinnstein.

Unter Anwendung starker Vergrösserung gewahrt man bei gekreuzten Nicols schwache felderweise Aufhellung: anormale Doppelbrechung.

2. Zinnstein. Blassgelbe Eigenfarbe, Farbverteilung fleckig, polysynthetische Zwillingslamellierung, hohe Licht- und Doppelbrechung.

3. Turmalin. Bildet unregelmässig begrenzte Körner. Pleochronismus: ε farblos, ω tiefblau. An zahlreichen Stellen ist der Turmalin in fasrigschuppigen Weissglimmer und ähnlich

aggregierten grünlichen Chlorit übergeführt (Umwandlungserscheinung hydrothermaler Art).

4. Flusspat. Erweist sich von allen im Schliff verbreiteten Mineralien am geringsten lichtbrechend.

5. Kalzit. Erscheint in den randlichen Gangpartien als Verdrängungsrelikt eingeschlossen im Flusspat; daneben findet sich der Kalzit auch siebartig verwachsen mit andern Gangmineralien: Rekristallisationsprodukt.

6. Chlorit und Weissglimmer. Diese Mineralien sind schon mehrfach als hydrothermal entstandene Neubildungsprodukte angeführt worden (siehe p. 198, 210). In denjenigen Fällen, wo Turmalinreste fehlen, ist es meist schwer, zu entscheiden, ob es sich um Sekundärprodukte handelt oder nicht. Leider ist der im Schliff verbreitete Turmalin frei von Mineralien (z. B. Zirkon) mit pleochroitischen Höfen. (Wie wir bei den Greisen und Zwittern gesehen haben, verraten da, wo der Turmalin vollständig umgewandelt erscheint, die im Chlorit sichtbaren pleochroitischen Höfe des Zirkons, dass die betreffenden Mineralien (Chlorit und Weissglimmer) sekundärer Natur sind.)

7. Arsenkies. Ist akzessorisch.

Ausscheidungsfolge der Gangmineralien. Wie die häufig zu beobachtende Siebstruktur zeigt, hat an vielen Stellen gleichzeitige Auskristallisation der Gangmineralien stattgefunden. An andern Stellen weist die Verglimmerung und Chloritisierung des Turmalins darauf hin, dass der Mineralbestand der Gangfüllung durch *mehrere nacheinanderwirkende Prozesse* entstanden ist.

Entstehungsart der Gangmineralien. Die Ca-freien Mineralien: Zinnstein, Arsenkies, Turmalin, Weissglimmer und Chlorit sind ausschliesslich durch Stoffzufuhr entstanden, die Ca-haltigen dagegen: Granat und Flusspat, durch *Stoffzufuhr und Aufnahme von Kalk aus dem Nebengestein* entstanden. Kalzit ist Rekristallisationsprodukt.

Flusspatchloritfels mit beträchtlichem Gehalt an Sulfiden.

Fundort: Mine Tronoh North, Distrikt Kinta (Taf. VIII, Nummer 17).

Am Aufbau des vorliegenden Gesteins beteiligen sich vorwiegend Flusspat und Chlorit.

Der Flusspat ist körnig aggregiert, durchsichtig oder, was häufiger der Fall ist, von mattweisser Farbe. Mit Flusspat ist in Schlieren und nesterartigen Putzen ein in seiner Farbe an

Serpentin erinnernder Chlorit verwachsen. Die beiden Mineralien bilden ein getigert-fleckiges, massiges Gestein. In der Chlorit-flusspatmasse liegen regellos verteilt: messinggelber Pyrit, z. T. in Form 1 mm grosser, hexaedrischer Kristalle; körnige Zinkblende, erkennbar an der braunschwarzen Farbe und dem halbmetallischen Glanz auf den Bruchflächen. Weniger häufig sind Zinnstein, Arsenkies und Bleiglanz.

Im Dünnschliff sind folgende Mineralien zu erkennen:

1. Flusspat. Zeigt ähnliche Ausbildung wie im vorhergehenden Gestein. Er enthält massenhaft in parallelen Zügen angeordnete und wegen ihrer Kleinheit meist nicht bestimmbare dunkle Interpositionen (vergl. Taf. XV a).

2. Chlorit. Bildet ein blassgrünes, schwach lichtbrechendes, schuppiges bis radialsphäritisches Aggregat.

Wo der Chlorit an Flusspat grenzt oder von letzterem umschlossen wird, da behaupten die Chloritsphärolithe ihre Form gegenüber dem Flusspat.

Bei gekreuzten Nicols erkennt man, dass das Chlorit-aggregat grösstenteils aus schwach, aber normaldoppelbrechendem Klinochlor? besteht; nur wenige Individuen zeichnen sich durch anormale, tiefindigoblaue Interferenztöne aus: Pennin?

3. Weissglimmer. Akzessorischer Begleiter von Chlorit und ähnlich aggregiert wie derselbe.

4. Zinnstein. Durchschnitte, welche auf Kristallform schliessen lassen, sind selten.

5. Sulfide. Es werden Arsenkies, Pyrit und Zinkblende beobachtet.

Entstehung. Der hohe Flusspatgehalt und das geologische Vorkommen beweisen, dass das Gestein durch weitgehende Metasomatose aus Kalksteinen entstanden ist. Charakteristisch ist der Reichtum an Chlorit. Im Gegensatz zu den vorherrschenden Gesteinen von Tronoh North, welche vorwiegend pneumatolytischmetasomatischer Entstehung sind (Gehalt an Turmalin und Granat), ist für den vorliegenden Flusspat-chloritfels eine *hydrothermalmetasomatische* Entstehung anzunehmen. Im Hinblick auf die am Granatgestein von Tronoh North (p. 229) gemachten Beobachtungen ist es denkbar, dass Chlorit und Weissglimmer teilweise auf hydrothermalem Weg auf Turmalin entstanden sind.

Sehr wahrscheinlich steht das hydrothermalmetasomatisch entstandene Gestein in einem temporalen Zusammenhang mit den pneumatolytischmetasomatisch entstandenen Gesteinen der Lagerstätte. Es dürfte sich bei dem vorliegenden Flusspat-

chloritfels um einen spät entstandenen metasomatischen Gang handeln.

2. *Erzhaltige Gesteine der in Kalkstein aufsetzenden apomagmatischen Lagerstätte Changkat Pari.*[1])

Das Erzlager von Changkat Pari (Taf. VIII, Nummer 18) besteht nach einer Beschreibung von PENROSE (Lit. 5 p. 146) aus metasomatischen, schlot- und schlauchartigen Erzkonzentrationen, welche in Kalkstein auftreten. Von PENROSE werden folgende Primärmineralien angegeben: Arsenkies, Pyrit, Kupferkies, Buntkupfererz, Zinnstein und Rhodochrosit. Limonit und Malachit sind auf den eisernen Hut beschränkt.

In Kalkstein auftretende Gangfüllung, bestehend aus Zinnstein, Sulfiden und Karbonat.

Fundort: Mine Changkat Pari bei Ipoh, Distrikt Kinta (Taf. VIII, Nummer 18).

Mineralbestand. In hellgrauem, feinkörnigem bis dichtem Kalk setzt eine unregelmässig begrenzte gangartige Masse auf. Sie besteht zum grössten Teil aus grobkörnigem, fast weissem Kalzit; die einzelnen Individuen erreichen eine Grösse von 1 cm. Arsenkies ist in vereinzelten Kristallen oder in derben, grösseren Partien ausgeschieden. Die Kristalle haben eine durchschnittliche Grösse von 2 mm und zeichnen sich durch silberweissen Glanz aus. Die messinggelben und braunen Farben weisen auf beginnende Verwitterung (Oxydation) hin. Der Habitus der Kristalle ist einfach. Sie sind in der Richtung der b-Achse verlängert; es sind folgende Flächen zu erkennen: Rhombisches Grundprisma (110) und Brachydoma (014), letzteres mit der charakteristischen Riefung nach der a-Achse. Weniger häufig als Arsenkies ist Zinnstein. Auch er erscheint in Kristallen; sie erreichen eine maximale Grösse von 3 mm, sind harzbraun gefärbt und zeigen die Flächen (111), 011) und (100). Zwillingsbildung nach (010). Der Habitus der Kristalle ist gedrungen (sächsischer Typus).

Folgendes ist der mikroskopische Befund:

1. Arsenkies. Ist bisweilen mit Zinnstein verwachsen; gelegentlich umschliesst er ihn vollständig.

---

[1]) Wir besitzen Erzproben aus der Mine Penkalan (Taf. VIII Nummer 21) und der Société des étains de Kinta bei Lahat (Taf. VIII Nummer 22), welche den Handstücken von Changkat Pari sehr ähnlich sind.

2. Zinnstein. Bildet kristallographisch begrenzte oder unregelmässig rundliche Durchschnitte. Ausgeprägte Zonarfärbung; dunkelbraun und blassgelb. Pleochroismus fehlt. Die makroskopisch scheinbar einfachen Kristalle erweisen sich häufig als mehrfach verzwillingte Individuen (vergl. Taf. XVb).

3. Chlorit. Nur in geringen Mengen nachweisbar. Bildet kleine, blassgrüne Schuppen, welche sich bei gekreuzten Nicols durch normale Farbtöne niederer Ordnung auszeichnen: Klinochlor?

4. Kalzit.[1]) Entbehrt jeglicher kristallographischer Begrenzung; Ausbildung isometrisch körnig. Polysynthetische Zwillingslamellierung nach —½R. verbreitet; die einzelnen Lamellen sind bisweilen geknickt oder verbogen. Häufig ist feines Pigment eingelagert.

Ausscheidungsfolge. Arsenkies und Zinnstein verhalten sich gegenüber dem Kalzit idiomorph (vgl. Taf. XV b). Die Auskristallisation der grobkörnigen Kalzitmasse hat also gleichzeitig mit oder nach Ausscheidung der Erze stattgefunden. Da das Nebengestein aus Kalkstein ist, so muss das *grobkörnige Kalzitaggregat des Ganges durch Rekristallisation entstanden* sein; es ist *Gangart.*

Aus Arsenkies, Buntkupfererz und Kalzit bestehende Gangstufe.

Fundort: Mine Changkat Pari bei Ipoh, Distrikt Kinta (Taf. VIII, Nummer 18).

Mineralbestand. Die Gangstufe lässt bei makroskopischer Betrachtung folgende Mineralien erkennen: Grobkörnigen Kalzit, Buntkupfererz, Kupferkies und Arsenkies. Unter den Sulfiden herrscht Buntkupferkies vor. Er ist tombakfarben, zeigt taubenhälsige Anlauffarbe und bildet z. T. derbe, z. T. feinverästelte Massen. Als untergeordneter Begleiter des Buntkupfererzes erscheint Kupferkies. Die Kupfersulfide sind stellenweise überzogen von einer dünnen Haut blaugrünen, erdigen Malachits. In Begleitung oder unabhängig von den Kupfersulfiden erscheint Arsenkies. Er ist z. T. in derben Massen ausgeschieden.

Unter dem Mikroskop sind folgende Mineralien zu beobachten:

1. Buntkupfererz. Zeichnet sich durch dunkelblaue, bronzene Reflexfarbe aus. In der unregelmässig begrenzten Masse

[1]) Wie eine chemische Prüfung ergab, durch einen kleinen Strontiumgehalt ausgezeichnet (Strontianokalzit).

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. Flusspat. 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 Rekristallisation[1]) aus Kalkstein entstanden sein.

Der Nachweis von Flusspat 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 $[CaCO_3 + H_2CO_3 \rightleftarrows H_2Ca(CO_3)_2]$ 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 Flusspatbildung in grossem Umfang stattgefunden hat, beweisen uns die oben beschriebenen flusspatreichen Gesteine von Tronoh North.