Zeitschrift: Bulletin de la Société Fribourgeoise des Sciences Naturelles = Bulletin der Naturforschenden Gesellschaft Freiburg

Herausgeber: Société Fribourgeoise des Sciences Naturelles

Band: 63 (1974)

Heft: 2

Artikel: Studien zum Rathitproblem : Rathit I und II, Liveingit : Studien über die Freiburger Binnentalsammlung VIII

Autor: Kron, Alfreda

DOI: https://doi.org/10.5169/seals-308510

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: 25.08.2025

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

Studien zum Rathitproblem

(Rathit I und II, Liveingit)

mit 5 Tabellen und 16 Listen sowie 25 Abbildungen

von Alfreda Kron
Institut für Mineralogie und Petrographie der Universität Freiburg

Bull. Soc. Frib. Sc. Nat. *63* (2), 139–247 (1974)

Inhaltsverzeichnis

Vorbemerkungen 142

Einleitung 143

1. Kapitel:

Übersicht über die historische Abklärung des Rathitproblems

a) Die ersten Rathituntersuchungen (1896–1922) 147
b) Ergebnisse der Untersuchungsperiode 1896–1922 148
c) Rathituntersuchungen nach 1922 149
d) Bemerkungen zur Meßweise und Indizierung 150
e) Erläuterungen zu den Formenlisten der nachfolgenden Kapitel 152

Anhang: Abb. 1–5; Tab. I–III 155

2. Kapitel:

Spezielle Ergebnisse an Rathit II

a) Neumessungen und Vergleiche an Rathiten II mit Kopfflächen (B 782, B 205, Ra 4, Ra 1) 168
b) Messung und Auswertung der Rathite II mit vorwiegend prismatischen Flächen; Abb. 11 172
   1. Neumessung der Kristalle B 578, B 580, B 582, B 583 172
   2. Kristalle der Fundperiode um 1960: B 800, B 801, B 802 174
   3. Weitere Kristalle – aus Cambridge Ra 7, – aus Bern A 2190 175
c) Ein Spezialfall: Ra 9; Abb. 13 176
d) Kontrolle und Neubestimmung der Fundamentalwerte von Rathit II 178

Anhang: Abb. 6–10 u. 12; Listen 1–5 181

3. Kapitel:

Tracht und Habitus der Liveingite

a) Die Abtrennung des Liveingits vom Rathit 197
b) Neu- und Erstmessungen an Liveingit C17P19a/b, C20P22, C15P17, C21P23 199
c) Diskussion der Identität von Rathit II und Liveingit 200

Anhang: Abb. 14–17; Tabelle IV; Listen 6–11 203

4. Kapitel:

Messungen an Rathit I

a) Entwicklung der Untersuchungen an Rathit I 219
b) Neu- und Erstmessungen von B 178, Ra 5, Ra 10, Ra 13; Abb. 18 ... 220
c) Neufestlegung der Fundamentalwerte von Rathit I 223
d) Makroskopischer Vergleich von Rathit I und II 223
e) Flächen außerhalb der Hauptzonen an Rathit I u. II; Abb. 19 225

Anhang: Abb. 20–23, Listen 12–16 227

5. Kapitel:

Vergleiche und Zusammenfassungen

sowie Diskussion rathitähnlicher Baumhauerite 239

Anhang: Abb. 24 und 25; Tabelle V 241

Literatur 245

Vorbemerkungen

In der Reihe «Studien zur Freiburger Binnentalsammlung» werden seit etwa 1956 im hiesigen Mineralogie-Institut Untersuchungen über die Sulfosalze des Binntals veröffentlicht. In E. NICKEL und E. NICKEL & I. SCHALLER «Die Mineralparagenese des Lengenbachs im Binnental» (1960) findet sich eine Inventarisierung der bis dahin gesammelten Kenntnisse über die sulfidische Erzparagenese des Binnentales. Hernach erschienen spezielle Untersuchungen über den Binnit (1960, 1962, 1963). Diese Reihe wird nun fortgesetzt mit der vorliegenden Arbeit über den Rathit.

Nun hat sich allerdings seit der Inventarisierung von 1960 der Stand der Untersuchungen stark geändert. Von mehreren Autoren sind neue röntgenographische Untersuchungen ausgeführt worden, besonders auch am Rathit, die das Bild jedoch eher noch komplizierter machten.

Durch diese Untersuchungen hat sich gezeigt, daß die Makrobestimmung der Rathite auch durch Kenner wie BAUMHAUER, SOLLY und LEWIS nicht immer richtig war. Dies ist allerdings sehr verständlich, da der Rathit makroskopisch keine einheitlichen Kennzeichen aufweist, sondern im Gegenteil von Kristall zu Kristall abwechslungsweise stärker dem Dufrenoysit, dem Baumhauerit oder dem Skleroklas gleicht.

Erschwerend für die Diagnose war auch, daß – obwohl seit 1896 eine große Anzahl von Rathiten untersucht wurde – die Bearbeitungen wenig aufeinander Bezug nahmen. Daher wird in der Literatur des öfteren Abklärung gefordert; so schreibt GOLDSCHMIDT 1922 (36b): «Das Formensystem des Rathit bedarf der Abklärung». 1960 äußerten NICKEL & SCHALLER: «... Im Hinblick auf diese Erkenntnisse sollten alle Rathite der Sammlungen neu untersucht werden.» NOWACKI stellt 1965 (Über neue Mineralien aus dem Lengenbach) fest: «Rathit-I und -III, bzw. -II sollten eigentlich zwei verschiedene Namen erhalten, was jetzt aber nicht mehr zu ändern ist.» – So scheint es nach wie vor sinnvoll, die Winkel- und Formenverhältnisse der Minerale in der detaillierten Art der bisherigen Studien fortzusetzen, um ein Fundament für weitere strukturelle Überlegungen zu geben.

Die vorliegende Arbeit wurde bereits 1963 begonnen. Sie beanspruchte so viel Zeit, da sie neben einem vollen Unterrichtspensum (Bezirksschule Wohlen AG) einherging und sich praktisch auf die Ferienwochen beschränkte.

Als Meßgerät diente zunächst ein älteres Zweikreisgoniometer (Fuess-Modell II), später ein neueres Modell (Stoe & Cie, Typ B). Da das letztere Gerät zunächst dem Kloster Disentis gehörte, wurden die Messungen z. T. dort durchgeführt, später – nach Übernahme des Gerätes durch das Mineralogische Institut Fribourg – an meinem Wohnsitz in Wohlen.

Durch diese äußeren Umstände, aber auch durch die Suche nach neuerem Material, ging viel Zeit verloren (vgl. auch die Bemerkungen in der Einleitung).

Danken möchte ich dem Kloster Disentis für die Gerätebenutzung, Herrn Dr. Stefan Graeser, Basel, für röntgenographische Identifikationen vor der jeweiligen Einmessung, sowie dem Regierungsrat in Aarau für die Gewährung eines viermonatigen Urlaubs zum Abschluß der Arbeit. Ebenso danke ich Herrn Prof. E. Nickel für die Hilfe, die mir bei der Durchführung der Arbeit gewährt wurde.

Einleitung

Die makroskopische Erkennung des Rathit ist schwierig und stets unsicher; anfangs hat man ihn vom Dufrenoysit, der 1845 als neues Mineral bekannt wurde, nicht unterschieden. Aber später stellte man fest, daß viele Dufrenoysite vom Normaltyp abweichen. BAUMHAUER sicherte 1896 die Eigenständigkeit eines Teils der für Dufrenoysite gehaltenen Kristalle und nannte das neue Mineral Rathit. Nun zeigte es sich, daß auch innerhalb der Rathite Unterschiede auftreten. Auf Grund röntgenographischer Untersuchungen hat man später drei Varianten unterschieden. Wir bescheiden uns hier auf die Abtrennung von Rathit I und II, wie sie durch BERRY 1953 durchgeführt wurde und haben geprüft, *wie sich die beiden Abarten makroskopisch unterscheiden.*

Da sich später die Identität von Rathit II und Liveingit herausstellte, die auch wir bestätigen, gebührt eigentlich die Priorität dem Namen Liveingit, und Rathit II wäre zu streichen; doch wollen wir entsprechend dem Forschungsstand, wie er zur Zeit des Beginns dieser Arbeit war, von Rathit I und II ausgehen und dann erst die von jeher als Liveingit angesprochenen Kristalle hinzunehmen.

Merkwürdigerweise ist die röntgenographisch ermittelte Elementarzelle des monoklinen Minerals Rathit (pseudo)-orthogonal, obwohl die Makrokristalle eine Tracht entwickeln, die man mit einem Winkel ß

von ca. 100° indiziert. Doch werden wir uns in dieser Arbeit mit einer Diskussion der speziellen Röntgenuntersuchungen *nicht* befassen. Dieser zweite Schritt überschreitet den Umfang dieser Arbeit, doch hoffen wir, durch diese Studie so viele Anhaltspunkte für eine Weiterverfolgung zu vermitteln, daß sich das Problem der Rathite auch strukturell besser verstehen läßt.

In der Freiburger Sammlung lagen 25 mit Rathit etikettierte Kristalle vor. Neun davon wurden als für unsere Messungen geeignet angesehen, doch zeigte sich, daß drei davon keinen Rathit darstellten und daß von den verbleibenden sechs nur drei mit brauchbaren hkl-Flächen versehen waren. Daraufhin wurde versucht, weiteres Material zu besorgen. Aus den Sammlungen der Universitäten Bern, Genf und Zürich konnte nur ein Kristall, nämlich (A 2190) aus der Sammlung Bern, in diese Arbeit einbezogen werden. So mußte man sich endlich entschließen, weiteres Material aus der Sammlung der Universität Cambridge heranzuziehen. Es handelt sich dabei um Originalmaterial der englischen Hauptbearbeiter SOLLY und LEWIS, doch mußte viel Material ohne Etiketten durchgesehen werden. Von den 14 ausgewählten Kristallen erwiesen sich sieben röntgenographisch als Rathite. Der Rest waren Dufrenoysite, Skleroklase und Jordanit. – Auch die Sammlung des Naturhistorischen Museums von London, die wir ebenfalls durchsehen durften, konnte uns kein weiteres brauchbares Material liefern. Wir danken an dieser Stelle herzlich Herrn MacKie, Department of Mineralogy and Petrology der Universität Cambridge (England), sowie Herrn Dr. Embry vom British National Museum in London für ihre wertvolle Unterstützung.

Überraschend war nun, daß die Röntgenuntersuchungen sowohl beim Freiburger wie beim Cambridger Material überwiegend Rathit II ergaben, wie dies Tabelle I (Ende des 1. Kapitels) zeigt. Aus ihr geht auch hervor, daß vor allem die Skleroklase und Dufrenoysite wie Rathite aussehen können.

Die Kristalle der Freiburger Sammlung sind zum Teil auch schon von BAUMHAUER bearbeitet worden; über sieben davon hat er publiziert. Es sind dies B 580, B 581, B 582, B 583, B 578, B 742, B 782. Ebenso ließ sich feststellen, daß es sich bei Ra 4 und Ra 13 um von LEWIS bearbeitete Kristalle handelt.

Die synoptische Betrachtung der bisherigen Arbeiten zusammen mit den neuen Messungen zeigt, daß *nach Vereinheitlichung in der Aufstel-*

lung (mehrfache Umindizierung war notwendig!) die Meßresultate der verschiedenen Bearbeiter nur geringe Differenzen aufweisen und sich im wesentlichen gegenseitig ergänzen. Ebenso wird deutlich, daß die sechs Rathitzeichnungen (eine von BAUMHAUER, fünf von SOLLY) sowie eine spätere von LEWIS im wesentlichen immer wieder übernommen wurden, ohne daß neue Erkenntnisse dazukamen.

Zusätzlich wurden fünf als «Liveingit» etikettierte Kristalle der Cambridge'Sammlung vermessen. Es handelt sich hier um äußerst seltene Kristalle eines so benannten Minerals, das nach Röntgenuntersuchungen (NOWACKI) dem Rathit II entspricht. Wir können zeigen, daß dies auch die Makromessungen nahelegen. Wegen der Priorität der Namen sollten also die Rathit II-Kristalle als Liveingit bezeichnet werden.

1. Kapitel

Übersicht über die historische Abklärung des Rathitproblems

Die Tabellen und Listen sind jeweils am Schluß der Kapitel gesammelt. Tabelle I stellt das Untersuchungsmaterial zusammen. Tabelle II gibt Auskunft über die Eigenschaften des Rathit in der zeitlichen Reihenfolge ihrer Feststellung. Aus ihr geht hervor, wie die einzelnen Autoren die Orientierung der Kristalle vorgenommen haben, wie sie die Achsenabschnitte bestimmten und welche Besonderheiten sie erwähnten. Die Tabelle zeigt zugleich, daß in den jüngeren Jahren fast nur röntgenographische Untersuchungen erfolgten.

Die chemischen Analysen sind in Tabelle II nicht aufgeführt. Eine Übersicht findet man in den Studien zur Freiburger Binnentalsammlung I. Lediglich die neueren Analysen seit 1960 sind in einer eigenen Aufstellung (Tabelle III) zusammengefaßt.

a) Die ersten Rathituntersuchungen (1896–1922)

1857 analysierten Nason & Uhrlaub zwei «Arsenomelane», und man stellte später fest, daß diese Kristalle besser zu Rathit als zu Dufrenoysit passen würden.

1896 – im gleichen Jahre, in dem er seine Lehrtätigkeit an der Universität Freiburg antritt – untersucht Baumhauer das beschriebene Material, findet eindeutig, daß es sich nicht um Dufrenoysit handelt und gibt der neuen Kristallart den Namen seines Lehrers Gerhard vom Rath, also Rathit.

Neben ihm waren es besonders Solly und Lewis, Professoren der Universität Cambridge, die sich immer wieder der Untersuchung der Rathite widmeten. Zunächst orientierte jeder seine Kristalle anders, bis Solly schließlich – abermals unabhängig von Lewis – zur gleichen Annahme wie dieser kommt, daß Rathit nämlich am besten in das monokline System eingeordnet wird.

1904 wird der Rathit in Hintzes «Handbuch der Mineralogie», Band 1, unter der «Gruppe der intermediären Sulfosalze» aufgeführt. Von nun an übernehmen Lehrbücher teils die Aufstellung Baumhauers, vor allem aber diejenige Sollys und Lewis'. Obwohl bereits 1903 Solly zur Überzeugung kommt, daß Rathit monoklin ist, die besten damaligen Kenner dieser Kristallart also übereinstimmen, ist

es interessant zu sehen, daß bis 1960 gewisse Lehrbücher stets von neuem die rhombische Aufstellung vorziehen.

Immer wieder wird von Kennern auf die Schwierigkeit der Identifizierung der Rathite hingewiesen; so schreibt SELIGMANN im Oktober 1898 an BAUMHAUER (zitiert nach Studien zur Freiburger Binnentalsammlung I): «... Einige Stufen, die ich als Rathit mitgenommen hatte, hielten auf dem Goniometer dieser Annahme nicht stand, sondern erwiesen sich als Skleroklas, allerdings in einer Ausbildung, die durch das gänzliche Fehlen der Pyramiden und durch die tafelige Ausbildung sich von der gewöhnlichen Form unterscheidet. Eine einzige Stufe mit einem Kristall mit verkümmerter Endigung ließ Messungen an unzweifelhaftem Rathit zu, ...».

In neuester Zeit meint GRAESER (1965): «Die beiden Rathite (gemeint sind Rathit I und II) gehören zu den am schwierigsten zu identifizierenden Mineralien des Lengenbaches».

In einigen Fällen konnte, wie schon erwähnt, festgestellt werden, welche Exemplare von den damaligen Spezialisten bearbeitet worden waren, besonders deshalb, weil Beobachtungsjournale von BAUMHAUER erhalten geblieben sind. BAUMHAUER bezeichnet die publizierten Kristalle mit I bis VI (B 782, B 582, B 742, B 578, B 580, B 581).

Zu den fünf schon genannten Zeichnungen von SOLLY und einer Rathit-Skizze von BAUMHAUER (B 782 in rhombischer Aufstellung) tritt neun Jahre später noch eine Zeichnung von LEWIS. Es ist der von uns als Ra 13 bezeichnete Kristall.

Bemerkenswerterweise schreibt BAUMHAUER bei Kristall B 204 «... B 204 wohl Rathit», oder «hier könnte an Rathit gedacht werden», oder «vielleicht Rathit». Tatsächlich erwies sich während der vorliegenden Arbeit B 204 als Baumhauerit.

SOLLY berichtet summarisch von ungefähr 25 Messungen, zu denen die Kristalle von uns aber nicht ermittelt werden können.

LEWIS veröffentlicht Meßresultate an acht Kristallen, von denen drei wie folgt identifiziert werden:

LEWIS:	VI	VII	VIII
KRON:	Ra 4	R 13	B 782

b) Ergebnisse der Untersuchungsperiode 1896–1922

In Abbildung 1 ist (nach dem Stand der eigenen Untersuchungen) der Kopf eines Rathitkristalls gezeichnet. Die Riefung wird vertikal gestellt und die großen «Dachflächen» werden als (h01) angenommen. Die

Kante zwischen (h01) und ($\bar{h}$01) bestimmt die b-Achse; die a-Achse läuft keiner markanten Kante parallel. – Immer ist die {100} als Hauptform entwickelt, während anstelle des seitlichen Pinakoids Riefungen von hk0-Flächen auftreten.

Die von Abb. 1 abweichenden historischen Aufstellungen ergeben sich aus den Abbildungen 2–5.

Abbildung 2 zeigt die rhombische Indizierung in der Aufstellung nach BAUMHAUER. Die Literatur enthält eine Skizze mit Indizierung und eine Flächenliste. Aus ihr wurde die Projektion konstruiert (mit zentralausstechender a-Achse).

Abbildung 3 zeigt die Aufstellung nach SOLLY. Der abgebildete Quadrant der Projektion ist seiner Arbeit (132 a_1–c) entnommen; die c-Achse steht im Mittelpunkt der Projektion. Die von uns zugeordnete Skizze SOLLYS (sein Typ I) ist dort mit einigen wenigen Indizes versehen.

Abbildung 4 gibt die erste Darstellung eines Rathitkristalls in monokliner Orientierung wieder. Sie wurde nach LEWIS' Publikation von 1910 (83 j) von uns angefertigt. LEWIS nannte diese Kristallart «Wiltshireit» und vergleicht sie mit SOLLYS Rathit-α; es handelt sich dabei wahrscheinlich um einen unverzwillingten Rathit II. Bei LEWIS fehlt ein Skizze des Kristalls.

Abbildung 5 schließlich zeigt eine Zusammenstellung der Meßwerte nach LEWIS. Die Projektion wurde gegenüber der Literatur verändert, so daß nun (wie bei SOLLY) die c-Achse in der Projektionsmitte aussticht; es handelt sich um eine Zusammenfassung von Messungen an mehreren Kristallen.

c) Rathituntersuchungen nach 1922

Die bis 1922 vorliegenden Meßergebnisse werden in der Folge meist ohne Neubearbeitung übernommen. Nun aber treten die Röntgenuntersuchungen hinzu. Das Gitter wird von einem Teil der Autoren zu Raumgruppen der Klasse 2/m gestellt. Andere nehmen eine Hemiedrie an, wonach die Klasse nur 2 heißen würde; im Diskontinuum ist diese Digyre eine Schraube 2_1. Die pseudorhombische Gestalt der Elementarzelle wurde schon erwähnt und die Verwunderung von BERRY

über die Diskrepanz zwischen den makrokristallographischen und röntgenographischen Untersuchungen vermerkt.

Wenn lediglich eine Digyre vorliegt, fallen Prismen bei den Formen aus; es verbleiben Sphenoide, Pinakoide und Pedien [1]. An dieser Stelle sei darauf hingewiesen, daß bei Errechnung des Achsenverhältnisses für die Flächen auf der rechten und linken Kristallseite zwar kleine, aber erfaßbare Abweichungen auftreten.

Man sieht, daß auch nach Feststellung der Zelldimensionen und der Raumgruppe noch immer Fragen bleiben. Möglicherweise muß man annehmen, daß die Kristalle triklin sind, es sei denn, das Problem lasse sich durch erneute Diskussion der Zwillingsbildung entschärfen.

d) Bemerkungen zur Meßweise und Indizierung

Neben einer Unzahl von Prismenflächen (hkO) sind ausgebildete Kopfflächen an Rathit-Kristallen äußerst selten. Auch dort, wo «schöne Flächen» auftreten, sind diese häufig so stark angelaufen, daß sie keine brauchbaren Signale liefern.

Üblicherweise erfolgt nach genügender Einmessung die Bildung von Mittelwerten, und dann werden die entsprechenden Formentabellen erstellt. Diese im Prinzip einfache Prozedur stößt allerdings dort auf Schwierigkeiten, wo – wie in unserem Falle – von vorneherein nicht abzusehen ist, welche der Flächen nur vizinalen Charakter tragen, und weil die (theoretisch zu erwartende) Übereinstimmung in den Winkelwerten *für gleiche Formen* an verschiedenen Kristallen faktisch nicht besteht.

Es wurde daher von jedem Kristall auf Grund der Meßwerte zunächst eine stereographische und gnomonische Projektion gezeichnet und dann versucht, eine vergleichende Betrachtung der Formenentwicklung durchzuführen. Diese zeigte, daß man schlußendlich davon auszugehen hat, daß das Mineral Rathit abgesehen vom Pinakoid {100} die Formen {011} und {111} entwickelt, und daß in manchen Fällen eine Form nahe dem Projektionsort von (001) auftritt.

[1] Im folgenden wird aber hiervon abgesehen und die Flächen sind zu «Prismen» zusammengefaßt. Mit «Prismenzone» *allgemein* sind alle Flächen des «aufrechten Prismas» {hkO} gemeint.

Von dieser Grundannahme aus wird man die Metrik des Rathit so *mitteln,* daß sich ein gnomonisches Netz aus den Flächen (001), (011), (101) und (111) entwickeln läßt. Weichen am Kristall wichtige Flächen von dieser idealen Lage der gnomonischen Masche etwas ab, so wird diese Abweichung für die definitive Zusammenstellung der Formen vernachlässigt.

Bei genauer Kontrolle der publizierten Daten stellt man fest, daß faktisch auch bisher schon in dieser Weise für jeden gemessenen Kristall «individuell» indiziert wurde; anders sind die Literatur-Daten nicht zu verstehen. Dies bedeutet auch, daß man bei Flächen mit *mehr* als nur vizinalem Charakter die zu hohen Indizes immer schon auf die nächstliegenden kleinziffrigen Indizes korrigiert hat. – *Unsere* Projektionen enthalten jeweils die Positionen der korrekten Meßwerte, aber die (aus der Gesamtheit der Kristalle) approximierten Indizes.

Betrachtet man die in der Literatur angegebenen Indizierungen, und vergleicht man die gemessenen Werte mit den gemittelten, so ergibt sich, daß in fast allen Fällen aus Gründen der «Indexverschönerung» (kleinere Indizes) in *ungleicher* Weise approximiert wurde; die Autoren sahen, daß sowohl eine strenge Ausrechnung der Meßdaten eines einzelnen Kristalles, als auch die Mittelung der Werte von verschiedenen Kristallen zu unbefriedigenden Ergebnissen führten. Man ist daher gezwungen, mehrfach von den gegebenen φ-, ρ- Werten (bzw. tg ρ – Werten) auf Indizes umzurechnen und hernach zu probieren, mit welchem Achsenverhältnis sich optimale Indizes ergeben.

Hierbei zeigt sich sofort, daß man nur dann niedrig indizierte Formen erhält, wenn man in einem gewissen Spielraum das Achsenverhältnis etwas variiert. Freilich läßt sich diese Prozedur nur durchführen, wenn man eine große Zahl von Flächen in der gleichen Zone hat und genügend detaillierte goniometrische Messungen zur Mittelwertbildung vorliegen.

Aus der Literatur geht nicht hervor, von welcher Flächenmannigfaltigkeit her die Vereinheitlichungen vorgenommen worden sind. Wir stellen jedenfalls fest, daß zwar der Gesamtverband unserer Messungen etwa mit dem der Literatur übereinstimmt, daß jedoch ganz offensichtlich nicht immer die gleiche Fläche für eine niedrig indizierte gehalten wurde.

Man versteht, daß bei solchen Unsicherheiten ausführliche Neumessungen notwendig waren. Erst auf Grund des kompletten Flächenbestandes ließen sich die vizinalen Flächen von den anderen wirklich absondern. Dies ändert im Endergebnis zwar wenig an den kalkulierten Literaturdaten, im Grunde aber war deren Sicherheit nicht so groß, daß man sich in kritischen Fällen darauf verlassen konnte. Da es uns aber darum ging, makroskopisch gleich aussehende Kristalle zu unterscheiden (Rathit I und Rathit II) und nur verschieden *benannte*

Kristalle zusammenzufassen (Identität von Rathit II mit Liveingit), waren die relativ umfangreichen Messungen und die vergleichenden Kalkulationen auf der Basis eines «mittleren Achsenverhältnisses» unumgänglich.

e) Erläuterungen zu den Formenlisten der nachfolgenden Kapitel

Bei den bisherigen Messungen wurde davon ausgegangen, daß der Kristall, wenn schon nicht rhombisch, so doch monoklin-holoedrisch entwickelt ist. [1] Nach den röntgenographischen Daten ist aber lediglich eine Symmetrieachse vorhanden, so daß zwar die Flächen (hkO) und ($\bar{h}$kO) zur gleichen Form gehören, nicht aber (hkO) und (h$\bar{k}$O). Sofern die Messungen an Kristallen stattfanden, bei denen alle vier Quadranten erfaßt wurden, spielt dieses Problem keine Rolle, anders steht es, wenn an Bruchstücken gemessen wird. Nun zeigen aber die früheren Aufstellungen und Umstellungen, daß offenbar keine merklichen Variationen zwischen den Quadranten bestehen. Daher glaubten wir uns berechtigt, bei Zusammenfassungen nach wie vor die Formen der Zone [001] auf einen einzigen Quadranten zu reduzieren. *Bei der Wiedergabe der Einzelmessungen* hingegen sind die jeweiligen Flächen im betreffenden Quadranten eingetragen.

Die Bezeichnungen Haupt- und Vizinalflächen beziehen sich auf die Indizierbarkeit, da hinsichtlich der Größe und der Signalgüte auch hoch zu indizierende Flächen besser sein können als solche mit einfachen Indizes. – Als Hauptflächen werden alle jene bezeichnet, die entweder einfache Indizes haben oder aber *nicht vizinal* zu einer niedrig indizierten Fläche liegen. Als Vizinalflächen verbleiben somit solche, die durch kleine Änderungen der Proportionalität in eine *vorhandene* niedrig indizierte Fläche übergeführt werden können. – Man betrachte z. B. die Zonenabfolge

[1] Die metastabile monokline Modifikation einer Kristallart mit Anorthitchemismus, synthetisiert von Takeuchi und Haga, Klasse 2, Raumgruppe P 2_1 (Z. Krist. 137, S. 380; 1973), zeigt – wie unser Rathit – eine rhombische Pseudosymmetrie (Zellkonstanten: a_0 = 8,23; b_0 = 8,62; c_0 = 4,83; β = 90,00).

Die *Pseudo*symmetrie bezieht sich auf Klasse mmm, bzw. Raumgruppe P mnn. Im Falle des $CaAl_2Si_2O_8$ läßt sich die Abweichung von der rhombischen Symmetrie durch die «nahezu vollständige Ordnung der Al- und Si-Verteilung erklären». Die gefundene monokline Phase entspricht dem «rhombischen $CaAl_2Si_2O_8$ von Davis und Tuttle».

	h	k	l	h/k
	13.	48.	0	0,275
(5.17.0)	5.	17.	0	0,29
	3.	10.	0	0,30
(1 3 0)	5.	15.	0	0,33

Hier ist unabhängig von (130) auch die Fläche (5.17.0) als Hauptfläche zu bezeichnen, da sie selber von Vizinalen flankiert ist. Würde die (3.10.0) fehlen, so müßte man überlegen, ob nicht auch (5.17.0) vizinal auf die (5.15.0) = (1 3 0) zu beziehen ist.

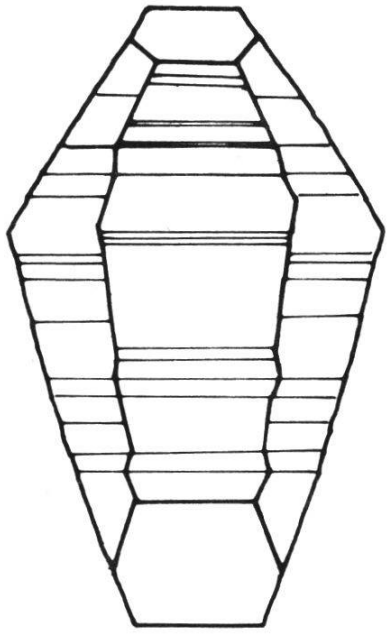


Abb. 1

Rathitkopf in heutiger Aufstellung

Aus den Eigenarten verschiedener Kristalle zusammengestellte Ausbildung eines "idealen" Rathitkopfes. Die c-Achse steht senkrecht auf der Zeichenebene. Der etwas wellige Umriss ist durch die der c-Achse parallele Riefung bedingt. Die Kristalle sind durchweg nach b schmäler als nach a. Das Pinakoid {100} ist gut entwickelt.

In den Tabellen zu den einzelnen Kristallen sind, wie schon erwähnt, die tatsächlich gemessenen und gemittelten Winkelwerte mit ihrer Poldistanz ρ und Nullmeridiandistanz φ eingetragen.

Bei den Poldistanzen ρ des aufrechten Prismas handelt es sich entweder um einen tatsächlich gefundenen ρ-Wert von $90^{\circ}0'$ oder aber um einen wenig davon abweichenden korrigierten Wert. Deshalb wurde bei allen Prismen- und Pinakoidflächen von der Angabe ihrer Poldistanz abgesehen.

Da es sich bei den (hk0)-Werten um gemittelte Winkelwerte aller vier Quadranten der stereographischen Projektion handelt, wurden sie nicht durch die übliche Nullmeridiandistanz φ angegeben (also mit Winkelwerten von 0° bis 360°), sondern durch den Komplementwinkel ε' eines jeden Winkels φ im entsprechenden Quadranten. Deshalb bedeutet

ε' = Winkel zwischen den Grosskreisen (001)/(100) und $(001)/(h\underline{k}0)$, bzw.
und $(001)/(\underline{h}\underline{k}0)$, bzw.
und $(001)/(\underline{h}k0)$, bzw.
und $(001)/(\bar{h}k0)$.

Durch diese Art der Winkelangabe wurde auch eine bessere Vergleichsmöglichkeit zu den bisherigen Literaturangaben erzielt.

Abb. 2

Eingetragen sind die von Baumhauer gemessenen Flächen am Kristall B 782, publiziert in (4 f). Auch die Skizze des Kristalls wurde derselben Arbeit entnommen. Baumhauer schreibt "links bei d die feine Streifung".

Baumhauer orientiert seinen Kristall rhombisch so, dass er die am stärksten besetzte Zone parallel zur b-Achse wählt, wodurch er hauptsächlich h01-Flächen erhält. Eine an allen Kristallen ausgezeichnet ausgebildete Fläche wird bei ihm zu (001).

Interessant scheint, dass er zu dieser Aufstellung gelangt, obwohl er weder eine Fläche (100), noch (010) fand. Für den Winkel zwischen den Flächenpolen (001) und (011) berechnete er 46°36 3/4', was grosse Aehnlichkeit mit dem entsprechenden Winkel an Dufrenoysit hat.

Abb. 3

Sollys stereographische Projektion zeigt den Rathit ebenfalls in rhombischer Orientierung. In diesem Falle sind nicht die Flächen eines Einzelkristalls erfasst, vielmehr gibt Solly alle Flächen nur in einem Quadranten an, die dann gemäss der rhombischen Symmetrie zu Formen in allen anderen Quadranten ergänzt werden müssen. - Auch einige Vizinalflächen wurden eingetragen.

Die Skizze (Sollys Typ I) wurde von uns dieser Projektion zugeordnet.

Solly wählt die Richtung der Streckung als c-Achse. Er dreht also Baumhauers Aufstellung um die a-Achse um 90°, so dass gilt:

	a-Achse	=	a-Achse	
Baumhauer	c-Achse	=	b-Achse	Solly
	b-Achse	=	c-Achse	

Abb. 4

Nach Lewis' erster Publikation über Rathitkristalle angefertigte stereographische Projektion. Es ist die erste Darstellung eines Rathitkristalles in monokliner Aufstellung. Der Kristall hierzu konnte nicht identifiziert werden; es war vermutlich ein Rathit II.

Abb. 5

Diese stereographische Projektion stellt - in monokliner Orientierung - eine Zusammenfassung aller von Lewis an Rathit-Kristallen gefundenen Formen dar.

Interessant scheint, dass die Projektion ein so "sauberes", einheitliches Bild liefert, trotzdem sie sowohl Rathit I wie auch Rathit II enthält, was abermals deutlich macht, wie gering die Unterschiede zwischen diesen beiden Kristallarten sind.

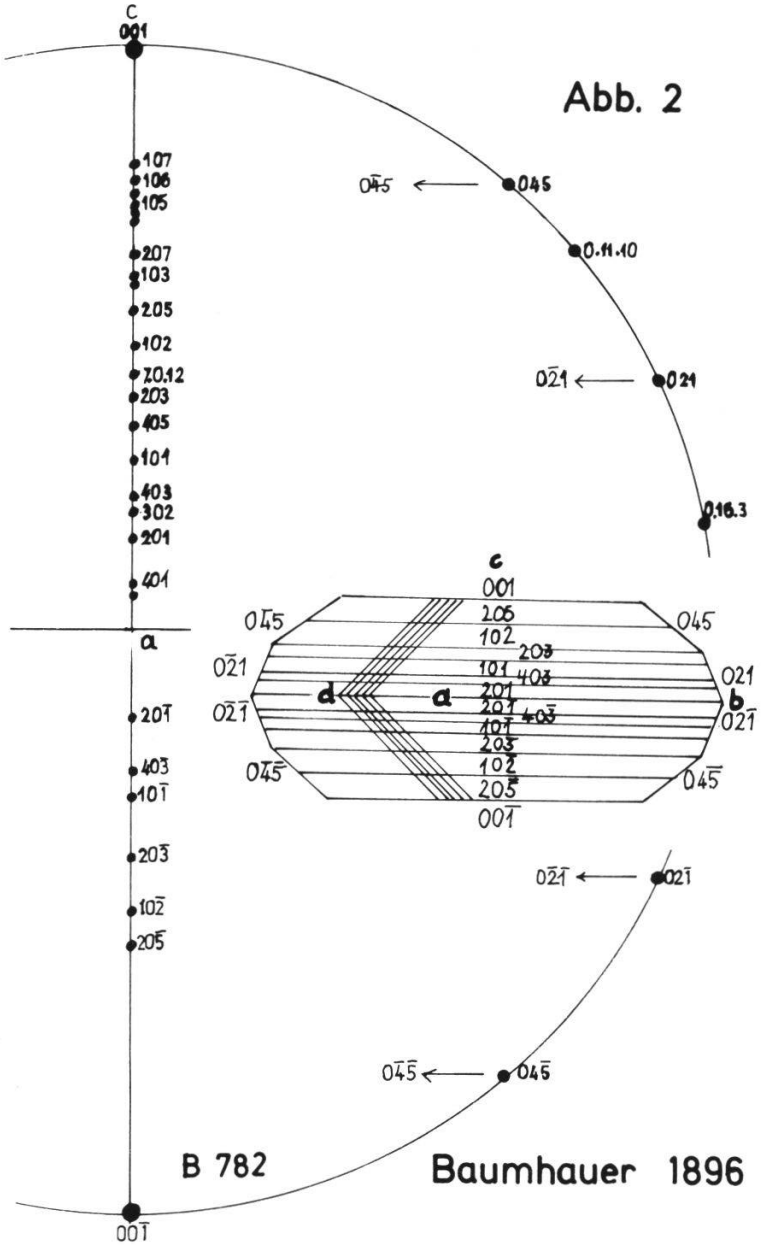


Abb. 2

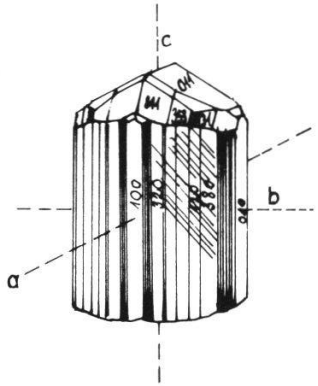
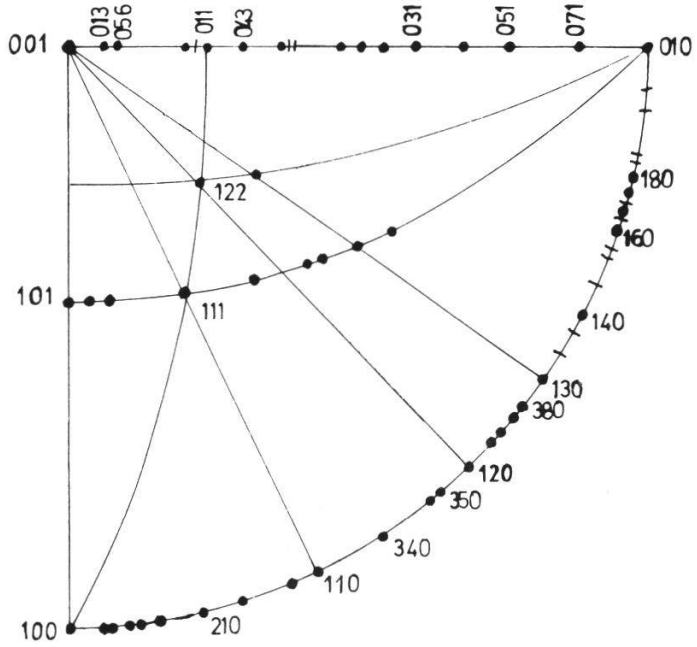


Abb. 3

Solly
1902



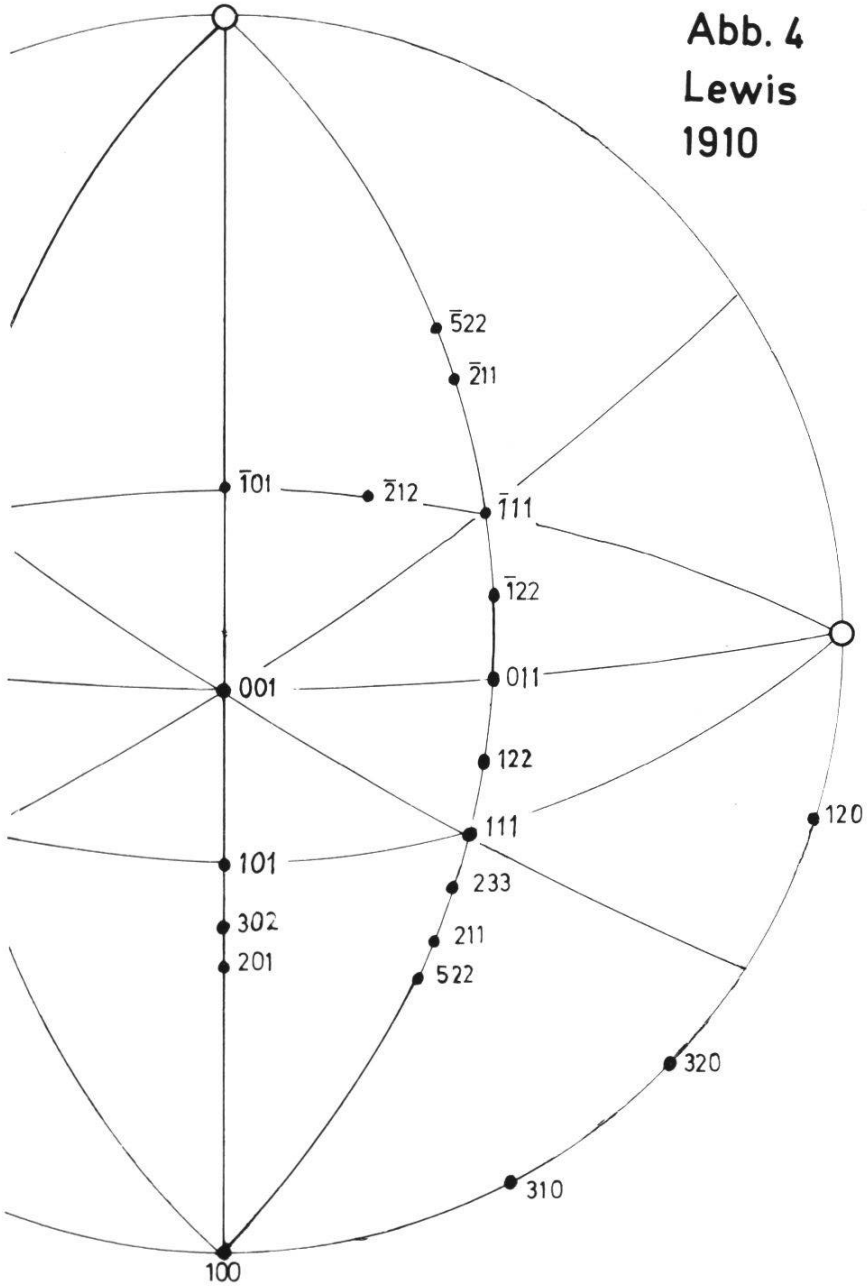


Abb. 4
Lewis
1910

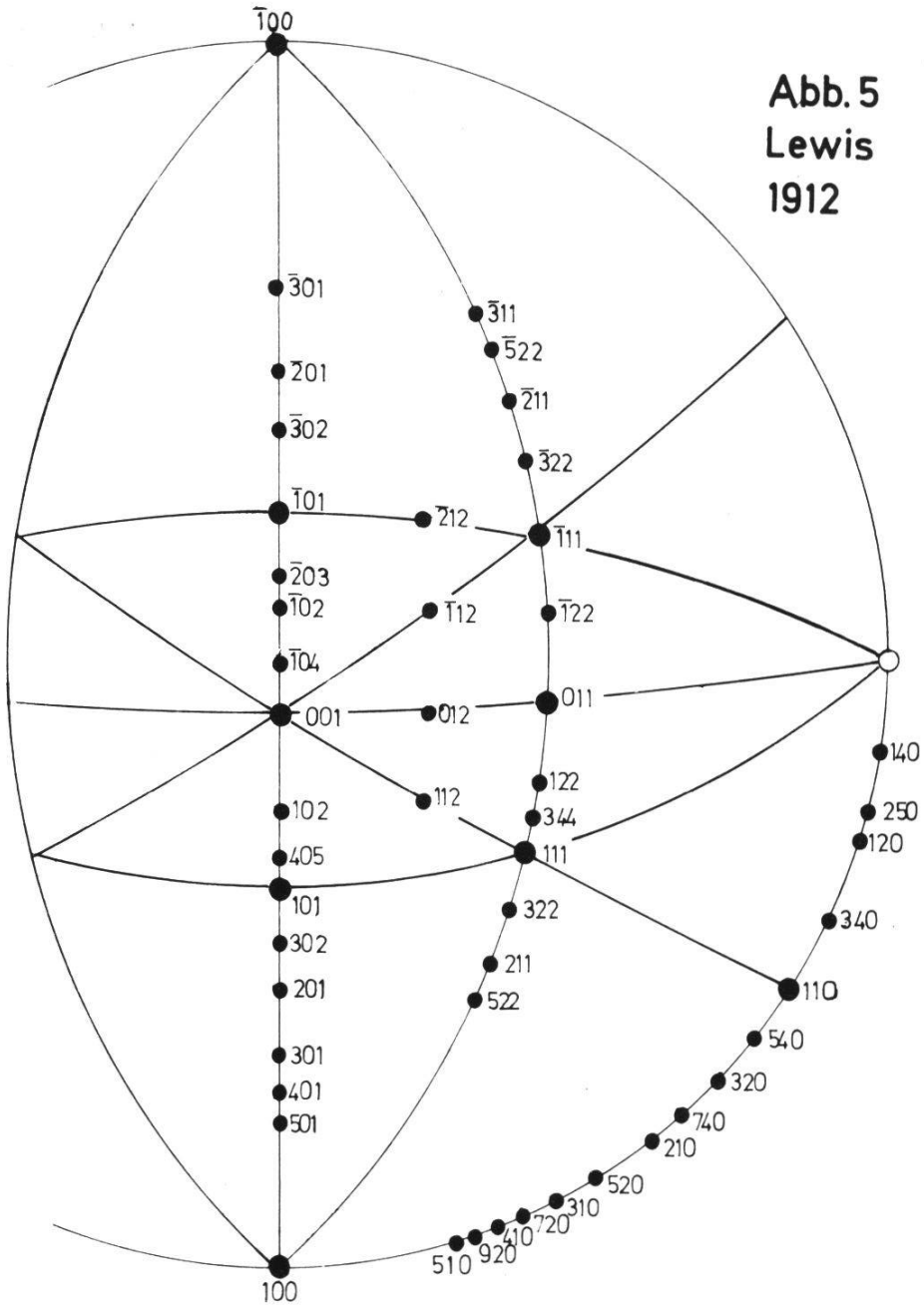


Abb. 5
Lewis
1912

TABELLE I

a) Die Rathite der Freiburger Sammlung

Aus den frühesten Ausbeutezeiten besitzt die Freiburger Sammlung 21 Kristalle. Die Abkürzungen neben der Kristallnummer beziehen sich auf die Kartei der Freiburger Sammlung und bedeuten:

B = Binnentalsammlung
f = (fest) aufgewachsener oder aufgeleimter Kristall
l = loser Kristall, Kristallsplitter
uwM = am Handstück sind noch weitere Minerale
RH = Probeentnahme von Rösch und Hellner (vgl. auch Lit. 112)
NK = Probeentnahme von Nowacki und Kunz (vgl. auch Lit. 158)

B 77 (f); B 111 (f) + (l); B 123 (f); B 128 (l); B 135 (f),(uwM); B 143 (f),(uwM); B 178 (f); B 204 (f); B 205 (f); B 318 (f)(NK); B 578 (f); B 579 (f),(uwM); B 580 (f); B 581 (f); B 582 (f)+(l); B 583 (f); B 602 (f),(uwM); B 742 (f); B 782 (l).

Der Dufrenoysit B 79 erwies sich nach RH als Rathit.

b) Zusammenstellung der untersuchten Kristalle

Freiburger Sammlung

Rathit II mit hkl-Flächen	B 782, B 205
Rathit II vorwiegend mit prismatischen Flächen	B 578, B 580, B 582, B 583, B 800, B 801, B 802.
Rathit I mit hkl-Flächen	B 178
* Rathitartiges Aussehen	B 204 (Baumhauerit/Skleroklas) B 128 (Baumhauerit)

Cambridger Sammlung("Ra" von uns eingeführt)

Rathit II mit hkl-Flächen	(als"Wiltshireite" etikettiert) Ra 4
Rathit II mit hkl-Flächen	(ohne Etikett) Ra 1, Ra 9
Rathit II vorwiegend mit prismatischen Flächen	(ohne Etikett) Ra 7
Liveingit	C 17 P 19 a) (=kleiner Kristall), b)(= grösserer Kristall), C 20 P 22; C 21 P 23; C 15 P 17.
Rathit I mit hkl-Flächen	(als Rathite-α or Wiltshireite etikettiert) Ra 13
Rathit I mit hkl-Flächen	(ohne Etikett) Ra 5; Ra 10
* Rathitartiges Aussehen	weitere Kristalle (ohne Etikett). Laut Röntgenbefund Dufrenoysite, Skleroklas und Jordanit ; nicht vermessen.

Berner Sammlung

Rathit II vorwiegend mit prismatischen Flächen A 2190

TABELLE II

JAHR	AUTOR	MAKRO-KRISTALLOGRAPHISCHE UNTERSUCHUNGEN			NAME
		Kristallsystem	Winkel β	Achsenverhältnis	
1857	Uhrlaub und Nason				Arsenomelan
1896	Baumhauer	rhombisch		0,668099:1:1,057891	Rathit
1898	Groth	rhombisch (übernimmt Baumhauer)			Rathit
1902	Solly	rhombisch		0,4782 : 1 : 0,5112	Rathit
1904	Hintze	rhombisch (übernimmt Solly)		0,4782 : 1 : 0,5112	Rathit
1905	Baumhauer	rhombisch (bestätigt seine Angaben von 1896)			
1909	Desbuissons	monoklin monoklin	$81^{\circ}11'$ $89^{\circ}40'$		Rathit-α Rathit-β
1910	Lewis	monoklin	$100^{\circ}44'$	1,587 : 1 : 1,070	Wiltshireit
1911	Solly	monoklin (hält ihn für monoklin seit 1903)			Wiltshireit= =Rathit = =Rathit-α
1912	Lewis	monoklin	$79^{\circ}16'$	1,5869 : 1 : 1,0698	Wiltshireit f.unverzwillingte = = Rathit für verzwillingte
1921	Groth und Mieleitner	rhombisch-dipyramidal		0,4782 : 1 : 0,5112	Rathit vielleicht davon verschieden ist Wiltshireit (Rath.α)
1922	Goldschmidt	monoklin	$100^{\circ}44'$	1,5869 : 1 : 1,0698	Rathit Wiltshireit

	ZWILLINGSGESETZE	ROENTGEN = UNTERSUCHUNGEN		BEMERKUNGEN
		ZELLELEMENTE	RAUMGRUPPE	
	gibt noch keine an			
	erwähnt nichts			
	Zwillingsebene (074) " (0.15.1)			Die Flächen (074) und (0.15.1) sind nicht an jedem Kristall entwickelt
	nach (074) in Lamellen " (0.15.1) in Juxtaposition			(074) und (0.15.1) nur als Zwillings-, nicht als Kristall-Flächen
	dichte Zwillingsstreifung nach Orthodoma $\bar{P}$			
	keine Zw.-streifung viele,feine Zw.streifen			
				erwähnt nur starke Streifung // der Stengelachse
	$(100)_{Lewis} = (010)_{Solly}$ ist Zwillingsebene			(522) Lewis = $(31\bar{1})$ Solly (302) Lewis = $(20\bar{1})$ Solly in Zwillings-Orientierung
	wahrscheinlich Zwillingslamellierung // zu (100)			
				"Die Identifikationen geschahen n.d. Annahmen v.Solly (Min.Mag.1901, 13, 78) und Lewis (Min.Mag. 1911, 16, 204). Das Formensystem des Rathit bedarf der Abklärung".

JAHR	AUTOR	MAKRO-KRISTALLOGRAPHISCHE UNTERSUCHUNGEN			NAME
		Kristallsystem	Winkel β	Achsenverhältnis	
1928	Weber	hypotetragonal-tafliger Typus		0,9355 : 1 : 5,8686 (durch Transformation aus Solly)	Rathit
1929	Dan Giuscă	rhombisch		0,4782 : 1 : 0,5112	Rathit
1934	Bader	rhombisch und monoklin	$100^{\circ}44'$	0,4782 : 1 : 0,5112 1,5869 : 1 : 1,0698	Rathit verzwillingt Rathit-α = Wiltshireit unverzwillingt
1934	Ferrari e Curti	führt Baumhauer, Solly und Lewis auf			
1940	Peacock und Berry				Rathit = Wiltshireit
1940	Niggli	rhombisch, an sich monoklin			Rathit Rathit-α Wiltshireit
1946	Dana	monoklin prismatisch - 2/m	$98^{\circ}43\frac{1}{2}'$	3,1544 : 1 : 1,0698	alle drei Namen
1949	Strunz	rhombisch-dipyramidal		0,4782 : 1 : 0,5112	Rathit
1950	Ramdohr	rhombisch		0,478 : 1 : 0,511	Rathit
1953	Berry	monoklin			Rathit II
1954	Klockmann und Ramdohr	monoklin			Rathit
1960	Ramdohr	rhombisch		0,478 : 1 : 0,511	Rathit
1962	Le Bihan				Rathit I Rathit II Rathit III

	ZWILLINGSGESETZE	ROENTGEN-UNTERSUCHUNGEN ZELLELEMENTE a_o b_o c_o β	RAUMGRUPPE	BEMERKUNGEN
	-nach (100) -polysynth.nach (074) -nach (0.15.1) selten mit gleichgrossen Individuen, gewöhnlich mehrere kleine Kristalle auf einem grossen			
	nach (074) und (0.15.1)			
		25.00 7.91 8.42 $99^{o}00$ a:b:c=3.160:1:1.064	$P\ 2_1/n$	erwähnt Lewis nach Umrechnung a:b:c= 3.1548:1:1.0698 = $98^{o}44'$
	verzwillingt ziemlich selten			
	a) nach {100}, indem polysynthetische pseudo-orthorhomb. Kr. entstehen b) nach $\{\bar{3}01\}$	idem wie oben (Peacock, Berry)		Sollys Zwillingsebenen werden zu $(\bar{3}\bar{3}.0.8)$ und $(\bar{2}\bar{3}.0.1)$
	polysynthetische Zw.-lamellierung nach (074) ist die Regel			erwähnt Untersuchung von Peacock und Berry
		8.32 70.9 7.91 $90^{o}0'$	$P\ 2_1/m$	Berry zitiert: "Die Grösse der Einheitszelle stimmt <u>nicht</u> überein m. d. voraussichtl. Daten der Struktur und Morphologie
	Zwillingslamellen nach $(\bar{3}01)$			
		8,43 25,80 7,91 90°		macht Angaben über Rathit wie Peacock und Berry 1940, wie Berry 1953 über Rathit II
		8,43 25,80 7,91 90° 8,43 70,9 7,91 90° 24,52 7,91 8,43 90°	$P\ 2_1$ $P\ 2_1$ $P\ 2_1$	

JAHR	AUTOR	MAKRO-KRISTALLOGRAPHISCHE UNTERSUCHUNGEN			NAME	
		Kristallsystem	Winkel β	Achsenverhältnis		
1963-1965	Nowacki				Rathit I Rathit II Rathit III Rathit IV	
1964	Nowacki, Marumo, Takéuchi	BEMERKUNGEN Die Strukturen von Rathit I und III bestehen im Wesentlichen aus denselben tafeligen Einheiten // (100) mit einer Dicke d (100). Was verschieden ist, ist die relative Lage dieser Einheiten // c.			Rathit I Rathit III Rathit IV Rathit V	
1965	Graeser				Rathit I Rathit II Rathit I a	
1965	Marumo und Nowacki				Rathit I Rathit III Rathit II	
1966	Strunz				Rathit Rathit II Rathit-III	
1969	Nowacki				Rathit-I Rathit-II Rathit-III Rathit-IV	

	ZWILLINGSGESETZE	ROENTGEN-UNTERSUCHUNGEN ZELLELEMENTE a_o b_o c_o β	RAUMGRUPPE	BEMERKUNGEN
	Rathit I " II " III " IV	25,16 7,94 8,45 100°30' 8,43 70,9 7,91 90° 24,52 7,91 8,43 90° 17x8,26 = 140,42	P $2_1/a$ ($P\bar{1}$) P 2_1	Bisher konnten von uns nur Rathit-I. -II und IV gefunden werden.(Rathit I von Le Bihan ist weitgehend identisch mit Dufrenoysit u. wird mit Rathit I a bezeichnet).
	Rathit I nur nach 100 verzwillingt	25,16 7,94 8,47 100°30'	P $2_1/a$	"Wir konnten keinen Rathit III finden. Es hat sich ergeben, dass Rathit-IV (mit a =45,96 A) mit Skleroklas weitgehend identisch ist, so dass die Bezeichnung Rathit-IV für den Rathit mit 140,42 A-Periode angewandt wird u. Rathit-V (vorläufig) dahinfällt."
		24,98 7,93 8,42 98°25' 8,43 70,9 7,91 90°	P $2_1/n$ P 2_1	Rathit I a entspricht Rathit $I_{Le\ Bihan}$ und ist identisch mit Dufrenoysit.
		25,16 7,94 8,47 100°28' 24,52 7,91 8,43 90° 8,43 70,9 7,91 90°	P $2_1/a$ ($P\bar{1}$) P 2_1 P 2_1	Die wahre Symmetrie von Rathit-I ist möglicherweise triklin
		8,43 25,80 7,91 90° 8,43 70,9 7,91 8,43 7,91 24,52	P 2_1 P 2_1 P 2_1	$a_o : b_o : c_o = 0,327 : 1 : 0,307$ $a_o : b_o : c_o = 0,119 : 1 : 0,112$ $a_o : b_o : c_o = 1,066 : 1 : 3,100$ (Die Angaben beziehen sich auf Berry und Le Bihan).
		25,16 7,94 8,47 100°28' 8,43 70,9 7,91 90° 24,52 7,91 8,43 90° 17 x 8,26	P $2_1/a$ wahre = trk. P 2_1 P 2_1	

TABELLE III

Chemismus von Rathit

Eine Uebersicht der bis 1960 an Rathiten durchgeführten Analysen findet sich in Nickel/Schaller "Die Mineralparagenese des Lengenbachs im Binnental". Daraus ersieht man, dass gewisse Unstimmigkeiten in den Analysenwerten auftraten, was aber darauf zurückgeführt werden darf, dass vielfach nicht geröntgtes Material analysiert wurde und auch andere Kristallarten für Rathit gehalten wurden.

Seit den Untersuchungen von Berry 1953 werden auch die chemischen Analysen sicherer und genauer. Laut Berry müssen die Analysenwerte

für	Blei	in den Grenzen	50,59	und	52,44	liegen,
"	Arsen	" " "	24,23	"	25,32	" ,
"	Schwefel	" " "	23,18	"	24,08	" .

Ab 1960 liegen die folgenden Daten vor:

1960	Ramdohr	zitiert Peacock u. Berry für	Rathit	$Pb_{13}As_{18}S_{40}$	Z = 1
		nach and. Autoren	"Rathit"	$Pb_{19}As_{26}S_{58}$	Z = 2
1962	Le Bihan		Rathit I	$Pb_7 As_9 S_{20}$	
			Rathit II	$Pb_9 As_{13}S_{28}$	
			RathitIII	$Pb_6 As_{10}S_{20}$	
1963	Nowacki, Bahezre	Analyse* eines Kristalls von Berry		$Pb_{11}Tl_1 As_{20}S_{40}$	
1964	Nowacki		Rathit I	$Pb_{11}Tl As_{20}S_{40}$	
			RathitIII	$Pb_{12}As_{20}S_{40}$	
			Rathit II	$Pb_9 As_{13}S_{28}$	
			Rathit IV	unbekannt	
1965	Marumo, Nowacki		Rathit I	$(PbTl)_3As_4(As,Ag)S_{10}$	
			RathitIII	$Pb_3 As_5 S_{10}$	
			Rathit II	$Pb_9 As_{13}S_{28}$	
1965	Graeser	"Gleich wie Skleroklas kann auch Rathit I geringe Mengen von Thallium ins Gitter aufnehmen. ...Nach den Strukturbestimmungen wurden für beide Rathite folg. Zusammensetzungen festgestellt			
			Rathit I	$(Pb,Tl)_9As_{15}S_{30}$ lt.Now.1963	
			Rathit II	$Pb_9 As_{13}S_{28}$ lt.LeBihan"	
1969	Nowacki	gleiche Angaben wie 1965.			

* Erste in der Schweiz mit Mikrosonde ausgeführte Analyse an einem Mineral.

2. Kapitel

Spezielle Ergebnisse an Rathit II

Das erste Kapitel enthielt noch keine Unterscheidungen zwischen Rathit I und II. Wir besprechen nun zuerst den Rathit II, da diese Abart nicht nur in der Freiburger Sammlung (ähnlich auch in der von Cambridge) überwiegt, sondern ganz allgemein häufiger auftritt. Die schönsten Kristalle zeigt Abb. 6.

Im Diagramm der Abb. 7 sind alle von mir eingemessenen Flächen eingetragen. Punkte bedeuten Hauptflächen, Striche Vizinalflächen. Allerdings mußten wegen der dichten Besetzung auch einige Hauptflächen lediglich durch Striche eingetragen werden. – Die allgemein dichte Aufeinanderfolge erlaubt in der Zeichnung keine durchgehende Angabe der Indizes; diese lassen sich aber ohne weiteres aus den Formen-Übersichtslisten 1–5 entnehmen. Was hinzugekommen ist, erkennt man am Vergleich mit Abb. 8, welche alle bis 1922 gefundenen Formen berücksichtigt und nach Goldschmidt (36 b) angefertigt ist. Bei der Abb. 8 können wir uns auf die halbe Projektion beschränken, da seinerzeit von einer Hemiedrie noch keine Rede war. Die Verteilung in den Hauptzonen zeigt allerdings auch bei unserer Aufstellung nur undeutlich einen hemiedrischen Formenverband. [1]

Wie man sieht, sind nur wenige Hauptzonen besetzt. Man könnte nun glauben, daß die vizinalen Flächen immer nur *in* der betreffenden Hauptzone liegen. Das ist aber nicht der Fall: bei korrekter Eintragung müßte ein Teil der Vizinalflächen *neben* dem Zonenkreis eingetragen werden. In Übereinstimmung mit dem Vorgehen in der Literatur wurde diese geringe Abweichung aber nicht berücksichtigt.

Hinsichtlich der Einzelkristalle ist noch folgendes zu bemerken: *Kristall B 782* wurde schon von Baumhauer und Lewis bearbeitet. Er zeigt die beste (001)-Fläche, *Kristall B 205* liefert ein Röntgenogramm, das für Rathite II besonders klar ist. *Ra 4* wurde von Lewis

[1] In den Formenlisten sind wegen der Klasse monoklin-sphenoidal die Flächen für jeden Quadranten auseinandergehalten. Bei der Liste der Formen in der Zone [001] wurde dies in einer vereinfachten Weise vorgenommen. – In allen späteren Skizzen sind jedenfalls zur Vermeidung falscher Formenzusammenstellungen immer nur die effektiven Flächen eingetragen.

vermessen und zeigt eine relativ gute Verteilung der Kopfflächen. *Kristall Ra 1* zeigt eine von den erwähnten Kristallen abweichende Entwicklung auf, während *Ra 9* besonders behandelt werden muß.

a) Neumessungen und Vergleich von Rathiten II mit Kopfflächen

B 782 («Originalkristall»)

ist der einzige Kristall, der von beiden Bearbeitern, BAUMHAUER (4 f) und LEWIS (83 k_3), sehr ausführlich beschrieben wird.

LEWIS war 1911 im Begriffe, seine Arbeit über ein neu entdecktes Sulfosalz, das er Wiltshireit nannte, zu veröffentlichen, als er die Ähnlichkeit des Wiltshireit mit SOLLYS α-Rathit und BAUMHAUERS Rathit erkannte. Er erbat von BAUMHAUER die Zusendung des Originalkristalls (B 782). In der erhaltenen Korrespondenz (Studien I) zwischen BAUMHAUER und LEWIS findet man zuerst einen Briefentwurf, in dem sich BAUMHAUER für die Nichtübersendung entschuldigt und nur eine Skizze übermittelt. Der Brief wurde aber nicht abgeschickt, und BAUMHAUER übersandte an LEWIS doch den wertvollen Kristall. BAUMHAUER notierte einige Zeit später: «Kristall heil wieder angekommen ...»

Es handelt sich um einen ca. 5 mm hohen, 1–2 mm breiten Kristall. BAUMHAUERS Skizze ist in Abb. 2 wiedergegeben. Die idealisierte Skizze wird von LEWIS in seine Arbeit (83 k_3) übernommen. Unsere Abb. 6 zeigt B 782 so, wie er tatsächlich aussieht. – Er ist von dunkelgrauer Farbe und leicht glänzend. Über Streifung und Spaltbarkeit geben die erwähnten Autoren ausführlich Auskunft.

Während BAUMHAUER alle meßbaren Formen angibt, scheint sich LEWIS auf die gut meßbaren Hauptflächen zu beschränken. Man beachte die verschiedene Aufstellung der gleichen Fläche:

BAUMHAUER (Aufstellung rhomb.) {001}
= LEWIS (Aufstellung monoklin) {100}

Nachstehender Ausschnitt aus einer Meßliste zeigt die relativ gute Übereinstimmung. Es sei bemerkt, daß mein Stereogramm alle von mir gefundenen Haupt- und Vizinalflächen enthält.

Baumhauer			*Lewis*			*eigene Messungen*		
Index	*Winkel*	*έ*	*Index*	*Winkel*	*έ*	*Index*	*Winkel*	*έ*
(001)/(205)	32	16 ½	(100)/(520)	32	14	(100)/(520)	32	16
(102)	38	25	(210)	38	24	(210)	38	24
(7.0.12)	42	50 ½				(530)	42	47
(203)	46	33	(320)	46	34 ½	(320)	46	34
(405)	51	44	(540)	51	46	(540)	51	47
(403)	64	40				(340)	64	45
(201)	72	23	(120)	72	30	(120)	72	30
(401)	81	4	(140)	81	4	(140)	81	2
			(100)/(122)	70	15	(100)/(122)	69	50
			(111)	59	29	(111)	59	50
			(322)	50	46	(322)	51	30

Lewis berichtet unter anderem, daß er für die Fläche (100) (sein A) zwei Signale erhalten habe, ein gelbliches, das er für das genauere hält und von dem aus er die übrigen Zonenmessungen ausgeführt hat, und ein weißes. Die beiden Signale weisen einen Unterschied von etwa 11' auf. Das weiße Signal ergibt aufgelöst eine Anzahl dichter Zeichen, die durch wenige Minuten von einander getrennt sind. Die erwähnten Wahrnehmungen konnten bei den neuen Messungen nicht bestätigt werden.

Hingegen ergaben sich zwei von einander getrennte Signale bei der Kopffläche (001). Das eine, ausgezeichnete, hat eine Poldistanz ρ von 10°6', das andere, sehr schlechte, 10°44'. In Lewis Sprache zeigt das erste einen Winkel (100)/(001) von 79°54', das zweite 79°16'. Lewis führt an «... Die dritte Fläche, die ich als (001) annahm, ist schön breit und gibt einen guten Winkel von 79°56'». Die Übereinstimmung der beiden Messungen ist also recht gut.

Wie am Anfang gesagt, wird im gnomonischen Netz festgestellt, daß die beiden Koordinaten q_0 ungleich lang sind. Das konstante Ungleich-Entwickeltsein von Zone $[01\bar{1}]$ und [011] würde darauf hinweisen, daß in Wahrheit keine monokline, sondern eine trikline Metrik vorliegt. Gleiches Aussehen der beiden genannten Zonen würde daraufhin auf eine Verzwillingung hindeuten, durch welche der Kristall die ihm fehlende Symmetrie «ersetzt». In diesem Sinne deutet auch Lewis einen Kristall, der die Zone $[01\bar{1}]$ gleich glänzend entwickelt hat, als Zwilling.

B 205 (Abb. 9 unten)

Unter den als Rathit geführten Kristallen findet man immer wieder einige Exemplare, die einander stark gleichen. So könnte man in der Freiburger Sammlung eine Gruppe makroskopisch sehr ähnlicher Exemplare bilden aus den Kristallen B 782, B 205, B 204 und B 128. Aber nur B 782 und B 205 *sind* Rathite! (vgl. Kapitel 5).

B 205 erscheint wie ein schlankeres Exemplar von B 782. Er ist 4 mm hoch; die Querschnitte betragen in Richtung a 1 mm und senkrecht dazu 0,5 mm. Er besitzt die für Rathite II typische Furchung der Prismenzone. Die Flächen dieser Zone sind dunkel glänzend, gegen den Kopf zu öfters bläulich angelaufen.

Laut Röntgenogramm liefert dieser Kristall das für Rathite II typischste Diagramm. Erstaunlich ist demnach die schlechte Ausbildung der Dachflächen. Sogar die intakten Kopfflächen sind stark angelaufen.

Es ist nur eine für Rathite II typische seitliche Zone feststellbar, nämlich die Zone [01$\bar{1}$]. In ihr befinden sich jedoch weder gut ausgebildete Flächen, noch Flächen mit interessanten Indizes. Auch in der Zone [010] kann man – wie die Liste am Schluß dieses Kapitels zeigt – nur zwei typische Flächen entdecken, nämlich die ($\bar{2}$01) und die (302). Von den ca. 180 Flächen der Zone [001] dieses Kristalls schließlich lassen sich weitaus die meisten nur mit hohen, als Vizinalflächen bezeichneten Indizes versehen. Gute Werte ergeben immerhin einige für Rathite II typische Flächen, nämlich die Flächen (110), (320), (210) und (520).

Ra 4 (Abb. 10 oben)

Unter den Kristallen der Cambridger Sammlung befand sich auch ein Exemplar mit dem Zettel: «Wiltshireite – ? 11 intergrown 4731 (4), XV p 5, Important.». Ein Restchen Kitt auf dem Kristall ließ darauf schließen, daß der Kristall bereits vermessen wurde. Außerdem stand auf dem Korkzapfen des Gläschens «Rathite ... *unleserlich* ... W VI».

Laut Röntgenbefund handelt es sich um einen Rathit II. Nach unseren goniometrischen Messungen und nach dem Vergleich mit Lewis' Formentafel von 1911 (83 k_3) liegt die Annahme sehr nahe, daß der vorliegende Kristall Lewis' Kristall VI ist.

Im Rahmen aller untersuchten Kristalle dieser Arbeit bildet Ra 4 seinem Habitus nach eine Ausnahme. Er ist nämlich parallel zur Zone [010] dermaßen abgeflacht, daß er eher die Form eines Plättchens aufweist, das kaum 1,2 mm dick ist. Dieses Plättchen ist 5 mm lang und 5 mm hoch; es ist ausgesprochen dunkelgrau, seine Dachflächen sind zerfurcht und zum Teil angelaufen. – Die Messungen am Goniometer wurden dadurch erschwert, daß sich in der Zone [001], nahe der

Fläche (100), mehrere Individuen durchkreuzen, und daß in der Nähe von ($\bar{1}$00) zahlreiche winzige Pyrite eingewachsen sind.

Lewis beschreibt ihn nur kurz als «trüben, charakteristischen Rathitkristall. Demzufolge zeigt er keine schiefen Riefen an den Prismenflächen. In der Zone (01$\bar{1}$] kommen gute breite Flächen vor: (322), (111), (122), (011), ($\bar{1}$22), ($\bar{1}$11). In der Zone [011] sind zwei unbedeutende Flächen unter 59° 48' und 70° 28' gegen (100) geneigt, so daß es zweifelhaft ist, ob diese Flächen (111) und (122) oder ($\bar{3}$22) und ($\bar{1}$11) in Zwillingsorientierung sind.» Außerdem erwähnt Lewis eine Fläche von 90° 50' gegen (100), welche vielleicht von den zahlreichen Furchen herrührt, die kombiniert (010) vortäuschen.

Von den von Lewis aufgeführten 20 Formen in drei Zonen konnten 15 Formen durch unsere Messungen bestätigt werden; dazu kommen aber noch zahlreiche andere, von ihm nicht aufgefundene Werte. – Im allgemeinen zeichnen sich nur wenige Flächen durch gute Signale aus.

Außerhalb der vier Hauptzonen wurden noch einige weitere Flächen aufgefunden. Sie werden – zusammen mit den an anderen Kristallen außerhalb der Hauptzonen gemessenen Flächen – am Schluß des 4. Kapitels gesondert besprochen.

Ra 1 (Abb. 10 unten)

Obwohl auf dem Korkzapfen des Glases die Bemerkung «Rathit XLI» stand, was auf ausgeführte Messungen schließen läßt, konnte keine Identifizierung dieses Kristalls mit einem Literaturexemplar erfolgen.

Die gedrungene Gestalt (höchste Erhebung in Richtung c 7 mm, niedrigste 4 mm; in Richtung a und b je 4 mm), die dunkelgraue Farbe, die starke Riefung der Prismenflächen lassen bei diesem Kristall sofort an Rathit II denken. Obwohl die Zone [001] vollständig vorhanden ist, gibt nur eine relativ geringe Anzahl von Prismenflächen brauchbare Reflexe. Auch die (mit bloßem Auge besehen, gut entwickelten) Dachflächen liefern am Goniometer durchwegs schwache oder keine Reflexe.

War vorher schon die Rede von ähnlich aussehenden Kristallen, so fällt bei Ra 1 eine große Ähnlichkeit in bezug auf Flächenausbildung und -anordnung mit Ra 9 auf.

b) Messung und Auswertung der Rathite II mit vorwiegend prismatischen Flächen

1. Neumessungen der Kristalle B 578, B 580, B 582, B 583

B 578

ist stahlgrau, glänzend, in Dolomit eingewachsen, weist Furchen und Rundungen auf. Die Messungen wurden erschwert durch einen seitlich liegenden größeren Kristall, sowie durch eine ganze Reihe winziger Pyrite. Unter der Lupe sind zwei Kopfflächen sichtbar, die jedoch fast schwarz sind, nicht glänzen und keine Reflexe liefern. Die Neigung der einen wurde mit rund 64° gegen die Zone [001] geschätzt.

BAUMHAUER berichtet unter anderem: «An einem vierten Kristall (IV) (= B 578), an welchem wie an I (= B 782) die feine Streifung deutlich zu erkennen war, der aber wegen der Beschaffenheit (Furchung, Rundung) der Makrodomenzone daselbst keine sehr genauen

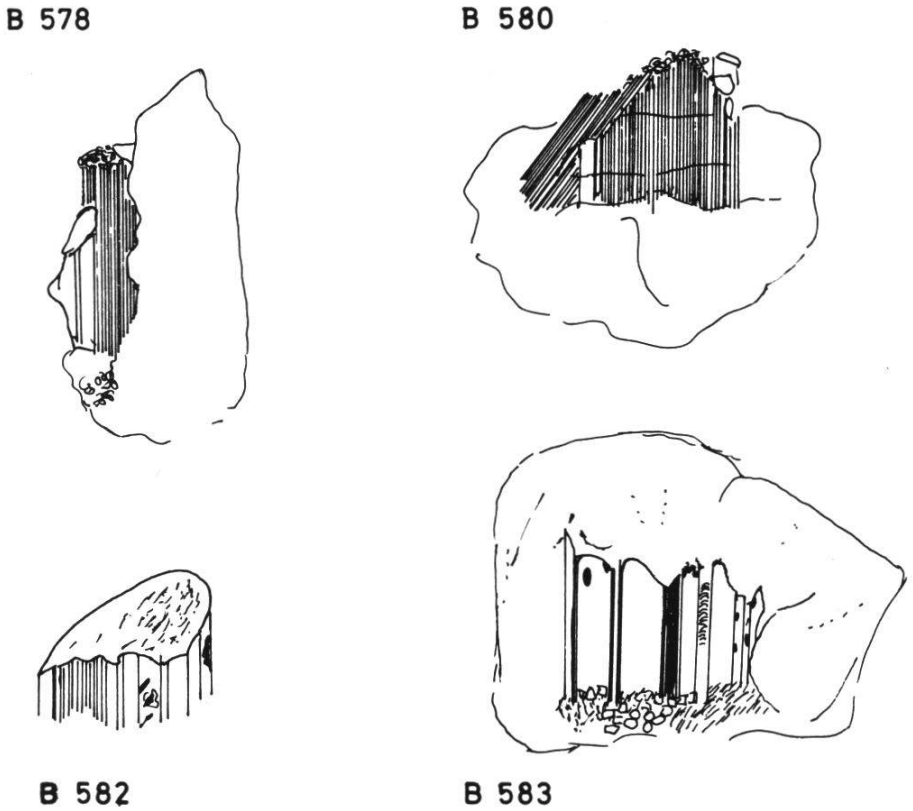


Abb. 11

Rathit II (vgl. BAUMHAUER 4 f). Vergrösserung von B 582 15×; bei den anderen ca. 3×.

Messungen zuließ, wurden folgende Formen konstatiert: (205), (102), (203), (405), (101), (403), (201) ...». Wir konnten 40 Flächen der Prismenzone messen und indizieren, darunter auch eine recht gute Übereinstimmung der von BAUMHAUER angegebenen Winkelwerte der Flächen (203) = unsere (320), (405) = unsere (540), (403) = unsere (340), (201) = unsere (120) (resp. 11.21.0) feststellen.

Der Kristall könnte – als einziger unter den Kristallen dieser Arbeit – SOLLYS Fig. 7 (vermutlich Typ III) (132 a_1 und a_2) entsprechen. Er gleicht auch einigermaßen dem Kristall Ra 13 dieser Arbeit, einem Rathit I.

B 580

Der untere Teil und eine Hälfte dieses 5 mm hohen und 6 mm breiten Kristalls ist im Dolomit eingewachsen. Auf der einen Seite befindet sich ein zur Prismenzone geneigtes, stark blau angelaufenes Individuum. Der Kristall hat senkrecht zur Prismenzone zwei starke Sprünge. Ursprünglich wurde in dieser Arbeit versucht, einige seiner Kopfflächen zu messen. Der ganze freie obere Teil des Kristalls ist jedoch mit hunderten von winzigen Pyriten besät, so daß es unmöglich war, die sehr starken Reflexe dieser Pyrite auszuschalten, um die äußerst schwachen Signale der Kopfflächen festzustellen.

Der Kristall ist dunkelgrau, glänzend. Es wurden an ihm rund 80 eng beieinanderliegende Prismenflächen gemessen.

BAUMHAUER berichtet (4 f): «... Der eine derselben (Kristall V) besteht aus zwei ungefähr gleich stark entwickelten Individuen, welche an der Zwillingsgrenze einander mehrfach abwechselnd durchwachsen. Die verschiedenen, einem und demselben Individuum angehörigen Partien sind nicht stets genau parallel, sondern zuweilen etwas gegen einander verbogen. Ein Individuum zeigt auch deutlich die feine Streifung, welche indes zur Zwillingsbildung in keinerlei Beziehung steht. An dem einen Individuum dieses Zwillings konnte ich außer den Makrodomen (101), (201) und (401) noch die früher nicht beobachteten (302) und (601) konstatieren ...». Alle diese Flächen konnten auch von uns festgestellt werden.

B 582

ist ein Kristallfragment, das in keiner Dimension 1 mm erreicht. Es gleicht auffallend Kristall P 17 C 19 dieser Arbeit.

BAUMHAUER (4 f) bezeichnet dieses Fragment als «ein bei der Messung eines ziemlich großen Kristalls (II) abgelöstes Stückchen, das jedoch in der Makrodomenzone gute Übereinstimmung mit den bisher gefundenen Werten zeigt».

Wir fanden an diesem Kristallstückchen etwa 15 Flächen in der Zone [001].

B 583

wird von BAUMHAUER dank seiner Streifung als typisches Beispiel eines Rathit-Kristalls aufgeführt.

Es handelt sich um einen Kristallausschnitt von ca 4 mm Breite und rund 5 mm Höhe, der im Dolomit eingebettet ist. Die Flächen sind groß und glänzend, stahlgrau und bilden zahlreiche stark einspringende Winkel. Dieser Kristall müßte über einen cm breit sein, da er auf der Rückseite des Dolomitstückes in abgeschlagener Form wieder sichtbar wird.

Für die gewählte Aufstellung und Indizierung sprechen einerseits die sehr guten Reflexe, andererseits die Winkeldifferenz zwischen den Flächen, die mit den übrigen Rathit-II-Kristallen in ähnlicher Stellung gut übereinstimmen, und schließlich die erwähnte Breite des Kristalls, die die typische Fläche (100) (einer Schmalseite) vorne rechts vermuten läßt.

2. Kristalle der Fundperiode um 1960: B 800, B 801, B 802

Diese drei Exemplare gleichen einander stark in Form und Größe: **B 800** ist mit 9 mm Höhe der größte unter den dreien, **B 802** mit 7 mm Höhe der kleinste, **B 801** ist gedrungen und im Verhältnis zu seiner Höhe der dickste Kristall.

Typisch für alle drei Individuen ist die dunkelgraue Farbe und die ausgesprochen starke Furchung der Zone [001]. Die Kristalle sind sehr brüchig und weisen senkrecht zur Prismenzone Sprünge auf. Obwohl sie durchwegs nur schwache Signale zeigen, gehören sie zu den flächenreichsten Kristallen dieser Arbeit. An B 802 z. B. konnten nicht weniger als 330 Prismenflächen eingemessen und indiziert werden.

Zu B 801 sei noch bemerkt, daß ziemlich viele «Bruchflächen am Kopf» schwache Reflexe von sich gaben. Wir nahmen ca. dreißig davon

in unser Protokoll auf. Einen Ausschnitt aus dieser Flächenmannigfaltigkeit gibt die gnomonische Projektion der Abb. 12.

Quer zu den Riefungen des «aufrechten Prismas» liefert der Kristall zahlreiche Reflexe so, als ob ein Faserbündel abgebrochen worden wäre. – Auf der Abb. 12 unten ist das Entsprechende für einen als Liveingit bezeichneten Rathit II wiedergegeben. Es tritt eine ähnliche Mannigfaltigkeit von Reflexen nahe der (nicht vorhandenen) Basis auf. Zur Orientierung diene der in beiden Ausschnitten der gnomonischen Projektion eingetragene Punkt M (= Mittelpunkt des Einheitskreises).

3. Weitere Kristalle aus Cambridge Ra 7, aus Bern A 2190

Ra 7

ist ein 5 mm hoher Kristall der Cambridger Sammlung ohne besondere Merkmale. Er ist dunkelgrau, glänzend und zeigt die für Rathite II typische starke Furchung der Prismenzone. Auch dieser Kristall ist brüchig und besitzt einen senkrecht zur Zone [001] verlaufenden Sprung. An einem Ende ist er parallel dazu sauber und glatt abgebrochen. Es wurden 26 Flächen der Zone [001] festgestellt und indiziert.

A 2190

An diesem Kristall der Berner Sammlung läßt sich nur ein Ausschnitt der Zone [001] erfassen. Stellt man ihn so auf, daß sein Habitus den übrigen Rathiten entspricht (nach der b-Achse etwas abgeflacht), dann erhielte man nicht wie üblich die der Fläche (010) benachbarte Vizinalfläche, sondern in diesem Falle ausnahmsweise auch die (010) selbst. Sie wäre an diesem Kristall mit (010) sowie $(0\bar{1}0)$ vertreten. Die Frage ist, ob man aufgrund eines einzigen Kristalles ohne Kopfflächen behaupten soll, daß nun auch das seitliche Pinakoid (bzw. rechte und linke Pedion) gefunden sei.

Nimmt man einen abweichenden Habitus in Kauf, so ließe sich der Kristall auch befriedigend so indizieren, daß die genannten pinakoidalen Flächen zur (100) bzw. $(\bar{1}00)$ werden. Wegen dieser Schwierigkeit nehmen wir in dieser Arbeit nur kurz auf ihn Bezug.

c) Ein Spezialfall: Ra 9

Betrachtet man die Liste der Kopfflächen der Rathite II (Liste 1), so sieht man, daß Kristall Ra 1 die stärksten Abweichungen der Werte aufweist. Wäre er nicht durch Röntgenuntersuchungen als Rathit II erkannt, so ließen makroskopische Betrachtungen (von bloßem Auge und unter der Lupe) eher auf Dufrenoysit schließen.

Der Kristall **Ra 9** nimmt nun sogar noch dem Kristall Ra 1 gegenüber eine Sonderstellung ein. Auch er ähnelt dem Dufrenoysit, aber bei ihm liegen außerdem noch die wichtigen Flächen nicht an Stellen, die bei allen übrigen Rathitkristallen für Kopfflächen charakteristisch sind. Es wurde daher davon abgesehen, diesen Kristall mit denselben Parametern zu indizieren wie die obigen. Erst wenn man bei diesem Kristall (bei gleicher Maschenweite des gnomonischen Netzes) den Winkel zwischen der c-Achse und der (001) ändert, erhält man ein Indizesnetz, das etwa den Abfolgen der Typkristalle entspricht, Abb. 13.

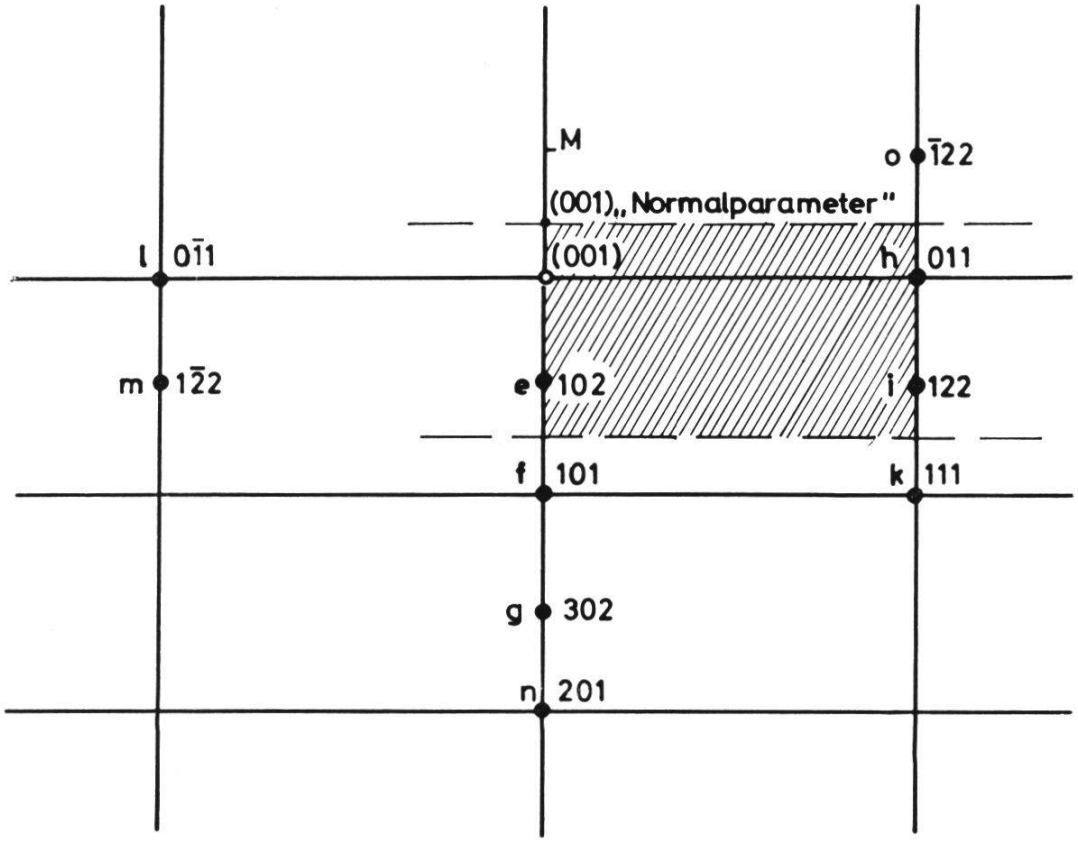


Abb. 13

Ausschnitt aus dem Gnomogramm von Kristall Ra 9

Durch die Vergrößerung des Winkels β von 100° auf 108° verschiebt sich die Elementarmasche nach unten. Schraffiert ist die Elementarmasche der normalen Rathite wiedergegeben.

Kristall Ra 9 stammt aus der Cambridger Sammlung. Eine Nadel mit Kittresten im gleichen Glasbehälter deutet eigentlich auf Messungen hin. Keinerlei Beschreibung oder Numerierung gibt jedoch Hinweise.

Die Ähnlichkeit mit Dufrenoysit beruht unter anderem darauf, daß der Kristall stark glänzend ist und große klare Prismenflächen aufweist; die für Rathit II so typische *starke Furchung* in der Prismenzone fehlt vollständig. Nur ungefähr ein Drittel der Prismenzone ist ausgebildet, der Rest ist nicht entwickelt. Ein weißes Kristallstückchen und etliche Pyrite erschweren die goniometrischen Messungen. Der Kristall ist in Richtung c etwa 6 mm hoch, in Richtung b mißt er etwa 4 mm, in Richtung a 7 mm.

Es wurden im ganzen 17 Kopfflächen gefunden, davon 6 in der Zone [010], je vier in Zone [011] und [01$\bar{1}$], drei außerhalb dieser Zonen. Die 14 Kopfflächen der Hauptzonen, die für Rathit-II-Kristalle typisch sind, lieferten mit ganz wenigen Ausnahmen gute bis sehr gute Signale. Umso erstaunlicher ist die Tatsache, daß sich diese Flächen an Stellen befinden, die für Rathite II unüblich sind.

Diskussion der Indizierung des Ra 9

Wie aus der gnomonischen Skizze der Abb. 13 ersichtlich ist, ergeben die vorhandenen Flächenpole ein für Rathite II typisches Koordinatennetz mit $p_0' = 0{,}65$ und $q_0' = 1{,}04$ nach rechts (Mittelwert unter Einbezug ungenauer Flächenpole = 1,05), bzw. $q_0' = 1{,}08$ auf der linken Seite.

Aber erst bei Einsetzen eines größeren Achsenwinkels ergibt sich die übliche Flächenmannigfaltigkeit von Rathit II. Es treten im Normalfalle in der Zone [010] die Flächen (102), (101), (302) mit einem Abstand von rund 0,34 auf. Behält man diese Dimension auch für Ra 9 bei, so genügt es, die gnomonische Masche um denselben Betrag gegen den Mittelpunkt in Richtung der a-Achse zu verschieben, um Indizes zu erhalten, die auch am Normalrathit vorkommen. – Ich wiederhole:

Hätte man Fläche e mit $\tan \rho = 0{,}6507$ als (101) gewählt und Fläche i als (111), so wäre – da der Wert 0,65 der Koordinate entspricht – die Fläche (001) (hier allerdings nicht vorhanden) genau in den Kreismittelpunkt gefallen und hätte orthogonal auf der c-Achse stehen

müssen. Da es jedoch bei keinem einzigen Rathit-II-Kristall bei makroskopischer Messung einen Winkel β von 90° gibt, wurde Fläche e als (102) indiziert, Fläche i mit (122), während Fläche f als (101) und Fläche k als (111) angenommen wurde. Dadurch verschiebt sich die für Rathite II übliche Lage der (001) um rund 8° nach unten in Richtung der a-Achse, wodurch sich für den Winkel β ein Wert von rund 108° ergibt, während der für Rathite II typische Wert bei β = 100°6' liegt.

d) Kontrolle und Neubestimmung der Fundamentalwerte der Rathite II

Achsenverhältnis:

Wie bereits früher erwähnt, wurde für jeden einzelnen Kristall das Verhältnis a: b bestimmt, um mit diesem spezifischen Wert sämtliche Prismenflächen zu indizieren. Der niedrigste Wert betrug, 1,56 ..., der höchste 1,58 ...

Unter Einbezug der Formen {120}, {26.27.0}, {110}, {39.38.0}, {320}, {210} und {310} mit insgesamt 90 Flächen ergab sich ein Verhältnis a: b = 1,57308.

Da die meisten Kopfflächen an den vier vermessenen Kristallen nicht sehr gut übereinstimmen und zudem von recht ungleicher Güte sind, wurde das Verhältnis c: b nur aus einigen, an den meisten Kristallen vorkommenden Flächen bestimmt. Es zeigt sich zunächst der für Rathite II und Rathite I typische kleine Unterschied in der Koordinate q_0'. Im ersten und vierten Quadranten beträgt q_0' 1,06290, während er im zweiten und dritten Quadranten größer ist, nämlich 1,08139. Es handelt sich beide Male um Mittelwerte der Formen {111}, {133}, {122}, {322}. Daraus ergibt sich das Verhältnis c : b zu 1,07027.

Der neu bestimmte Wert ist also a : b : c = 1,57308 : 1 : 1,07027.

Diesen Wert muß man mit Goldschmidts Wert (36 b) vergleichen, den er von Lewis übernommen hat: a : b : c = 1,5869 : 1 : 1,0698. Wenn man bedenkt, daß Lewis den Wert aus nur acht Kristallen bestimmt hat, daß sich in diesem Achsenverhältnis sowohl die Werte von Rathit II als auch von Rathit I befinden, und daß Lewis schließlich manche Werte bereits während der Berechnung etwas «frisiert» hat, ist die Übereinstimmung eher als gut zu bezeichnen.

Winkel β:

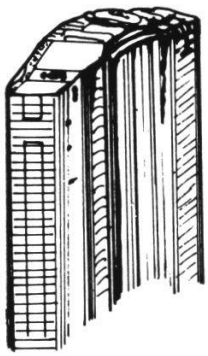
Aus der einzigen vorkommenden Fläche (001) (an Kristall B 782) entnimmt man einen Wert von 100°7'. Berechnet man hingegen am gleichen Kristall diesen Fundamentalwinkel aus den anderen Flächen, so ergeben sich 100°22'.

Zieht man zur Berechnung einige Flächen an weiteren Kristallen heran, so kommt man bei Verwendung von vier besseren Flächen auf einen Mittelwert von β = 100°37', bei Einbezug von sechs Flächen auf rund 100°20'. Demgegenüber steht der Literaturwert von 100°44', bzw. der zu Winkel β supplementäre Winkel μ = 79°16'. LEWIS gibt diesen Wert als «berechneten Wert» an. Dabei ist anzunehmen, daß sich dieser Wert auch auf *nicht* publizierte Kristalle bezieht, da der Mittelwert der vier beschriebenen Kristalle μ = 79°48,5' sein sollte, woraus dann der Winkel β = 100°11,5' resultieren würde.

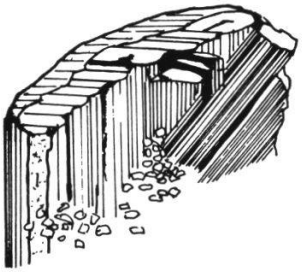
Rathite II
Mittel-
werte

Abb. 7

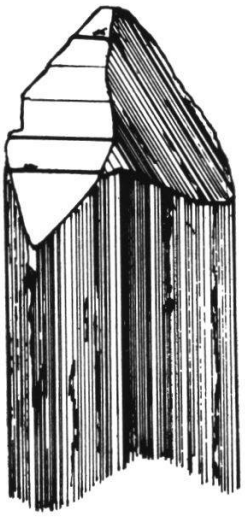
Abb. 6 (ca. 5 x vergrössert)



B 782



Ra 4



Ra 1

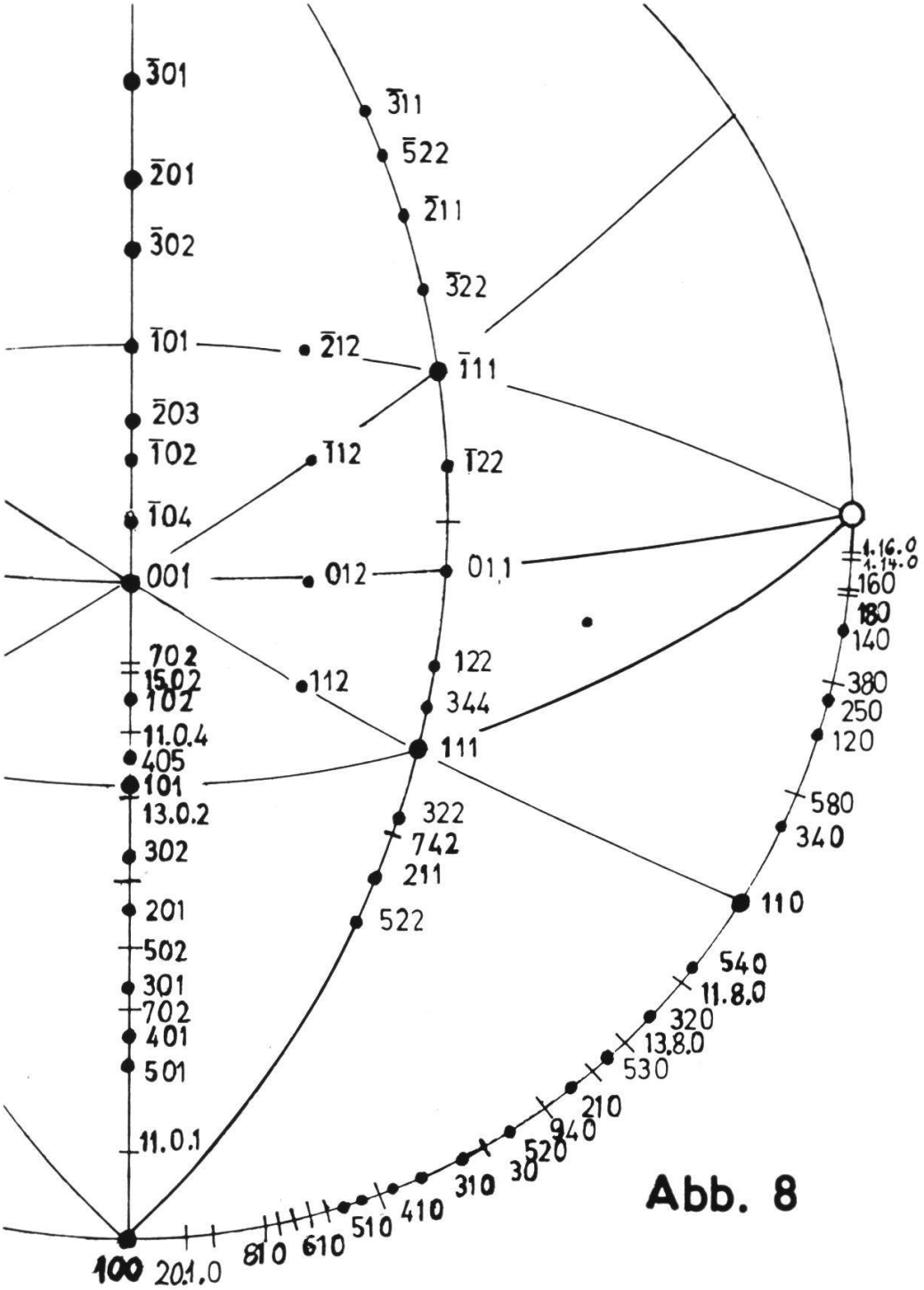


Abb. 8

Abb. 8

Goldschmidt (36 b) fasst alle bis 1922 publizierten Messdaten der Rathite I und II der drei Hauptbearbeiter Baumhauer, Solly, Lewis zusammen. Die Aufstellungen von Baumhauer und Solly wurden in Lewis' Aufstellung umgerechnet und zwar nach Goldschmidts Formeln

$$pq \text{ (Baumhauer)} = \frac{28 - 5q}{20q} \; \frac{7p}{5q} \quad \text{(Lewis)}$$

$$pq \text{ (Solly)} = \frac{3q - 1}{4} \; p \quad \text{(Lewis)}$$

Um einfachere Indizes zu erhalten, musste da und dort in Goldschmidts Sinne auf- oder abgerundet werden.

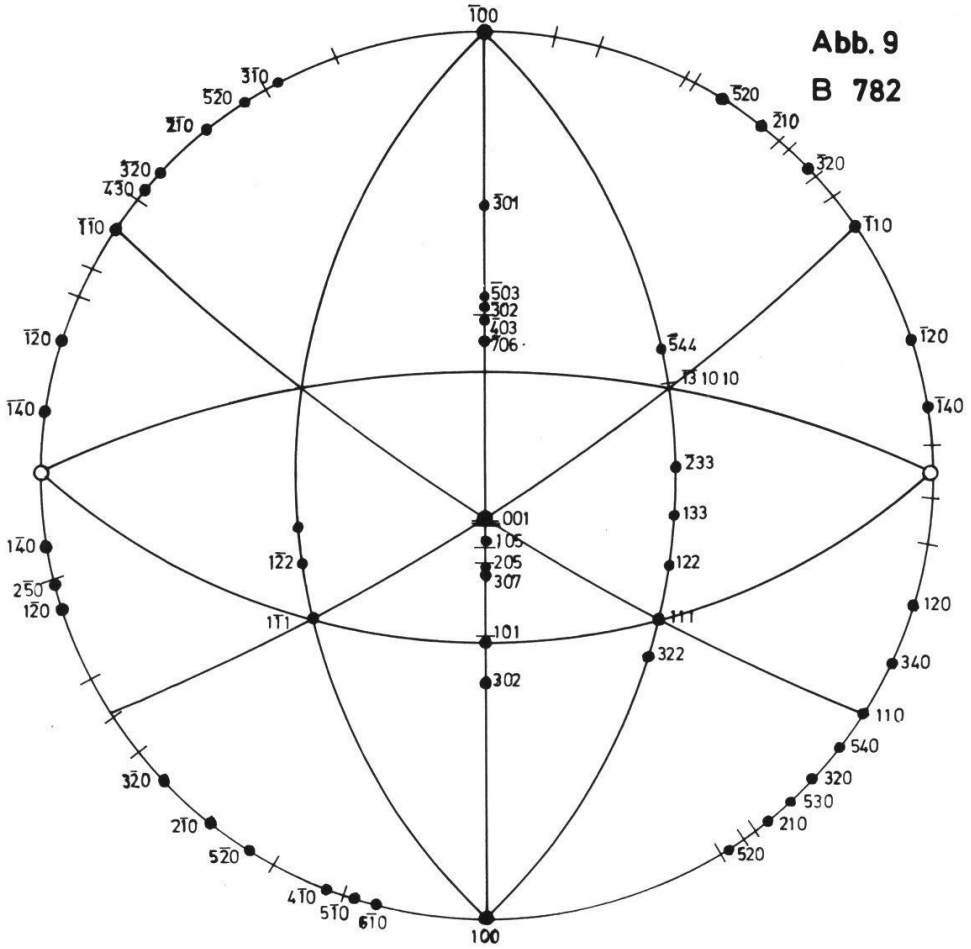


Abb. 9
B 782
$\bar{1}00$
$\bar{3}10$
$\bar{5}20$
$\bar{2}10$
$\bar{3}20$
$\bar{4}30$
$\bar{1}10$
$\bar{1}20$
$\bar{1}40$
$1\bar{4}0$
$2\bar{5}0$
$1\bar{2}0$
$3\bar{2}0$
$2\bar{1}0$
$5\bar{2}0$
$4\bar{1}0$
$5\bar{1}0$
$6\bar{1}0$
100
$\bar{5}20$
$\bar{2}10$
$\bar{3}20$
$\bar{1}10$
$\bar{1}20$
$\bar{1}40$
120
340
110
540
320
530
210
520
$\bar{3}01$
$\bar{5}03$
302
403
706
$\bar{5}44$
$\bar{1}3\ 10\ 10$
$\bar{2}33$
133
001
105
205
307
$1\bar{2}2$
122
$1\bar{1}1$
111
101
322
302

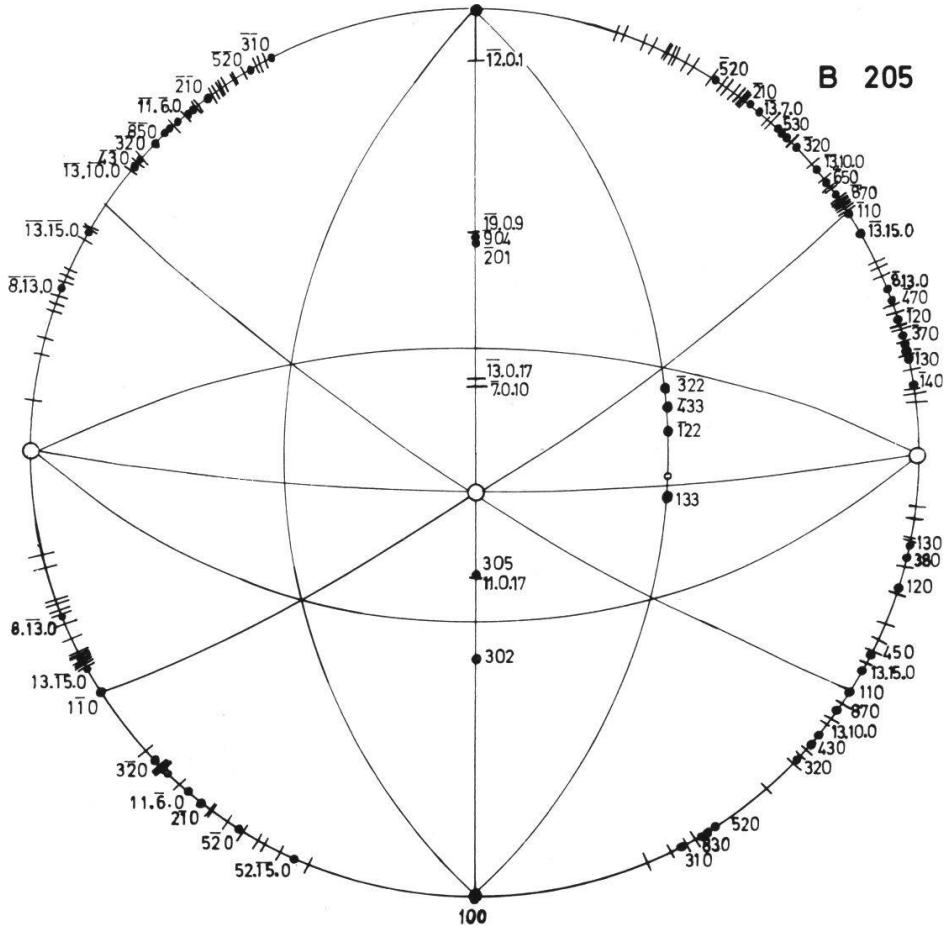
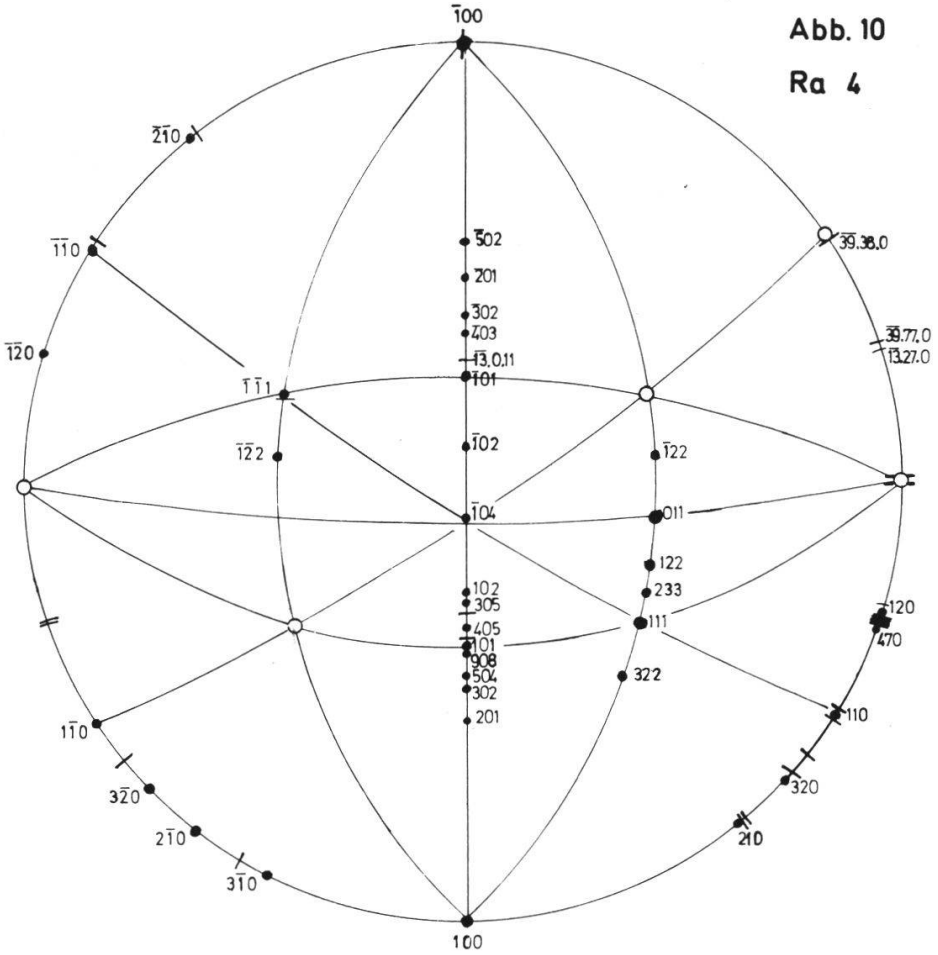
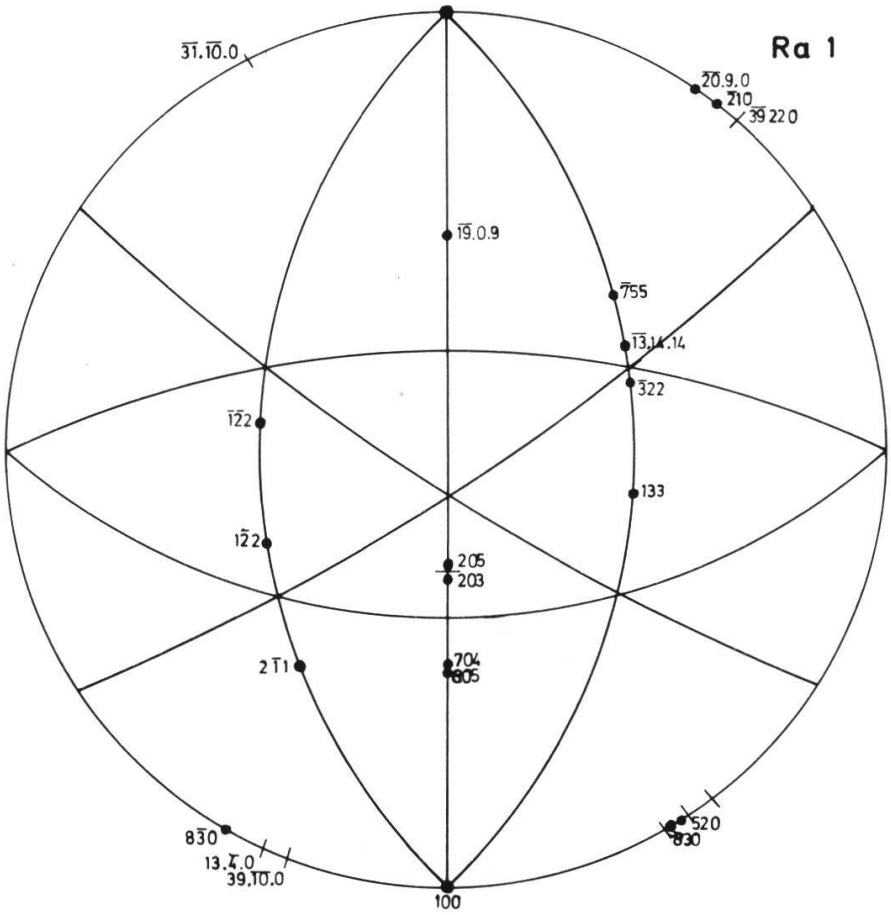

B 205
$\bar{3}10$
$\bar{5}20$
$\bar{2}10$
$\bar{1}1.\bar{6}.0$
$\bar{8}50$
$\bar{3}20$
$\bar{4}30$
$\bar{1}3.\bar{1}0.0$
$\bar{1}3.\bar{1}5.0$
$\bar{8}.\bar{1}3.0$
$8.\bar{1}3.0$
$13.\bar{1}5.0$
$1\bar{1}0$
$3\bar{2}0$
$11.\bar{6}.0$
$2\bar{1}0$
$5\bar{2}0$
$52.\bar{1}5.0$
100
$\bar{1}2.0.1$
$\bar{1}9.0.9$
$\bar{1}9.0.4$
$\bar{2}01$
$\bar{1}3.0.17$
$\bar{7}.0.10$
305
11.0.17
302
$\bar{5}20$
$\bar{2}10$
$\bar{1}3.7.0$
$\bar{5}30$
$\bar{3}20$
$\bar{1}3.10.0$
$\bar{6}50$
$\bar{8}70$
$\bar{1}10$
$\bar{1}3.15.0$
$\bar{8}13.0$
470
$\bar{1}20$
370
$\bar{1}30$
$\bar{1}40$
$\bar{3}22$
433
$\bar{1}22$
133
130
380
120
450
13.15.0
110
870
13.10.0
430
320
520
830
310

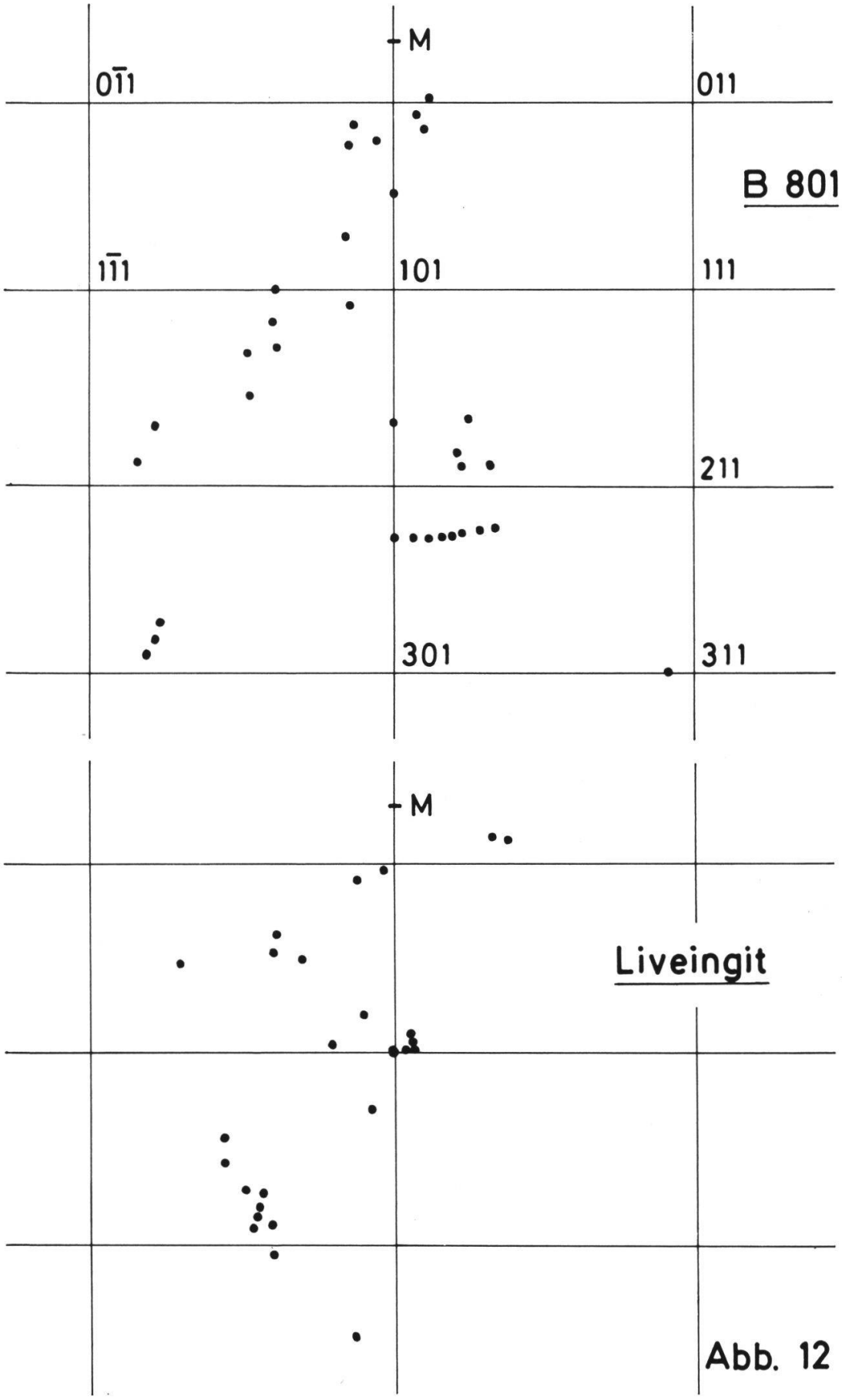
Abb. 10

Ra 4



Ra 1





"Bruchflächen am Kopf", dargestellt im Gnomogramm.
M = Mittelpunkt des Einheitskreises.

LISTE 1

Liste der Kopfflächen in Zone [010]

B 782			B 205			Ra 4			Ra 1		
Index	ρ	φ	Index	ρ	φ	Index	ρ	φ	Index	ρ	φ
			$\bar{1}\bar{2}$.0.1	83° 8'	270°0'						
$\bar{3}$ 0 1	62 17	270 0									
						$\bar{5}$ 0 2	57°16'	270°0'			
			$\bar{1}\bar{9}$.0.9	52 30	270 0				$\bar{1}\bar{9}$.0.9	52 25	270 0
			$\bar{9}$ 0 4	51 58	270 0						
			$\bar{2}$ 0 1	50 42	270 0	$\bar{2}$ 0 1	49 55	270 0			
$\bar{5}$ 0 3	43 17	270 0									
$\bar{3}$ 0 2	41 2	270 0				$\bar{3}$ 0 2	41 11	270 0			
$\bar{2}\bar{5}$.0.17	39 12	270 0									
$\bar{4}$ 0 3	38 48	270 0				$\bar{4}$ 0 3	37 13	270 0			
$\bar{7}$ 0 6	33 41	270 0				$\bar{1}\bar{3}$.0.11	31 6	270 0			
						$\bar{1}$ 0 1	27 58	270 0			
			$\bar{1}\bar{3}$.0.17	19 26	270 0						
			$\bar{7}$.0.10	17 32	270 0						
						$\bar{1}$ 0 2	9 28	270 0			
						$\bar{1}$ 0 4	9 12	90 0			
0 0 1	10 7	90 0									
1.0.68	10 44	90 0									
1.0.23	11 34	90 0									
1.0.17	12 8	90 0									
1 0 5	17 47	90 0									
15.0.68	18 22	90 0									
6.0.17	22 50	90 0									
2 0 5	23 50	90 0									
3 0 7	25 31	90 0									
						1 0 2	28 0	90 0			
			3 0 5	30 33	90 0	3 0 5	30 59	90 0	3 0 5	30 43	90 0
			11.0.17	31 25	90 0				11.0.17	31 6	90 0
									2 0 3	32 25	90 0
						7.0.10	33 48	90 0			
						4 0 5	36 33	90 0			
						16.0.17	39 17	90 0			
33.0.34	40 20	90 0									
1 0 1	40 57	90 0				1 0 1	41 1	90 0			
						9 0 8	42 20	90 0			
						5 0 4	47 17	90 0			
3 0 2	50 14	90 0	3 0 2	49 41	90 0	3 0 2	50 0	90 0			
									7 0 4	52 29	90 0
									8 0 5	52 48	90 0
						2 0 1	57 2	90 0			

Liste der Kopfflächen in Zone [01$\bar{1}$]

B 782			B 205			Ra 4			Ra 1		
Index	ρ	φ	Index	ρ	φ	Index	ρ	φ	Index	ρ	φ
									$\bar{7}55$	54 53	317 47
$\bar{5}44$	52 10	324 55									
									$\overline{13}.14.14$	50 39	329 53
$\overline{13}.10.10$	50 1	334 16									
			$\bar{3}$ 2 2	48 8	341 14				$\bar{3}$ 2 2	48 26	340 32
			$\bar{4}$ 3 3	47 25	346 6						
			$\bar{1}$ 2 2	46 39	353 40	$\bar{1}$ 2 2	47 20	352 1			
$\bar{2}$ 3 3	46 30	358 4									
				46 45	6 23	0 1 1	47 32	10 9			
1 3 3	47 15	12 18	1 3 3	47 15	12 8				1 3 3	47 14	12 38
1 2 2	49 52	26 30				1 2 2	49 37	25 6			
						2 3 3	50 49	31 39			
1 1 1	53 55	39 21				1 1 1	54 14	38 41			
3 2 2	57 39	48 23				3 2 2	56 55	50 52			

Liste der Kopfflächen in Zone [011]

B 782			B 205	Ra 4			Ra 1		
Index	ρ	φ	Index	Index	ρ	φ	Index	ρ	φ
				$\bar{1}$ $\bar{1}$ 1	50 17	206 20			
				$\overline{17}.\overline{18}.18$	49 45	205 23			
				$\bar{1}$ $\bar{2}$ 2	47 21	188 25	$\bar{1}$ $\bar{2}$ 2	47 4	189 1
	47 20	186 48							
	48 0	164 28							
								49 1	159 9
$\bar{1}$ 2 2	50 14	154 13					$\bar{1}$ 2 2	50 22	153 32
$\bar{1}$ 1 1	54 4	142 0							
							$\bar{2}$ 1 1	62 44	125 3

LISTE 2

Liste aller gefundenen Formen in der Zone [001] an Rathit II

Indizes Hauptflächen	Indizes Vizinalflächen	Anzahl d. Flächen	Mittelwert d. Winkels ε'	Verteilung auf Quadranten 1.	2.	3.	4.
0 1 0		----	-----				
	pseudo 010	5	89°32'	-	2	3	-
1.27. 0		1	88 37	-	1	-	-
1.26. 0		1	88 34	1	-	-	-
1.22. 0		1	88 18	1	-	-	-
1.18. 0		1	87 57	-	1	-	-
2.29. 0		1	87 29	-	1	-	-
3.41. 0		2	87 19	-	-	1	1
1.12. 0		2	87 0	1	1	-	-
	3.34. 0	2	86 47	-	1	1	-
	3.32. 0	1	86 34	-	-	-	1
	3.31. 0	1	86 31	-	-	-	1
	3.29. 0	1	86 15	-	-	1	-
1 9 0		2	85 54	-	1	1	-
1 8 0		1	85 22	-	-	1	-
	3.23. 0	1	85 11	-	-	1	-
	4.27. 0	1	84 36	-	1	-	-
	13.86. 0	1	84 31	-	-	-	1
	13.84. 0	1	84 20	-	-	-	1
	13.81. 0	1	84 12	1	-	-	-
	13.80. 0	1	84 6	-	-	1	-
1 6 0		1	83 51	-	1	-	-
	2.11. 0	4	83 19	2	-	1	1
	13.67. 0	1	82 58	-	1	-	-
1 5 0		3	82 40	-	1	1	1
	13.62. 0	2	82 29	2	-	-	-
	3.14. 0	2	82 19	-	-	-	2
2 9 0		1	81 54	-	1	-	-
	13.58. 0	1	81 46	-	-	-	1
	13.57. 0	2	81 39	-	1	-	1
	4.17. 0	3	81 27	-	1	1	1
1 4 0		7	80 58	-	3	1	3
	8.31. 0	2	80 46	2	-	-	-
	13.50. 0	3	80 36	1	1	1	-
	13.48. 0	3	80 9	1	1	-	1
2 7 0		1	80 0	-	1	-	-
	7.25. 0	3	79 46	1	2	-	-
	13.46. 0	1	79 34	-	-	-	1
3.10. 0		6	79 15	3	1	-	2
	13.42. 0	2	78 53	1	-	1	-
	13.41. 0	2	78 37	1	1	-	-
	13.40. 0	2	78 20	1	-	1	-
1 3 0		5	77 59	1	-	2	2
	13.37. 0	2	77 24	1	1	-	-
	4.11. 0	5	77 4	-	1	2	2
3 8 0		3	76 25	2	-	-	1
	13.34. 0	3	76 14	-	2	-	1
	13.33. 0	1	75 58	-	-	1	-
2 5 0		2	75 55	-	1	-	1
	13.32. 0	3	75 22	-	1	1	1

Indizes Hauptflächen	Indizes Vizinalflächen	Anzahl d. Flächen	Mittelwert d. Winkels ε'	Verteilung auf Quadranten 1.	2.	3.	4.
1 1 0		18	57 37	5	5	4	4
	79.78. 0	1	57 15	1	-	-	-
	39.38. 0	10	56 50	2	2	1	5
	26.25. 0	3	56 23	-	1	1	1
	39.37. 0	2	56 2	-	1	-	1
	13.12. 0	4	55 39	1	-	1	2
	40.37. 0	4	55 24	2	1	-	1
	10. 9. 0	1	55 12	-	-	-	1
	39.35. 0	3	54 51	1	-	1	1
8 7 0		6	54 10	4	1	-	1
	26.23. 0	2	53 51	1	-	-	1
	53.45. 0	3	53 19	1	-	1	1
	13.11. 0	7	53 4	3	1	1	2
	39.22. 0	1	52 20	1	-	-	-
6 5 0		6	52 14	3	-	1	2
	26.21. 0	6	51 46	1	1	2	2
5 4 0		4	51 41	4	-	-	-
	39.31. 0	8	51 5	2	2	2	2
13.10. 0		6	50 23	3	-	1	2
	79.59. 0	1	49 57	-	-	1	-
4 3 0		6	49 28	3	1	2	-
	39.29, 0	4	49 24	-	-	2	2
	26.19. 0	2	48 32	1	-	1	-
	52.37. 0	4	48 11	-	2	1	1
	27.19. 0	1	47 56	-	-	-	1
13. 9. 0		3	47 42	1	1	-	1
	16.11. 0	2	47 13	1	1	-	-
	78.53. 0	1	46 53	1	-	-	-
3 2 0		14	46 24	4	5	3	2
	26.17. 0	6	45 43	3	1	-	2
	20.13. 0	1	45 24	-	1	-	-
	39.25. 0	3	45 10	1	2	-	-
	52.33. 0	2	44 49	-	2	-	-
8 5 0		5	44 35	1	2	1	1
13. 8. 0		8	43 50	3	2	1	2
	31.19. 0	3	43 27	1	1	-	1
5 3 0		4	43 1	2	1	-	1
	52.31. 0	2	42 53	-	1	1	-
12. 7. 0		5	42 52	1	1	2	1
7 4 0		3	42 35	2	1	-	-
9 5 0		3	41 41	1	1	-	1
	39.22. 0	8	41 35	2	2	-	4
	52.29. 0	3	41 3	-	-	2	1
11. 6. 0		4	40 23	2	1	1	-
13. 7. 0		4	39 50	1	1	1	1
	78.41. 0	3	39 39	3	-	-	-
	39.20. 0	4	39 29	4	-	-	-
	52.27. 0	5	39 2	1	1	2	1
	40.21. 0	2	38 27	-	-	2	-
2 1 0		20	38 6	7	5	5	3
	79.39. 0	3	37 37	-	-	1	2
	79.38. 0	2	37 13	-	-	2	-
	39.19. 0	1	37 4	1	-	-	-

Indizes Hauptflächen	Indizes Vizinalflächen	Anzahl d.Flächen	Mittelwert d. Winkels ε'	Verteilung auf Quadranten 1.	2.	3.	4.
	52.25. 0	6	36 52	1	2	1	2
	53.25. 0	8	36 32	3	3	1	1
	79.37. 0	2	36 24	-	1	1	-
	13. 6. 0	8	36 3	2	1	1	4
	20. 9. 0	7	35 25	1	1	2	3
	11. 5. 0	2	34 59	1	-	1	-
	25.11. 0	1	34 52	1	-	-	-
	52.23. 0	4	34 43	1	1	1	1
7 3 0		1	34 25	1	-	-	-
	39.17. 0	4	34 10	-	1	1	2
	26.11. 0	4	33 40	-	-	2	2
	31.13. 0	6	33 9	1	-	3	2
	39.16. 0	4	32 52	2	1	1	-
5 2 0		15	32 12	5	3	4	3
	79.31. 0	8	31 45	1	3	2	2
	50.19. 0	1	31 21	1	-	-	-
13. 5. 0		7	30 50	3	1	1	2
8 3 0		6	30 31	3	1	2	-
19. 7. 0		5	30 14	2	2	-	1
	52.19. 0	6	29 42	3	1	1	1
	53.19. 0	3	29 28	-	-	2	1
	39.14. 0	2	29 27	-	1	-	1
	20. 7. 0	1	29 11	-	-	1	-
	65.23. 0	3	28 58	1	1	-	1
	26. 9. 0	12	28 30	2	4	2	4
	29.10. 0	1	28 3	-	1	-	-
3 1 0		11	27 41	4	2	3	2
	52.17. 0	2	27 3	-	-	-	2
	31.10. 0	6	26 42	2	-	2	2
	16. 5. 0	4	26 15	2	1	-	1
	13. 4. 0	5	25 33	3	1	-	1
	78.23. 0	2	25 3	-	-	-	2
	10. 3. 0	1	24 45	-	-	-	1
52.15. 0		6	24 20	1	3	1	1
	39.11. 0	6	23 44	3	1	-	2
	11. 3. 0	3	23 25	2	-	-	1
	26. 7. 0	4	22 40	2	-	1	1
	19. 5. 0	2	22 18	1	-	-	1
	39.10. 0	10	22 10	3	3	1	3
4 1 0		9	21 19	4	2	2	1
	21. 5. 0	5	20 44	2	-	-	1
	13. 3. 0	5	20 8	1	1	1	2
	31. 7. 0	5	19 33	-	1	3	1
9 2 0		3	19 2	2	-	-	1
	23. 5. 0	3	18 51	1	2	-	-
	19. 4. 0	2	18 21	-	1	1	-
	52.11. 0	3	18 17	-	-	1	2
	39. 8. 0	2	17 51	-	1	-	1
5 1 0		5	17 15	1	2	1	1
	26. 5. 0	3	16 31	1	1	-	1
	27. 5. 0	1	16 14	-	1	-	-
	11. 2. 0	3	16 9	-	1	2	-
	39. 7. 0	5	15 46	2	-	2	1

Indizes Hauptflächen	Vizinalflächen	Anzahl d. Flächen	Mittelwert d. Winkels ε'	Verteilung auf Quadranten 1.	2.	3.	4.
	52. 9. 0	4	15 18	-	1	1	2
6 1 0		6	14 37	1	2	2	1
	31. 5. 0	2	14 6	-	1	1	-
	13. 2. 0	5	13 37	1	2	1	1
	20. 3. 0	2	13 9	1	-	-	1
7 1 0		5	12 32	1	1	1	2
	52. 7. 0	3	11 55	-	2	-	1
	39. 5. 0	3	11 17	1	-	1	1
8 1 0		1	11 4	-	1	-	-
	41. 5. 0	1	10 49	-	1	-	-
	26. 3. 0	2	10 24	-	1	-	1
9 1 0		1	9 43	-	-	1	-
	19. 2. 0	4	9 16	2	1	-	1
10. 1. 0		3	8 51	1	-	1	1
11. 1. 0		6	8 1	1	2	1	2
12. 1. 0		1	7 38	-	-	-	1
13. 1. 0		2	7 1	1	-	-	1
14. 1. 0		3	6 33	-	1	1	1
	78. 5. 0	2	5 42	-	1	-	1
16. 1. 0		1	5 30	-	-	1	-
17. 1. 0		2	5 12	1	1	-	-
18. 1. 0		2	4 53	1	-	-	1
20. 1. 0		3	4 28	1	2	-	-
21. 1. 0		1	4 12	-	1	-	-
22. 1. 0		1	4 6	-	-	1	-
23. 1. 0		1	3 51	-	-	-	1
24. 1. 0		2	3 44	1	1	-	-
25. 1. 0		1	3 35	-	1	-	-
26. 1. 0		2	3 24	1	-	1	-
27. 1. 0		2	3 19	-	1	-	1
29. 1. 0		1	3 5	-	1	-	-
31. 1. 0		2	2 55	-	-	1	1
34. 1. 0		2	2 38	1	-	-	1
38. 1. 0		1	2 24	-	-	1	-
42. 1. 0		2	2 8	-	-	1	1
52. 1. 0		1	1 37	-	-	1	-
65. 1. 0		1	1 23	-	-	-	1
72. 1. 0		1	1 14	-	1	-	-
78. 1. 0		1	1 10	-	-	1	-
80. 1. 0		1	1 6	1	-	-	-
	pseudo 100	5	0 37	2	-	1	2

Indizes Hauptflächen	Indizes Vizinalflächen	Anzahl d. Flächen	Mittelwert d. Winkels ε'	Verteilung auf Quadranten 1.	2.	3.	4.
13.31. 0		2	74 55				
3 7 0		3	74 38	-	1	1	1
	13.30. 0	3	74 19	2	1	-	-
	13.29. 0	4	73 55	1	2	-	1
	13.28. 0	5	73 24	2	2	-	1
	26.55. 0	2	73 10	-	1	1	-
	13.27. 0	6	72 54	2	1	-	3
	39.80. 0	1	72 40	-	1	-	-
1 2 0		12	72 27	4	2	2	4
	20.39. 0	2	72 18	1	1	-	-
	39.77. 0	4	71 55	1	1	-	2
	10.19. 0	1	71 42	-	-	-	1
	8.15. 0	3	71 25	2	-	-	1
	11.21. 0	6	71 24	1	2	1	2
	20.37. 0	3	71 3	2	-	-	1
	13.24. 0	2	70 48	-	1	1	-
	26.47. 0	3	70 26	-	1	1	1
	13.23. 0	2	70 11	-	1	-	1
4 7 0		4	69 55	2	-	1	1
	13.22. 0	5	69 31	1	2	1	1
	26.43. 0	2	68 55	-	2	-	-
8.13. 0		5	68 31	1	1	1	2
13.21. 0		1	68 12	-	1	-	-
	31.49. 0	2	67 52	1	1	-	-
	13.20. 0	4	67 36	1	1	1	1
2 3 0		2	67 13	1	-	1	-
	13.19. 0	5	66 26	-	1	2	2
	26.37. 0	2	65 46	1	1	-	-
	39.55. 0	2	65 39	1	-	-	1
	13.18. 0	9	65 27	4	2	1	2
	31.43. 0	1	65 2	1	-	-	-
	20.27. 0	3	64 42	1	-	1	1
3 4 0		8	64 23	4	2	-	2
	16.21. 0	2	64 10	-	-	-	2
	10.13. 0	1	63 52	1	-	-	-
	13.17. 0	2	63 47	1	1	-	-
	39.50. 0	1	63 31	-	1	-	-
	26.33. 0	4	63 16	3	1	-	-
	39.49. 0	2	63 6	-	-	1	1
4 5 0		3	62 56	2	1	-	-
	13.16. 0	5	62 33	2	1	2	-
	16.19. 0	2	62 21	-	2	-	-
5 6 0		2	61 58	1	1	-	-
	39.47. 0	3	61 46	2	-	-	1
	26.31. 0	5	61 39	2	1	1	1
13.15. 0		7	60 52	1	2	2	2
	39.44. 0	1	60 24	-	-	1	-
	26.29. 0	2	60 11	1	-	-	1
	39.43. 0	2	59 40	-	1	1	-
	13.14. 0	7	59 17	4	1	1	1
	26.27. 0	10	58 25	5	1	2	2
	78.79. 0	2	57 59	1	-	1	-

LISTE 3

B 782 (Rathit II)

Liste aller gemessenen Winkelwerte in Zone [001]

Index	1.Quadrant φ	2.Quadrant φ	3.Quadrant φ	4.Quadrant φ
4.43. 0	3°20'			
3.31. 0				356°31'
1 4 0		170°55'	188°42'	351 3
8.31. 0	9 10			
13.34. 0		166 17		
2 5 0		165 52		
1 2 0	17 24	162 29	197 41	342 37
13.19. 0			203 33	
3 4 0	25 15			
13.16. 0			207 29	
16.19. 0		152 24		
1 1 0	32 14		212 11	327 49
39.38. 0		146 54		
5 4 0	38 3			
26.21. 0		141 44	218 12	321 39
4 3 0			220 11	
27.19. 0				317 56
3 2 0	43 20	136 24	223 30	316 42
32.19. 0				313 28
5 3 0	47 13			
39.22. 0				311 39
2 1 0	51 37	128 25	231 39	308 28
53.25. 0	53 23			
25.11. 0	55 8			
5 2 0	57 38	122 17	237 52	302 17
50.19. 0	58 36			
53.19. 0			240 35	
26. 9. 0		118 42		298 38
3 1 0			242 13	
52.17. 0				297 2
4 1 0		111 10		
31. 7. 0			250 13	
23. 5. 0		108 56		
5 1 0		107 22		
27. 5. 0		106 14		
52. 9. 0				285 19
6 1 0		104 44		
39. 4. 0				279 6

LISTE 4

B 205 (Rathit II)

Liste aller gemessenen Winkelwerte der Zone [001]

Index	1.Quadrant φ	2.Quadrant φ	3.Quadrant φ	4.Quadrant φ
pseudo 010			180°12'	
2.11. 0	6°49'		186 45	353°38'
3.14. 0				352 18
4.17. 0	8 24			351 20
1 4 0				351 5
3.10. 0	10 51			349 9
13.40. 0	11 31			
1 3 0	11 55			347 53
4.11. 0		167 7	192 50	347 1
3 8 0	13 36			346 27
2 5 0				345 57
13.32. 0	14 38	165 20		345 15
5.12. 0				
20.47. 0			194 54	
3 7 0				344 48
13.29. 0				343 51
13.27. 0				342 53
1 2 0	17 38			342 19
11.21. 0	18 8	161 1	198 39	341 30
26.47. 0		160 20	199 30	340 30
4 7 0				339 53
13.22. 0		159 38	200 29	
26.43. 0		158 55		
8.13. 0		158 25	201 27	338 32
13.20. 0	22 34	157 42	202 13	
13.19. 0			203 7	336 22
13.18. 0	24 35	155 25	204 2	335 25
16.21. 0				334 30
13.17. 0	26 11	153 45		
39.50. 0		153 31		
26.33. 0		153 13		
4 5 0	26 55	152 55		
13.16. 0		152 35		
16.19. 0		152 18		
5 6 0		151 56		
26.31. 0	28 5	151 36	208 29	
13.15. 0	29 10	151 5	209 13	330 51
39.44. 0			209 36	
39.43. 0			210 7	
1 1 0	32 30	147 36		327 35
39.38. 0				326 52
26.25. 0				326 26
39.37. 0				326 2
13.12. 0	34 7			325 44
40.37. 0				325 27
10. 9. 0				325 12
39.35. 0				324 50
8 7 0	35 35			324 20
53.45. 0				323 36
13.11. 0	36 46			322 56
39.22. 0	37 50			
6 5 0				322 29

Index	1.Quadrant φ	2.Quadrant φ	3.Quadrant φ	4.Quadrant φ
26.21. 0				321 53
39.31. 0			219 4	
13.10. 0	39 25		219 31	320 35
79.59. 0			220 3	
4 3 0	40 55		220 34	
52.37. 0	41 54	138 7		
39.29. 0			220 43	319 36
16.11. 0	42 44			
3 2 0	43 38	136 1	223 55	316 23
26.17. 0	44 8	135 42		315 35
20.13. 0		135 24		
39.25. 0		135 1		
53.33. 0		134 42		
8 5 0		134 25	225 48	314 45
13. 8. 0		134 10	226 12	313 42
5 3 0				313 6
52.31. 0			227 1	
12. 7. 0			227 50	
39.22. 0	48 49	131 51		311 55
53.29. 0			228 57	311 1
11. 6. 0		130 32	229 30	
13. 7. 0			230 7	309 43
40.21. 0			230 30	
52.27. 0			230 49	
2 1 0		128 10	232 56	308 14
79.39. 0				307 39
52.25. 0				307 0
53.25. 0		126 42		306 30
79.37. 0		126 11	233 31	
13. 6. 0			234 1	306 0
20. 9. 0			234 35	305 23
11. 5. 0			234 58	
39.17. 0		124 2	235 37	304 14
26.11. 0			236 41	303 29
31.13. 0			237 0	
5 2 0	57 20	122 41		302 46
79.31. 0		121 54	238 14	301 58
13. 5. 0	58 55			
8 3 0	59 18		239 23	
53.19. 0	60 17	119 36	240 7	299 16
20. 7. 0			240 49	
26. 9. 0	61 16	118 26	241 37	298 8
3 1 0	62 6		242 19	
31.10. 0				296 39
16. 5. 0	63 42	116 16		296 8
13. 4. 0				295 34
78.23. 0				295 1
52.15. 0		114 13		
11. 3. 0	66 53			293 38
23. 6. 0		112 14		
39.10. 0				292 10
13. 3. 0				289 57
52.11. 0				288 21

LISTE 5

Ra 4 (Rathit II)

Liste der gefundenen Winkelwerte der Zone [001]

Index	1.Quadrant φ	2.Quadrant φ	3.Quadrant φ	4.Quadrant φ
pseudo 010		180°31'	179°32'	
13.27. 0	16°55'			343° 9'
1 2 0	17 25		197 24	
20.39. 0	17 44	162 19		
39.77. 0	18 3	161 57		341 58
8.15. 0	18 30			
20.37. 0	18 50			
13.24. 0	19 15			
4 7 0	19 45			
26.27. 0	31 44			
1 1 0	32 18	147 30	212 8	
79.78. 0	32 45			
39.38. 0				326 52
26.25. 0			213 41	
39.31. 0	38 44	141 21		
52.37. 0	42 0			
3 2 0	43 27	136 55		
26.17. 0	44 8			
39.25. 0		135 14		
78.41. 0	50 15			
39.20. 0	50 57			
2 1 0	51 47	128 3	231 28	
79.38. 0			232 44	
79.31. 0		121 46		
3 1 0		117 12		
pseudo 100			269 44	

Ra 1 (Rathit II)

Liste aller gefundenen Winkelwerte in Zone [001]

Index	1.Quadrant φ	2.Quadrant φ	3.Quadrant φ	4.Quadrant φ
39.22. 0				311 38
2 1 0				308 8
53.25. 0	53 17			
20. 9. 0				304 59
31.13. 0	56 56			
5 2 0	58 4			
8 3 0	59 48	120 17		
53.19. 0	60 37			
31.10. 0			243 20	
13. 4. 0		115 34		
39.10. 0		11 52		

3. Kapitel

Tracht und Habitus der Liveingite

a) Die Abtrennung des Liveingits vom Rathit

Als diese Arbeit begonnen wurde, war noch nicht abgeklärt, ob Liveingit und Rathit II identisch sind. Daher sind an Kristallen, die mit Liveingit ausgezeichnet waren, goniometrische Vermessungen erfolgt.

Liveingit wurde 1901 durch Solly und Jackson (131 b) zum ersten Male beschrieben. 1902 (132 d_1) berichtet Solly: «... Messungen an drei guten, kürzlich erhaltenen Krystallen zeigten die Zugehörigkeit zum rhombischen System, und zwar ergab sich: (100): (110) = 44°49', (010): (011) = 46°48', (001) : (101) = 43°23'.»

Solly fährt fort: «In der Prismenzone waren die Flächen von (210), (430), (540), in der makrodiagonalen Zone die von (302), (504), (908), (101) wohl entwickelt, und (100) ist eine Spaltungsfläche. Eine Pyramidenzone mit zahlreichen schmalen Flächen ist gleichfalls vorhanden. Die Krystalle zeigen oft ein polysynthetisches Wachstum parallel mit (100). Im Aussehen gleichen sie dem Rathit.»

Seither findet man in der ganzen Literatur keine weiteren Hinweise auf goniometrische Messungen. Das Achsenverhältnis wird nie genannt, lediglich der Winkel β wird nahe 90° angegeben und das Mineral meist monoklin-pseudorhombisch eingestuft. Alle Bearbeiter erwähnen die Ähnlichkeit dieses Minerals mit Rathit, Baumhauerit oder Skleroklas. In Tabelle 4 sind die publizierten Einzelheiten in zeitlicher Aufeinanderfolge dargestellt.

Offenbar beziehen sich bis 1944 alle Angaben nur auf zwei bestimmte Kristalle, von denen einer (Nowacki 1967) nicht mehr zu finden war, während der andere von Solly für die Analyse verwendet wurde. Von den oben erwähnten drei Kristallen fehlt jede weitere Spur. Nowacki fand aber im U. S. National Museum einen weiteren Liveingit, sowie im Department of Mineralogy and Petrology der Universität Cambridge (England) acht weitere als Liveingite ausgezeichnete Kristalle. Alle ergaben mit Rathit II identische Pulverdiagramme.

Fünf von den aus Cambridge stammenden Liveingitkristallen konnten durch die Freundlichkeit von Herrn NOWACKI von mir goniometrisch vermessen werden und zwar C 17 P19 a) (= kleiner Kristall), b) (= größerer Kristall), sowie die Kristalle C 20 P 22; C 21 P 23 und C 15 P 17. Siehe Abb. 16 und 17.

Die Kopfflächen sind bei allen Individuen schlecht erfaßbar. Bei vier Kristallen sind zwar (mit der Lupe gut kenntlich) einige große und gut ausgebildete Flächen vorhanden, doch sind sie so stark (meist gelblich) angelaufen, daß kaum Reflexe entstehen.

Die Abtrennung der Liveingite erfolgte wegen der von Rathit deutlich verschiedenen Tracht bzw. Habitus. Hierbei sind allerdings die einzelnen für Liveingit gehaltenen Kristalle auch unter sich nicht sehr ähnlich. Eine Sonderrolle spielen hierbei die beiden Kristalle C 20 P 22 und C 15 P 17, die sich von allen bisher behandelten Rathiten II sowie von den anderen Liveingiten stark unterscheiden; sie sind einander ähnlich und zeigen in der Prismenzone eine dreieckig begrenzte Abfolge von Flächenfazetten mit einem gemeinsamen silberglänzenden Saum («S» in Abb. 14).

Um Liveingite in gleicher Weise aufzustellen wie Rathite II, wählt man die gut entwickelte Prismenfläche an der Schmalseite des Kristalls als (100) und erhält so eine gut ausgebildete Zone [010].

An drei der fünf gemessenen Kristalle konnte in diesem Falle die für Rathit typische (302) gefunden werden. Ein einziger Kristall – C 21 P 23 – entwickelt die auch bei Rathit vorkommende Zone [0$\bar{1}$1] und in dieser die Fläche ($\bar{5}$22).

In der Zone [001] findet man bei dieser Aufstellung eine vollständige Übereinstimmung aller von LEWIS (83 k_2) gefundenen hkO-Formen an Rathit; ebenso gut ist die Übereinstimmung in den von uns an Rathit II und Liveingit gefundenen Haupt- und Vizinalformen. Die in der Literatur erwähnten «roten» und «grünen Reflexe» mancher Flächen finden sich sowohl an Rathit II wie Liveingit.

Da außer den oben genannten wenigen Werten keine Meßdaten der Liveingitkristalle vorliegen, wurde auf der Grundlage der Neumessungen die Liste 6 erstellt, die alle an Liveingiten gefundenen Formen angibt. Das Sammelstereogramm der Abb. 15 ist auf die gleiche Art vereinfacht, wie dies für Rathitkristalle erläutert wurde. Die wirkliche Lage der Flächen in bezug auf die Quadranten geht aus den einzelnen stereographischen Projektionen (Abb. 16 und 15) hervor.

b) Neu- und Erstmessungen an Liveingiten

Bis auf einen Kristall (C 17 P 19 b) liegen nur Bruchstücke der Kristalle vor, was die Lücken in den stereographischen Projektionen bedingt. Der Kristall C 17 P 19 a), das kleinste Bruchstück dieser Gruppe, weist makroskopisch die größte Ähnlichkeit mit Rathiten II auf (vgl. z. B. B 582). Die drei übrigen Exemplare stimmen eher untereinander überein und nicht mit dem Aussehen der «üblichen» Rathite II. Sie sind nämlich kurzstengelig, mit eher großen Flächen der Prismenzone besetzt und weisen in eben dieser Zone [001] eine einspringende Ecke auf, die sonst an keinem der Rathite II bemerkt wurde. Gewisse besondere Merkmale folgen bei den Einzelbeschreibungen.

C 17 P 19 a) (Liste 7)

Es handelt sich, wie schon bemerkt, um ein nach c gestrecktes Bruchstück von ca 2 mm Höhe, maximale Breite des Prismas in Richtung b 1,5 mm, nach vorn spitz zulaufend. Auffallend ist die große, stark geneigte Kopffläche, die matt und gelblich angelaufen ist. In der Prismenzone weist er wenig einspringende Winkel auf. Von den Fundamentalflächen wurden nur (100) und ($\bar{1}$00) gefunden.

C 17 P 19 b) (Liste 8)

ist ein 3 mm langes, ca 1,5 mm breites Bruchstück, an dessen einem Ende zwei Zacken ganz schwache Reflexe von Kopfflächen geben. In der Prismenzone weist der Kristall auffallend viele einspringende Winkel auf. Die meisten Reflexe dieser Zone sind abwechslungsweise rot und grün.

C 20 P 22 (Liste 9)

An diesem Kristall wurde die einzige Fläche (001) aller Exemplare gefunden. Aus ihr konnte der Achsenwinkel mit 100°46' berechnet werden, was sich mit dem Literaturwert β = 100°44' der Rathite II sehr gut deckt.

Er liegt als dickes klumpiges Bruchstück vor. Auffallend ist die große matte Flächengruppe in der Zone [001], die einen hellen «silbernen» Rand zeigt, der fast ganz auf die quadratische Fläche (100)

übergreift. Von den drei matten Kopfflächen ist die dritte, abgebrochene, die größte; sie wurde mit (302) indiziert. An seinem unteren Ende ist der Kristall mit vielen Pyriten besetzt. Seine größte Höhe ist 2,5 mm bei einem Querschnitt von 2 mm.

C 15 P 17 (Liste 10)

ist das kleinste Bruchstück unter den vorliegenden Kristallen. Es ist ebenfalls gedrungen und dick. Groß ist seine Ähnlichkeit mit Kristall C 20 P 22 in der Prismenzone, da die größte Flächengruppe auch einen hellen unregelmäßig gezackten Rand zeigt. Diese Ähnlichkeit mit Kristall C 20 P 22 wurde auch zur Orientierung des Kristalls benutzt, da sonst keinerlei Anhaltspunkte vorhanden sind. Beide Exemplare gleichen einander sowohl in der Art der Ausbildung der Flächen als auch in der Neigung dieser Flächen gegen die a-Achse.

C 21 P 23 (Liste 11)

Abermals ein gedrungenes, dickes Bruchstück mit einer Höhe von 2 mm und einer Breite von 1,8 mm. Auffallend ist seine große, geneigte Kopffläche, die angelaufen und ganz quer gestreift ist. Die Prismenzone zeigt wenige, aber stark einspringende Winkel.

c) Diskussion der Identität von Rathit II und Liveingit

Vergleicht man zunächst *die physikalischen Eigenschaften* dieser beiden Mineralien, so findet sich völlige Übereinstimmung in den Angaben über die Farbe (bleigrau), die Härte (3) und die Spaltbarkeit parallel (100). – Erwähnt werden Zwillinge (polysynthetisch nach (100), bei Rathit II sehr selten kenntlicher Lamellenbau. In der Dichte besteht eine kleine Differenz: während Rathit II die Dichte 5,4 hat, soll Liveingit nur die Dichte 5,3 besitzen. Ebenso soll der Strich bei Liveingit bräunlichrot sein, während er bei Rathit II schokoladebraun ist.

Laut Nowacki (1965) stimmen die beiden Arten im *Chemismus* sehr gut überein, ebenso liefern *die röntgenographischen Untersuchungen* praktisch keine Unterschiede. Es gilt nämlich für beide die Raumgruppe P 2_1 und die folgenden Werte

Rathit II	$a_0 = 8{,}43$ $b_0 = 70{,}9$ $c_0 = 7{,}91$ $\beta = 90^o$	*Liveingit*	$a_0 = 8{,}44 \pm 0{,}01$ $b_0 = 69{,}11 \pm 0{,}005$ $c_0 = 7{,}929 \pm 0{,}005$ $\beta = 90^o$

Die eigenen goniometrischen Messungen ergeben noch folgende Vergleichsmöglichkeiten:

- In der Zone [001] herrscht größte Übereinstimmung der Flächenmannigfaltigkeit;
- in der Zone [010] stimmen ziemlich viele Flächen überein, während die Zone [0$\bar{1}$1] bei den Liveingiten nur spärlich besetzt ist, jedoch im Einklang mit der Besetzung bei den Rathiten;
- bei beiden Arten sind die Pinakoide 1. Stellung (100), ($\bar{1}$00) gut entwickelt; an jedem Kristall ist mindestens eine der beiden Flächen stets vorhanden. Die Flächen (010) bzw. (0$\bar{1}$0) kommen in keinem Falle vor; vereinzelt trifft man nahe davon eine pseudo-(010)-Fläche;
- Sowohl bei Rathit II wie bei Liveingit tritt eine (001) selten und schlecht entwickelt auf.

Ungeachtet dessen muß man eine Rathit II-Tracht von einer Liveingittracht unterscheiden, da in allen Zonen außer der Zone [001] beim Rathit II eine viel reichere Flächenbesetzung auftritt. Auffallend ist auch, daß die an Rathiten II fast immer vorhandene und gut entwickelte Form {110} bei den Liveingiten nur selten und schlecht entwickelt vorkommt.

Vergleich des Fundamentalwinkels β *und des Achsenverhältnisses c : b.* Für den Winkel β liegt für beide Abarten nur je ein brauchbarer Wert vor: Rathit II = 100°20', Liveingit = 100°46'. Die Differenz von 26' liegt in der Fehlergrenze. – Für das Verhältnis c : b gibt es für Rathit II brauchbare Werte von mehreren Kristallen, für Liveingit nur einen.

Zusammenfassend gelten die folgenden Angaben:

für Rathite II: a : b : c = 1,57308 : 1 : 1,07027
für Liveingite: a : b : c: 1,56602 : 1 : 1,06.

Liveingit
Mittel-
werte

Abb 15

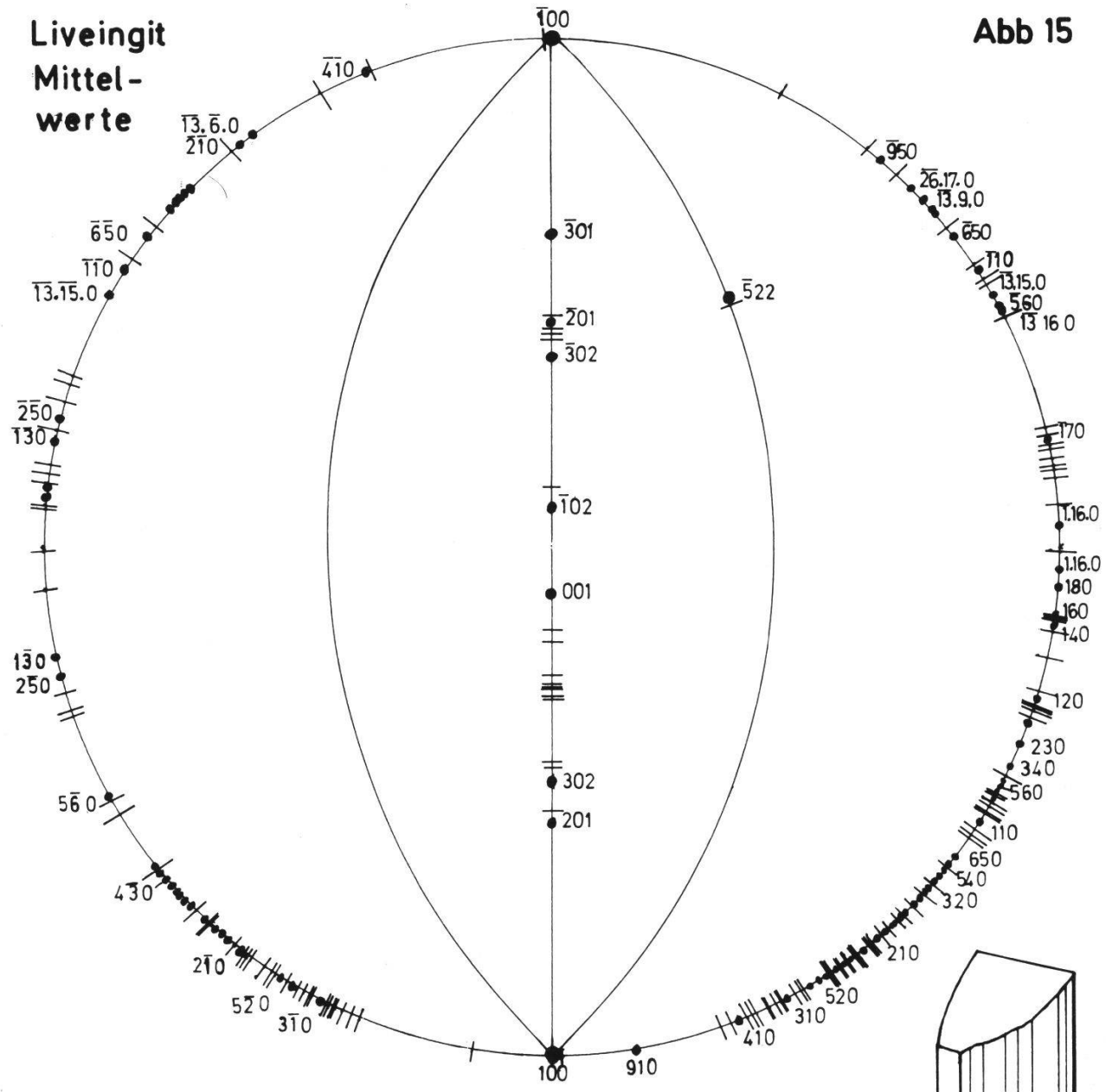
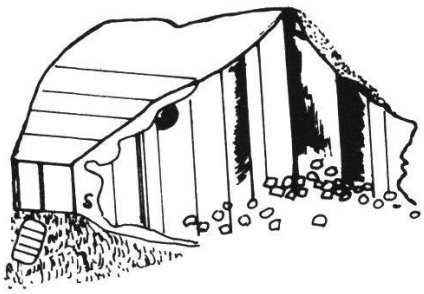
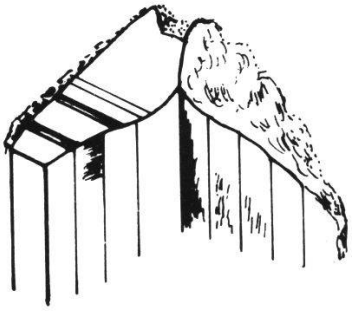


Abb. 14 (ca. 10x vergrössert)

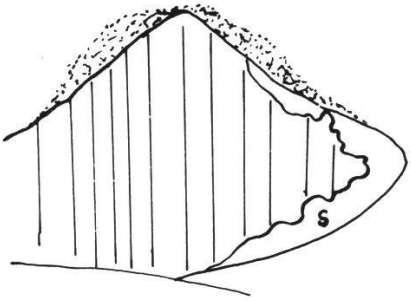
C 17 P 19 a)



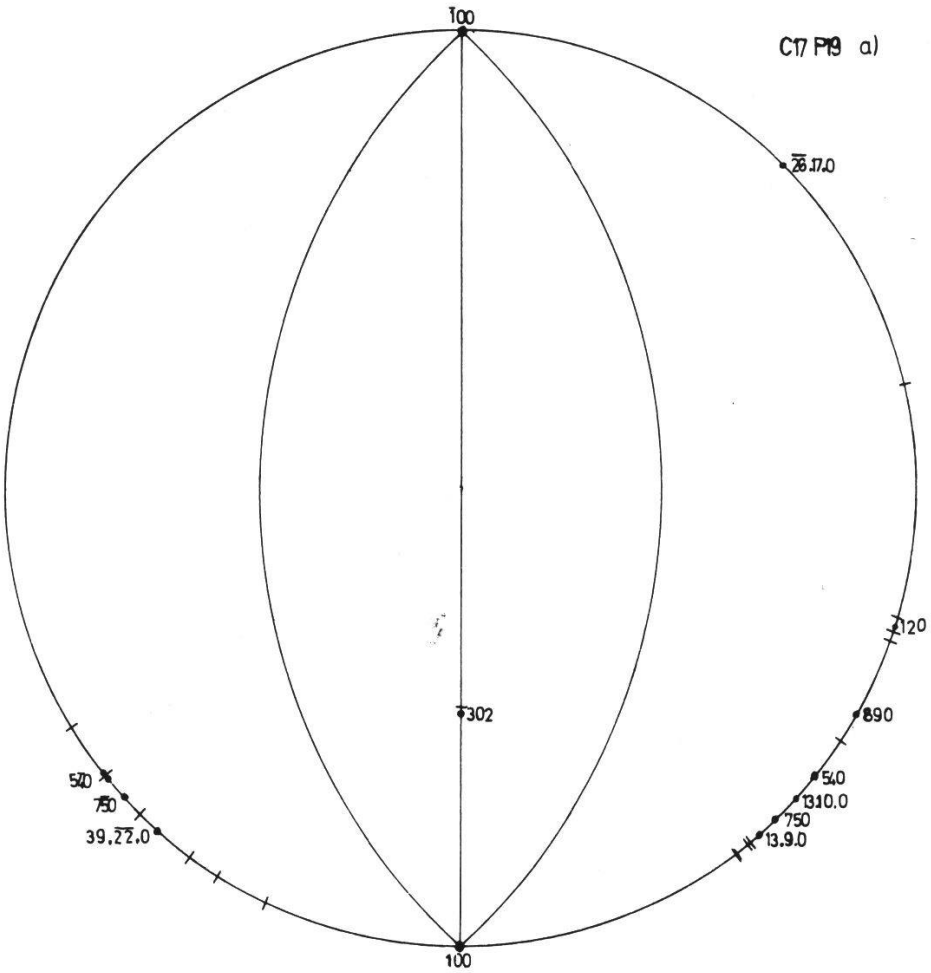
C 20 P 22



C 21 P 23



C 15 P 17


C17 P19 a)
100
302
120
890
54.0
13.10.0
750
13.9.0
100
520
750
39.22.0

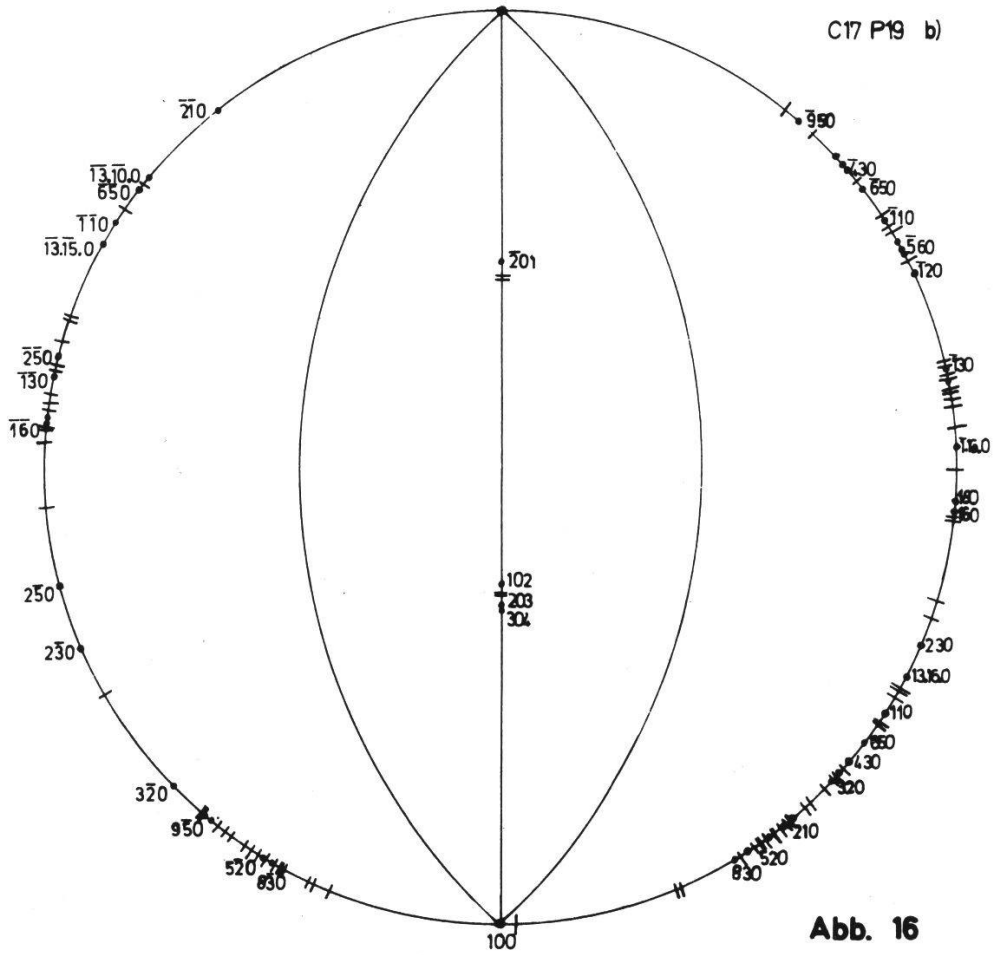

C17 P19 b)
201
102
203
304
100
230
110
430
320
210
520
830
250
230
320
520
830

Abb. 16

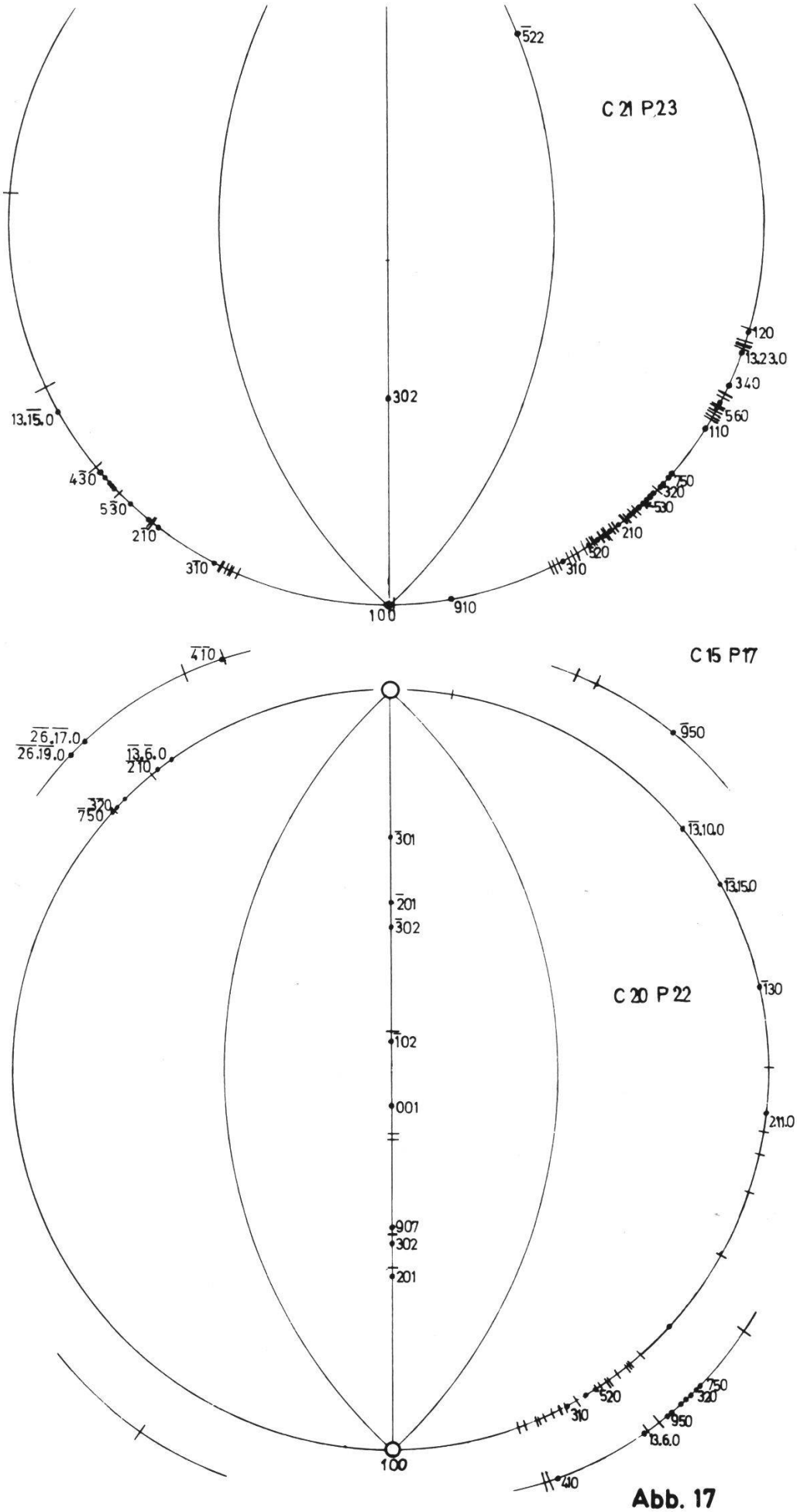


Abb. 17

TABELLE IV (Liveingit)

JAHR	AUTOR	MAKRO-KRISTALLOGRAPHISCHE UNTERSUCHUNGEN			
		Kristallsystem	Winkel β	Achsenverhältnis	
1901	Solly und Jackson	monoklin	$89^{\circ}\ 45\frac{1}{2}'$	---	
1902	Solly	rhombisch	---	---	
1903	Baumhauer	---	---	---	
1904	Solly	1.unbekannter Kr. monoklin (wie Liveingit) 2.unbekannter Kr. monoklin (wie Rathit)	$81^{\circ}\ 11'$ $89^{\circ}\ 40'$	---	
1909	Desbuissons	monoklin pseudorhomb.Habitus	$89^{\circ}\ 45\frac{1}{2}'$ (Wert Solly)	---	
1912	Lewis	eher monoklin als triklin	---	---	
1921	Groth und Mieleitner	monoklin	$90^{\circ}\ 17'$	---	
1930	Dan Giusca	---	---	---	
1934	Ferrari und Curti	monoklin	$89^{\circ}\ 45'$ (Wert Solly)	---	

ZWILLINGSGESETZE	ROENTGEN-UNTERSUCHUNGEN ZELLELEMENTE a_0 b_0 c_0 β RAUMGRUPPE	BEMERKUNGEN
Angelaufene Zwillings-aggregate nach (100)		Der Habitus ist dem von Rathit und Sartorit etwas ähnlich
polysynthet. Wachs-tum parallel m.(100)		Im Ansehen gleichen sie dem Rathit
hat einen vollkommenen Blätterbruch //(100) hat vollkommene Spaltbarkeit //(100)		zeigt wie Liveingit keine schiefe Streifung auf den Fl. der Zone {100 , 001} zeigt wie Rathit zahlreiche schiefe Streifen auf den Fl. der Zone {100 , 001}
		durch die Entwicklung der Zone des Domas gleichen diese Kr. dem Rathit, in der Zone des Prisme oblique eher dem Sartorit
		2 herrschende Zonen, die unter 90° gegeneinander geneigt sind, die eine ausgesprochen schief, die andere symmetrisch prismatisch

JAHR	AUTOR	MAKRO-KRISTALLOGRAPHISCHE UNTERSUCHUNGEN			
		Kristallsystem	Winkel β	Achsenverhältnis	
1934	Bader	monoklin	$89^{\circ}\ 45\frac{1}{2}'$ (Wert Solly)	---	
1940	Niggli, Koenigsberger, Parker	monoklin	---	---	
1944	Dana	monoklin	$90^{\circ}\ 14\frac{1}{2}'$	---	
1949	Strunz	monoklin-pseudo-rhombisch	$90^{\circ}\ 17'$	---	
1950	Ramdohr	monoklin	$89^{\circ}\ 45'$	---	
1954	Klockmann, Ramdohr	monoklin-pseudo-rhombisch	---	---	
1960	Ramdohr	monoklin	$89^{\circ}\ 45'$	---	
1964	Nowacki	Existenz überhaupt zweifelhaft			
1966	Strunz	monoklin-pseudo-rhombisch	$90^{\circ}\ 17'$	?	
1967	Nowacki	Es ist sehr wahrscheinlich, dass Liveingit überhaupt mit Rathit-II identisch ist.			

ZWILLINGSGESETZE	ROENTGEN-UNTERSUCHUNGEN ZELLEMENTE a. b. c. β	RAUMGRUPPE	BEMERKUNGEN
Zwillinge nach (100), d.eine Indiv. grün, d.and.rot angelaufen			Habitus ähnlich Rathit und Skleroklas
			Sichere Angaben über die Eigenschaften fehlen. Sehr ähnlich Baumhauerit
Zwillinge nach 100			Eigenschaften des Dünnschliffs von Giusca übernommen
			Ziemlich hohes, dem Baumhauerit ganz ähnliches Reflexionsvermögen
Zwillinge nach(100)			Kristall vom Aussehen des Skleroklas, aber gut spaltend
			gleiche Bemerkung wie 1950
			bezieht sich auf Solly
	8,44 69,11 7,929 90°	$P\,2_1$	alle acht Kristalle ergaben mit Rathit-II identische Pulverdiagramme.

LISTE 6

Liste der gefundenen Winkelwerte
an allen sog. LIVEINGITEN

Indizes Hauptflächen	Indizes Vizinalflächen	Anzahl d. Flächen	Mittelwert, Winkel ε	Verteilung auf Quadranten 1.	2.	3.	4.
0 1 0		---	---				
	pseudo 0 1 0	2	89 48	1	1	-	-
1.16. 0		2	87 42	1	-	-	1
1 8 0		1	85 37	1	-	-	-
	3.23. 0	3	85 10	-	1	1	1
	10.73. 0	1	85 2	-	1	-	-
	4.27. 0	1	84 43	-	-	1	-
1 6 0		2	84 5	1	-	1	-
	3.17. 0	1	83 42	1	-	-	-
2.11. 0		2	83 24	1	-	1	-
	4.21. 0	1	83 2	1	-	-	-
1 4 0		1	82 59	1	-	-	-
	3.14. 0	2	82 20	-	-	1	1
	13.57. 0	2	81 38	-	-	1	1
	13.51. 0	1	80 43	-	-	-	1
	13.50. 0	1	80 34	-	-	1	-
	13.48. 0	2	80 14	1	-	-	1
5.17. 0		1	79 26	-	-	-	1
	3.10. 0	1	78 54	-	-	-	1
	13.40. 0	1	78 18	-	-	-	1
1 3 0		3	77 58	-	1	1	1
	13.37. 0	3	77 20	1	-	1	1
	13.35. 0	3	76 39	-	-	1	2
2 5 0		2	75 46	-	1	1	-
	26.55. 0	1	73 45	-	1	-	-
	13.28. 0	2	73 24	1	-	1	-
1 2 0		2	72 36	2	-	-	-
	13.27. 0	1	72 56	1	-	-	-
	39.77. 0	2	71 45	2	-	-	-
	11.21. 0	1	71 20	1	-	-	-
	8.15. 0	3	71 6	2	-	1	-
	26.47. 0	4	70 31	3	-	1	-
13.23. 0		1	70 1	1	-	-	-
2 3 0		2	67 3	1	1	-	-
	20.27. 0	1	64 59	-	1	-	-
3 4 0		1	64 27	1	-	-	-
	39.50. 0	1	63 39	-	-	-	1
	39.49. 0	1	63 15	1	-	-	-
13.16. 0		3	62 25	2	-	-	1
5 6 0		2	61 56	1	-	-	1
	26.31. 0	1	61 36	1	-	-	-
	17.20. 0	2	61 7	2	-	-	-
13.15. 0		5	60 44	1	2	1	1
	39.44. 0	4	60 32	3	1	-	-
8 9 0		1	60 3	1	-	-	-

Indizes Hauptflächen	Indizes Vizinalflächen	Anzahl d. Flächen	Mittelwert Winkel ε'	Verteilung auf Quadranten 1.	2.	3.	4.
	39.43. 0	2	59 52	2	-	-	-
	13.14. 0	2	59 21	1	-	-	1
	31.33. 0	1	58 57	1	-	-	-
	26.27. 0	3	58 16	1	1	-	1
1 1 0		4	57 20	2	-	1	1
	39.38. 0	1	56 42	-	-	-	1
	26.25. 0	1	56 12	1	-	-	-
	39.37. 0	2	55 51	1	-	1	-
	40.37. 0	1	55 29	1	-	-	-
6 5 0		3	52 30	1	-	1	1
5 4 0		2	51 49	1	1	-	-
	39.31. 0	4	51 8	-	2	1	1
13.10. 0		4	50 30	1	3	-	-
4 3 0		3	49 31	1	1	-	1
26.19. 0		4	48 26	1	1	1	1
	52.37. 0	1	48 12	1	-	-	-
7 5 0		6	47 53	3	2	1	-
13. 9. 0		7	47 20	4	1	1	1
	52.35. 0	1	46 30	1	-	-	-
3 2 0		6	46 14	3	2	1	-
26.17. 0		5	45 22	2	1	1	1
	39.25. 0	2	44 52	1	1	-	-
13. 8. 0		2	43 52	2	-	-	-
	31.19. 0	1	43 24	-	-	-	1
5 3 0		3	43 11	2	1	-	-
	39.23. 0	1	42 37	1	-	-	-
12. 7. 0		1	42 19	1	-	-	-
39.22. 0		5	41 40	3	2	-	-
	52.29. 0	3	41 11	2	1	-	-
9 5 0		6	40 49	3	1	-	2
	11. 6. 0	1	40 9	1	-	-	-
13. 7. 0		4	39 52	2	2	-	-
	40.21. 0	6	39 22	5	1	-	-
	52.27. 0	2	39 8	1	-	1	-
	39.20. 0	7	38 49	4	2	-	1
2 1 0		5	38 0	2	1	2	-
	39.19. 0	6	37 17	5	1	-	-
	52.25. 0	3	36 49	2	1	-	-
	53.25. 0	4	36 28	3	1	-	-
13. 6. 0		4	35 56	3	-	1	-
	39.18. 0	1	35 42	1	-	-	-
	11. 5. 0	3	35 16	3	-	-	-
16. 7. 0		1	34 54	1	-	-	-
	52.23. 0	2	34 37	2	-	-	-
	39.17. 0	5	34 20	3	1	-	-
7 3 0		1	33 49	1	-	-	-
	26.11. 0	3	33 42	2	1	-	-
	31.13. 0	3	33 6	3	-	-	-
	39.16. 0	4	32 30	2	2	-	-
5 2 0		4	32 12	3	1	-	-
	79.31. 0	1	31 31	-	1	-	-
13. 5. 0		2	31 14	2	-	-	-

Indizes Hauptflächen	Indizes Vizinalflächen	Anzahl d.Flächen	Mittelwert Winkel ε'	Verteilung auf Quadranten 1.	2.	3.	4.
8 3 0		3	30 39	2	1	-	-
	78.29. 0	1	30 9	-	1	-	-
	52.19. 0	2	29 45	1	1	-	-
	53.19. 0	3	29 12	2	1	-	-
	26. 9. 0	2	28 37	1	1	-	-
3 1 0		3	27 38	2	1	-	-
	52.17. 0	3	27 12	1	-	1	1
	31.10. 0	2	26 29	1	1	-	-
	16. 5. 0	3	26 9	1	2	-	-
	13. 4. 0	4	25 34	1	3	-	-
	10. 3. 0	2	25 25	1	1	-	-
	52.15. 0	2	24 41	-	2	-	-
	39.11. 0	3	23 51	1	1	-	-
	11. 3. 0	2	23 4	2	-	-	-
	19. 5. 0	3	22 25	2	1	-	-
4 1 0		2	21 17	1	-	1	-
	79.19. 0	1	20 52	-	-	1	-
	21. 5. 0	2	20 19	2	-	-	-
	31. 7. 0	2	19 36	2	-	-	-
9 1 0		1	9 44	1	-	-	-
	39. 4. 0	1	9 16	-	1	-	-
	ps. 1 0 0	3	0 46	2	-	1	-
1 0 0							
Zone [010]			ρ	φ			
2 0 1		1	56 50	90 0			
	30. 0.17	1	54 46	90 0			
3 0 2		3	50 34	90 0			
	22. 0.17	1	46 55	90 0			
9 0 7		1	45 5	90 0			
3 0 4		1	34 26	90 0			
2 0 3		1	33 31	90 0			
	7. 0.11	1	31 26	90 0			
	6. 0.11	1	30 23	90 0			
1 0 2		1	28 33	90 0			
	5. 0.17	1	20 44	90 0			
	4. 0.17	1	19 8	90 0			
0 0 1		1	10 46	90 0			
$\bar{1}$ 0 2		1	8 32	270 0			
	$\bar{8}$. 0.17	1	11 50	270 0			
$\bar{3}$ 0 2		1	40 38	270 0			
	$\overline{29}$. 0.16	1	44 4	270 0			
	$\overline{20}$. 0.11	1	45 24	270 0			
$\bar{2}$ 0 1		2	47 53	270 0			
$\bar{3}$ 0 1		1	62 19	270 0			
Zone [0$\bar{1}$1]							
5 2 2		1	61 28	305 49			

LISTE 7

C 17 P 19 a)

Liste der gefundenen Winkelwerte

Zone [010] Index	ρ	φ		
3 0 2	52°22'	90° 0'		
18. 0.11	51 20	90 0		

Zone [001] Index	1.Quadrant φ	2.Quadrant φ	3.Quadrant φ	4.Quadrant φ
13.35. 0				346°48'
13.28. 0	16°42'			
1 2 0	17 51			
39.77. 0	18 19			
26.47. 0	19 47			
8 9 0	29 57			
26.27. 0		148 36		
26.25. 0	33 48			
5 4 0		141 49		
39.31. 0		141 8		
13.10. 0	39 39	140 41		
7 5 0		137 58		
13. 9. 0	42 56			
26.17. 0				315 14
39.25. 0		134 55		
13. 8. 0	46 8			
39.22. 0		131 40		
9 5 0	49 14			
40.21. 0	50 25			
39.20. 0	51 13			
39.19. 0	52 49			
52.25. 0	52 58	126 41		
39.16. 0		122 23		
13. 4. 0		115 49		
1 0 0	90 0		270 13	

C 17 P 19 b) LISTE 8

Liste der gefundenen Winkelwerte

Zone [010]

Index	ρ	φ
3 0 4	34°26'	90° 0'
2 0 3	33 31	90 0
7. 0.11	31 26	90 0
6. 0.11	30 23	90 0
1 0 2	28 33	90 0
$\bar{2}\bar{9}$. 0.16	44 4	270 0
$\bar{2}\bar{0}$. 0.11	45 24	270 0
$\bar{2}$ 0 1	48 17	270 0

Zone [001]

Index	1.Quadrant φ	2.Quadrant φ	3.Quadrant φ	4.Quadrant φ
0 1 0 pseudo	0°15'			
1.16. 0				357 42
1.11. 0			183 22	
1 8 0	4 23			
3.23. 0		175 10	184 51	355 12
4.27. 0			185 17	
1 6 0	5 54		185 57	
3.17. 0	6 18			
2.11. 0			186 35	
4.21. 0	6 58			
3.14. 0			187 39	352 18
13.57. 0			188 23	351 38
13.51. 0				350 43
13.50. 0			189 26	
13.48. 0				350 10
5.17. 0				349 26
3.10. 0				348 54
13.40. 0				348 18
1 3 0			191 55	347 52
13.37. 0			192 35	347 16
13.35. 0			193 24	346 33
2 5 0		165 47	194 15	
13.28. 0			196 30	
13.27. 0	17 4			
8.15. 0			198 59	
26.47. 0	19 15		199 30	
2 3 0	23 1	157 6		
1 2 0				335 11
39.50. 0				333 39
13.16. 0	27 46			332 5
5 6 0				331 57
17.20. 0	28 54			
13.15. 0			209 20	330 36
39.44. 0	29 30	150 33		
39.43. 0	30 11			
13.14. 0				329 16

C 17 P 19 b) Fortsetzung

Index	φ	φ	φ	φ
26.27. 0				328 11
1 1 0	32 54		212 9	327 20
39.38. 0				326 42
39.37. 0	34 1		214 17	
40.37. 0	34 31			
6 5 0	37 30		217 36	322 37
39.31. 0			218 45	321 11
13.10. 0			219 37	
4 3 0	40 17			319 7
26.19. 0				318 27
52.37. 0	41 48			
7 5 0	42 3			
13. 9. 0	42 32			317 38
52.35. 0	43 30			
3 2 0	43 53	136 6		
39.25. 0	45 2			
31.19. 0				313 24
39.23. 0	47 23			
39.22. 0	48 21	131 36		
52.29. 0		131 17		
9 5 0		130 59		310 54
13. 7. 0	50 13	129 59		
40.21. 0	50 39			
39.20. 0	51 14	128 45		308 49
2 1 0	51 57		231 46	
39.19. 0	52 18	127 20		
52.25. 0	53 17			
53.25. 0	53 40	126 27		
13. 6. 0	54 2			
11. 5. 0	54 36			
52.23. 0	55 27			
39.17. 0	55 53	124 29		
26.11. 0		123 44		
31.13. 0	56 46			
39.16. 0		122 24		
5 2 0	57 41	121 54		
79.31. 0		121 31		
13. 5. 0	58 41			
8 3 0	59 20	120 39		
78.29. 0		120 9		
52.19. 0		119 31		
53.19. 0		119 11		
26. 9. 0		118 49		
13. 4. 0		115 28		
52.15. 0		114 42		
11. 3. 0	66 58			
19. 5. 0	67 39	112 29		
1 0 0	pseudo89 11			
1 0 0	90 0		270 0	

C 20 P 22

Liste der gefundenen Winkelwerte

Zone [010]

Index	ρ	φ
2 0 1	56°50'	90° 0'
30. 0.17	54 56	90 0
3 0 2	49 41	90 0
22. 0.17	46 55	90 0
9 0 7	45 5	90 0
5. 0.17	20 44	90 0
4. 0.17	19 8	90 0
0 0 1	10 46	90 0
$\bar{1}$ 0 2	8 32	270 0
$\bar{8}$. 0.17	11 50	270 0
$\bar{3}$ 0 2	40 38	270 0
$\bar{2}$ 0 1	47 28	270 0
$\bar{3}$ 0 1	62 19	270 0

Zone [001]

Index	1.Quadrant φ	2.Quadrant φ	3.Quadrant φ	4.Quadrant φ
0 1 0 pseudo				359 50
2.11. 0	6 38			
13.48. 0	9 43			
1 3 0				347 56
13.37. 0	12 41			
8.15. 0	18 44			
13.15. 0				330 55
39.44. 0	29 24			
13.10. 0				320 33
7 5 0			222 13	
13. 9. 0	42 18		222 29	
3 2 0			223 39	
8 5 0			225 12	
52.29. 0	48 46			
40.21. 0	50 47			
50.27. 0			230 51	
39.20. 0	51 12			
2 1 0			231 43	
39.19. 0	51 41			
53.25. 0	53 21			
13. 6. 0			234 16	
11. 5. 0	54 55			
39.17. 0	55 35			
26.11. 0	56 15			
31.13. 0	56 59			
39.16. 0	57 19			
5 2 0	57 34			
8 3 0	59 13			
53.19. 0	60 47			

C 20 P 22 (Fortsetzung)

Index	φ	φ	φ	φ
3 1 0	62°16'			
52.17. 0	62 48			
16. 5. 0	63 36			
10. 3. 0	64 47			
39.11. 0	66 4			
11. 3. 0	66 55			
19. 5. 0	67 35			
21. 5. 0	69 41			
31. 7. 0	70 25			
39. 4. 0			279 16	
1 0 0 pseudo			270 7	

LISTE 10

C 15 P 17

Liste der gefundenen Winkelwerte

Zone [001] Index	1.Quadrant φ	2.Quadrant φ	3.Quadrant φ	4.Quadrant φ
26.27. 0	31 58			
26.19. 0			221 33	
7 5 0	42 14			
3 2 0	43 26			
26.17. 0	44 33		224 42	
8 5 0	45 35			
5 3 0	46 32			
39.22. 0	48 15			
9 5 0	49 6			310 51
40.21. 0	50 39			
39.19. 0	52 54			
13. 6. 0	53 58			
39.17. 0		124 19		
52.17. 0			242 46	297 10
39.11. 0				293 52
4 1 0	68 20		248 43	
79.19. 0			249 8	
21. 5. 0	69 41			
31. 7. 0	70 23			

C 21 P 23

Liste der gefundenen Winkelwerte

Index	ρ	φ
Zone [010]		
3 0 2	49°39'	90°0'
Zone [0$\bar{1}$1]		
$\bar{5}$ 2 2	61 28	305 49

Zone [001]

Index	1.Quadr. φ	2.Quadr. φ	3.Quadr. φ
10.73. 0			184 58
26.55. 0	16 15		
1 2 0	16 58		
39.77. 0	18 12		
11.21. 0	18 40		
8.15. 0	18 59		
26.47. 0	19 25		
13.23. 0	19 59		
20.27. 0		154 59	
3 4 0	25 33		
39.49. 0	26 45		
13.16. 0	27 35		
5 6 0	28 6		
26.31. 0	28 24		
17.20. 0	28 53		
13.13. 0	29 11	150 42	
39.44. 0	29 43		
39.43. 0	30 5		
13.14. 0	30 34		
31.33. 0	31 3		
1 1 0	32 58		
39.31. 0		140 57	
4 3 0		139 44	
26.19. 0	41 33	138 24	
7 5 0	42 1	137 49	
13. 9. 0	43 11	137 11	
3 2 0	43 44	136 36	
26.17. 0	44 39	135 29	
8 5 0	45 31		
13. 8. 0	46 9		
5 3 0	46 55	133 1	
12. 7. 0	47 41		
39.22. 0	48 21		
52.29. 0	48 58		
9 5 0	49 29		
11. 6. 0	49 51		
13. 7. 0	50 3	129 44	
40.21. 0	50 34	129 15	
52.27. 0	50 53		
39.20. 0	51 3	128 49	

Index	1.Qu. φ	2.Qu. φ
2 1 0	52 20	127 47
39.19. 0	52 56	
53.25. 0	53 35	
13. 6. 0	54 0	
39.18. 0	54 18	
11. 5. 0	54 41	
16. 7. 0	55 6	
52.23. 0	55 28	
39.17. 0	55 40	
7 3 0	56 11	
26.11. 0	56 24	
31.13. 0	56 57	
39.16. 0	57 28	
5 2 0	57 51	
13. 5. 0	58 52	
52.19. 0	60 2	
53.19. 0	60 47	
26. 9. 0	61 35	
3 1 0	62 16	117 26
31.10. 0	63 37	116 35
16. 5. 0	63 59	116 1
13. 4. 0	64 29	115 27
10. 3. 0		114 52
52.15. 0		114 20
39.11. 0		113 45
9. 1. 0	80 16	
1 0 0 ps.	89 17	
1 0 0	90 0	

4. Kapitel

Messungen an Rathit I

a) Entwicklung der Untersuchung an Rathit I

Dem 1. Kapitel dieser Arbeit kann man entnehmen, daß die besten Kenner der Forschungsperiode 1896–1922, Baumhauer, Solly und Lewis, total etwa 50 für Rathit gehaltene Kristalle gemessen und studiert haben. Goldschmidts zusammenfassende Tabelle (36 b) der Formen am Rathit umfaßt die Arbeiten dieser drei Wissenschafter; er übernimmt auch ihre Skizzen.

1940 berichten Peacock und Berry von der Universität Toronto über Röntgenuntersuchungen an Sulfosalzen. Bei dieser Gelegenheit untersuchen sie auch einen kleinen Rathitkristall. – 1953 schreibt Berry von neuen röntgenographischen Untersuchungen an Baumhauerit, Dufrenoysit und Rathit. Dabei taucht ganz nebenbei zum ersten Mal der Name Rathit II auf (12 c).

Noch 1959 führt Nowacki (158) bei mehreren Pulverdiagrammen nur den Namen Rathit auf. Aber 1962 gibt Le Bihan (165) gleich drei Rathite an – Rathit I, II, III –, was allerdings nicht zur Klärung beiträgt, besonders, da es sich nach Graeser bei ihrem Rathit I um Dufrenoysit handelt.

Auch im Bericht über die neue Ausbeute von Sulfiden und Sulfosalzen des Lengenbachs in der Periode 1958 bis 1968 sind die beiden Rathite bis 1964 noch unter der gemeinsamen Bezeichnung «Rathit» angeführt. Nun aber werden neue Funde von Rathit II und Rathit I getrennt aufgeführt. Dabei zeigt sich, daß nur im Jahre 1965 ein größerer Anteil Rathit I als Rathit II gefunden wurde, während sonst immer das Vorkommen von Rathit II häufiger ist.

Nachdem nun – wie im vorigen Kapitel gezeigt – die Identität von Rathit II und Liveingit auch goniometrisch gesichert ist (eine Unterscheidung kann nur nach der Tracht erfolgen), muß man sagen, daß im Vergleich zum Mineral Liveingit/Rathit II «der Rathit» (= Rathit I) ein geradezu seltenes Mineral ist, was sich auch daraus ergibt, daß von den rund 15 röntgenographisch identifizierten Rathitkristallen der Freiburger Sammlung nur ein einziger Rathit I war, nämlich B 178.

Dies ändert aber nichts an der generellen Unsicherheit in der Ansprache der Minerale: Wir weisen auf die auffallende äußere Ähnlichkeit der Kristalle B 178, B 204, B 205 und B 782 der Freiburger Sammlung hin. Alle sind schlank, nach der Prismenzone langgestreckt und zeigen eine ähnliche Flächenausbildung. Dabei handelt es sich nach Röntgenbefund um drei verschiedene Kristallarten, nämlich bei B 178 um Rathit I, bei B 204 um Baumhauerit mit Skleroklas, während die beiden restlichen Kristalle Rathite II sind.

In diesem Zusammenhang sei nochmals die Arbeit von LEWIS (83 k_3) erwähnt. («Über den Rathit und seine Abart, den Wiltshireit»). Er schreibt sinngemäß übersetzt: «Der Einfachheit halber ist der Name Wiltshireit in dieser Schrift beibehalten, um die verhältnismäßig einfachen Kristalle (wie die von mir im August 1910 beschriebenen) von den eher komplizierten Zwillingen, zu denen Prof. BAUMHAUERS Kristall gehört (gemeint ist B 782), zu unterscheiden».

Von seinen Kristallen I bis V, die er unter der Bezeichnung Wiltshireit aufführt, konnte von uns keiner identifiziert werden. Hingegen sind seine drei Kristalle VI bis VIII Rathit, sowohl Rathit I wie Rathit II, und zwar ist sein Kristall VI der Ra 4 dieser Arbeit, sein Kristall VIII identisch mit B 782; beide also Rathite II. Nur sein Kristall VII, d. i. unser Ra 13, ist ein Rathit I.

b) Neumessung von vier Rathit-I-Kristallen

Drei der vier gemessenen Kristalle stammen aus der Cambridger Sammlung, der vierte B 178 aus der Freiburger Sammlung. Ra 5 war angeschrieben mit «Rathite α or Wiltshireit», Ra 10 mit «Wiltshireit», Ra 13 mit «Rathite».

Um einen Vergleich mit Rathit II nicht zu erschweren, wurden sowohl in den Listen der gemessenen Winkelwerte, als auch in den stereographischen Projektionen nur die gleichen Hauptzonen aufgeführt. Die Flächenvorkommen in anderen Zonen werden später anhand von Abb. 19 diskutiert.

Kristall B 178 (Liste 13)

ist ein nadelförmiger Kristall von 1,5 mm Höhe, dessen Querschnitte in Richtung a 1 mm und in Richtung b 0,5 mm betragen. Der ganze Kristall glänzt stark; trotzdem liefern nur wenige seiner Kopfflächen brauchbare Signale. Auffallend ist ein dunkles rundes Loch inmitten der wenigen Dachflächen, das von diesen wie ein Kranz umgeben wird. Eine ganze Reihe dieser Flächen, die in Zone [011] liegen

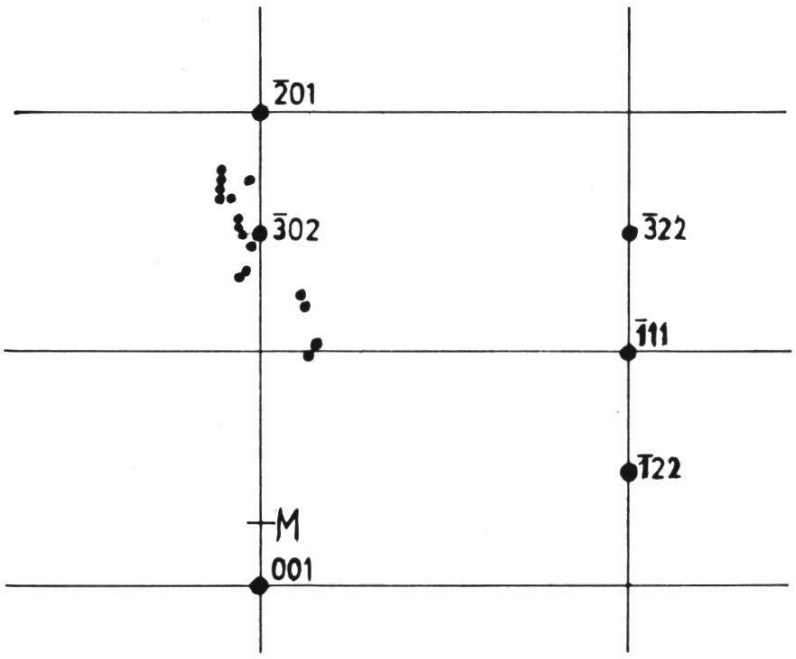


Abb. 18

Vicinale Signale an Kristall B 178 (Rathit I)

Diese beziehen sich auf die Rückseite des in Abb. 20 skizzierten Kristalls. Der Kristall zeigt zu ganzen Flächengruppen (nahe der $\bar{1}00$) keine Signale, gibt aber umgekehrt zu deutlichen Signalen keine klare Flächenzuordnung. (Die in Abb. 20 gezeichneten Nebenindividuen spiegeln für viele Winkel gleichzeitig mit dem Hauptindividuum ein.)

könnten und die man bereits bei schwacher Vergrößerung beobachten kann, geben jedoch keine Reflexe am Goniometer, ebenso wenig eine sehr gut entwickelte Fläche der gegenüberliegenden Seite, etwa in der Zone $[01\bar{1}]$. Umgekehrt zeigen sich im negativen Teil der Zone [010] schwache Signale, zu denen keine Flächen feststellbar waren. Sie sind auf Abb. 18 in goniometrischer Projektion dargestellt.

Eine Fläche, die in unserer Aufstellung als (001) indiziert wird, läßt den Fundamentalwinkel β als 100°28' berechnen, ein Wert, der sich mit dem Literaturwert an Rathiten I (Nowacki) vollständig deckt.

Ra 5 (Liste 14)

Obwohl dieser Kristall mit «Rathit α -or Wiltshireit» angeschrieben war, was auf Messungen schließen läßt, konnte er mit keinem der Kristalle der Literatur identifiziert werden.

Er erinnert stärker an Rathit II als alle übrigen drei Kristalle, da er außer einer etwas dunkleren grauen Farbe auch einen dickeren Querschnitt in beiden Richtungen besitzt. Er ist am besten vergleichbar mit B 800 oder B 801 der Rathite II. Neben einer unentwickelten Höhlung auf seinem Kopfe weist er vier fast parallel verlaufende Reihen von Kopfflächen auf, die aber durch ihre starke Rundung keine brauchbaren Reflexe liefern.

Ra 10 (Liste 15)

Dies ist der einzige Kristall unserer Messungen, dessen Kopfflächen fast ausschließlich klare, gute, eindeutige Reflexe liefern, und der kaum Vizinalflächen aufweist. Außerdem ist er sicher einer der interessantesten, da er – bei einer einzigen Prismenzone – zwei voneinander getrennte Köpfe besitzt. Zu je einem ausgezeichneten Reflex zeigen sich meistens je eine Fläche auf beiden Köpfen.

Obwohl auch er – wie schon erwähnt – angeschrieben war, fehlen jegliche Literaturhinweise über seine Messungen. – Seinem Habitus nach steht er zwischen dem dünnen nadelförmigen B 178 und dem rundlichen Ra 5.

Ra 13 (Liste 16)

Während für die beiden vorgenannten Cambridger Kristalle Auskünfte über Messungen fehlen, wird dieser Kristall sehr ausführlich behandelt. Er findet sich als Kristall VI in Lewis' Arbeit von 1912 (83 k_3) als «Rathit» aufgeführt. Auch eine Skizze dieses Kristalls (die letzte Zeichnung der gesamten Rathitliteratur) wird von Lewis beigefügt. Lewis bezeichnet ihn als «einen der besten Rathitkristalle der Cambridger Sammlung».

Der Kristall ist in weißem Dolomit eingewachsen, so daß nur ein Teil seiner «Vorderfront» sichtbar und meßbar ist. Das Auffallendste ist seine große glänzende Vorderfläche, die am unteren Teil einen einspringenden Winkel besitzt. Auf den ersten Blick erinnert dieser Kristall an B 742 der Freiburger Sammlung.

Lewis verbreitet sich vor allem über die Beschaffenheit der Vorderfläche mit ihrem einspringenden Winkel. Dieser Winkelwert konnte von uns nicht festgestellt werden. Hingegen wurden einige schwache Kopfflächen gefunden, die Lewis nicht erwähnt. Vor allem aber

konnte seine durch komplizierte Schätzung angenommene ($1\bar{1}1$) von uns durch Erfassung eines schwachen Reflexes bestätigt werden.

c) Neue Festlegung der Fundamentalwerte des Rathit I

Achsenverhältnisse wurden bisher für Rathite allgemein angegeben. Wegen der genauen Meßbarkeit kann man nun für Rathit I versuchen, das Achsenverhältnis erneut zu präzisieren. Es ergibt sich, wie nachfolgende Aufstellung zeigt, kein Unterschied zu Rathit II.

Achsenverhältnis:

Für das Verhältnis a : b wurden die Mittelwerte der Formen {110}, {120}, {320}, {210}, {310} aller vier Kristalle (mit total 44 Flächen) herbeigezogen. Das Verhältnis c : b ist der Mittelwert der Formen {111}, {122}, und {322} mit total 8 Flächen.

Es wurde gefunden a : b : c = 1,56079 : 1 : 1,06748.

Winkel β:

Der Literaturwert 100°28' scheint mir, angesichts unseres sehr genauen Wertes 100°43' eher zu gering, so daß man als Achsenwinkelwert einen mittleren Wert von 100°30' annehmen wird, der auch die reellen Schwankungen an verschiedenen Kristallen einschließt.

Die röntgenographischen Unterschiede zwischen Rathit I und Rathit II äußern sich also nicht im Flächenverband und den Achsenabschnitten, wohl aber scheinen Farbe und Glanz etwas zu differieren.

d) Makroskopischer Vergleich von Rathit I und II

Betrachtet man Rathite II und I nebeneinander, so kann man bei einiger Übung an Rathiten I ein Grau mit einem deutlichen Farbton ins Gelbliche feststellen, während das Grau der Rathite II einen schwarzen Farbton zeigt.

Ein zweites, weit weniger sicheres Merkmal betrifft den Habitus: so treten auch bei stark zerfurchten Kristallen von Rathit I deutlich gut ausgebildete und glänzende Flächen zutage, während bei Rathit II oft der ganze Kristall matt und kaum meßbar ist.

Rathit I ist weit weniger häufig als Rathit II, dafür aber besser ausgebildet. Von den vier Kristallen der Rathite I hatten alle vier Kopfflächen, während von 14 Rathiten II dieser Arbeit nur fünf Dachflächen besaßen.

Vergleicht man nun das Auftreten gewisser Formen, so stellt man fest, daß eine Anzahl Formen stets an allen Kristallen auftreten, so die {110}, {320}, {210}, {310}, usw. Mit einigem Vorbehalt kann man auch die {001} hier dazuzählen, da sie bei den vier Rathit-I-Kristallen an zwei Exemplaren auftritt, während sie bei den 14 Rathiten II nur ein einziges Mal gefunden wurde.

Betrachtet man schließlich noch die Begleitmineralien der Rathite, so wird man feststellen, daß die meisten Rathite II (und die zu ihnen gehörenden Liveingite) fast immer von Pyriten begleitet werden, während an den Rathiten I dieser Arbeit dieses Begleitmineral kein einziges Mal gefunden wurde.

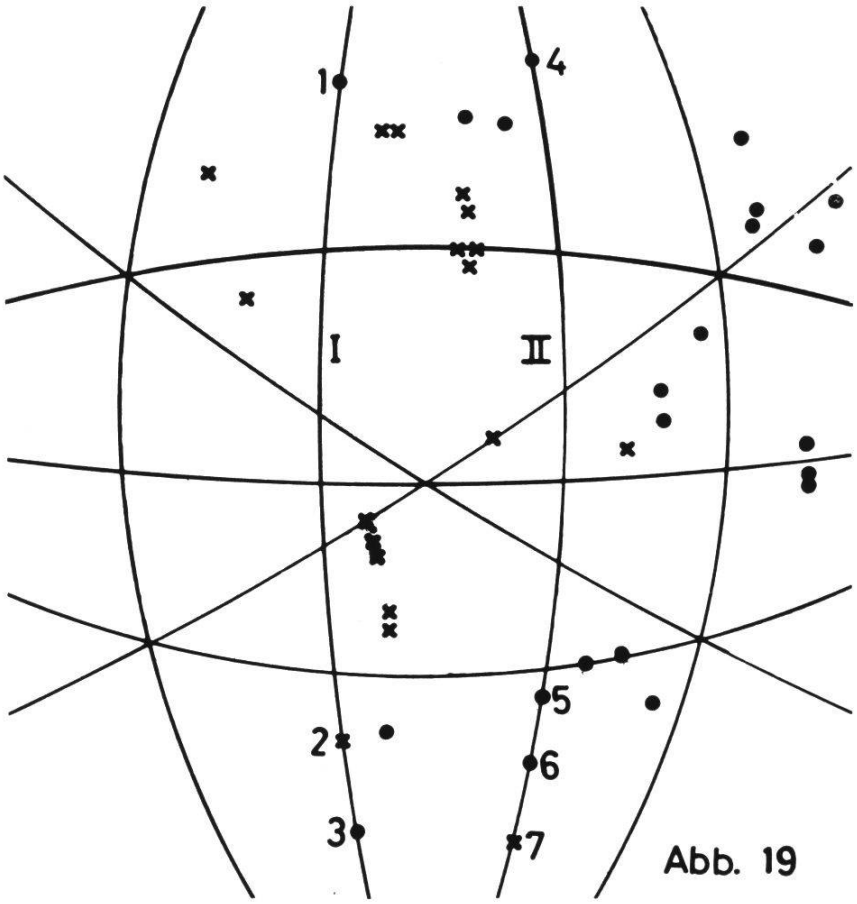


Abb. 19

Rathit I und II

Flächen außerhalb der Hauptzonen; Kreuze sind Flächenpole an Rathit I, Punkte solche an Rathit II.

e) Flächen außerhalb der Hauptzonen an Rathiten I und II

Es muß noch einmal festgehalten werden, daß die spärlich vorhandenen Kopfflächen unserer Objekte – mit wenigen Ausnahmen – schlecht erfaßbar sind. Auch bei genauester Messung kommen sie in den Projektionen sehr oft knapp *neben* die Hauptzonen zu liegen. Wo die Differenzen nur gering waren, wurde die Lage der Flächen in bezug auf die Hauptzonen korrigiert. Trotzdem ergaben sich noch häufig komplizierte Indizestripel.

Nun trat aber bei Rathiten II wie I eine ganze Anzahl von Flächenpolen auf, deren Lage man nicht korrigieren durfte, da die Abweichungen von den Hauptzonen zu groß sind. Im Besonderen wurde dieses Problem bei Kristall B 178, einem Rathit I, erwähnt.

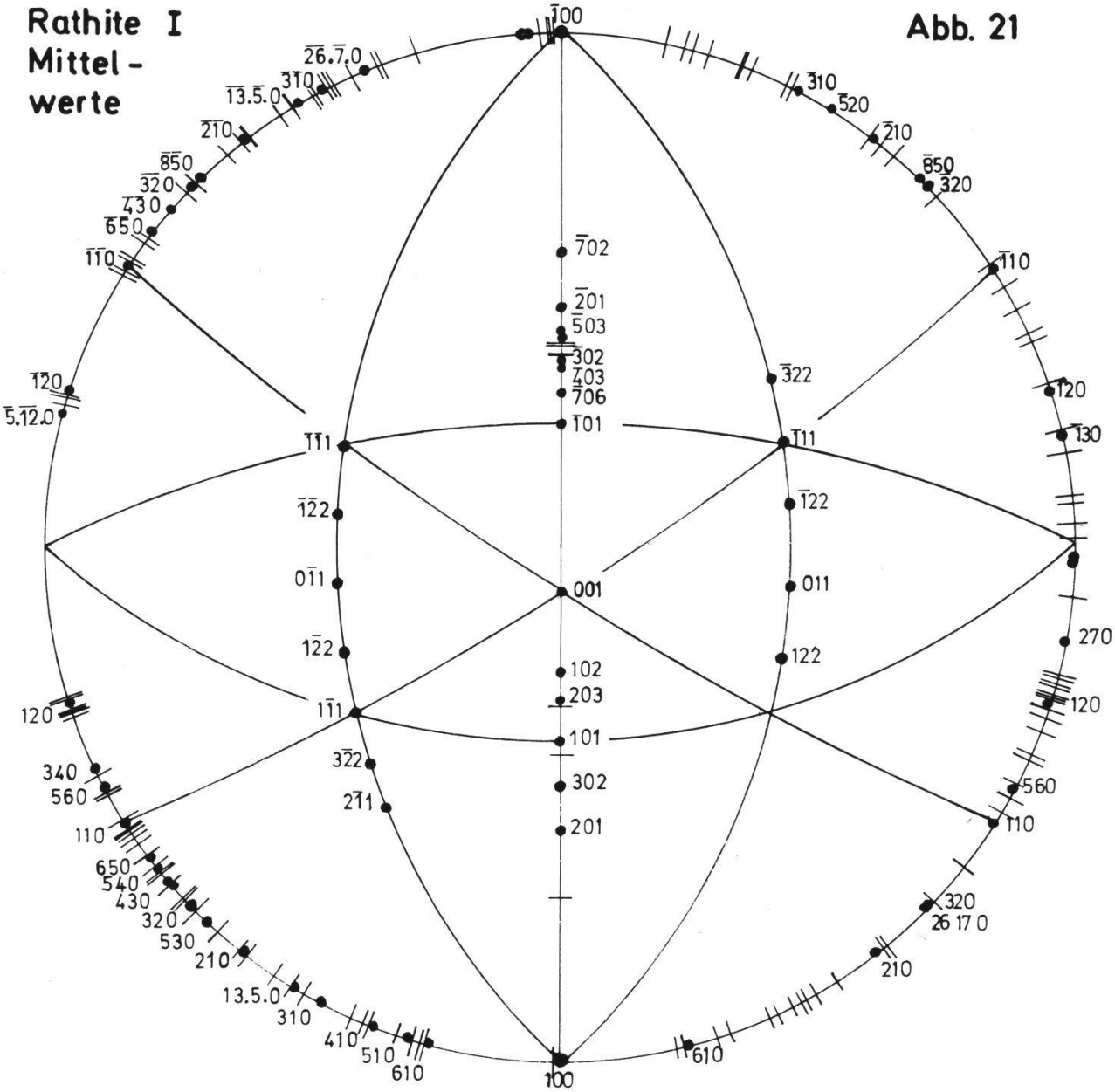
Zu Vergleichszwecken schien es nun interessant, die abweichenden Flächenpole bei beiden Kristallarten gemeinsam zu untersuchen. Dabei zeigte sich tatsächlich, daß sowohl bei den Rathiten I als auch bei den Rathiten II sogar Flächen mit schwächsten Signalen in annähernd gleichen Zonen vorkommen. Im Stereogramm der Abb. 19 sind nur die effektiven Flächen eingetragen, und zwar die von Rathit II mit ●, diejenigen von Rathit I mit ×. Die Indizierung ergibt durchwegs komplizierte Indizestripel. Für zwei zusätzliche Zonen I und II werden zur Illustration einige Flächen angegeben:

Zone I: Fläche Nr. 1 (Rathit II): $\overline{12}$. 2. 7
Fläche Nr. 2 (Rathit I): 13. 2. 7
Fläche Nr. 3 (Rathit II): 21. 2. 7

Zone II: Fläche Nr. 4 (Rathit II): $\overline{45}$. 5. 13
Fläche Nr. 5 (Rathit II): 22. 5. 13
Fläche Nr. 6 (Rathit II): 26. 5. 13
Fläche Nr. 7 (Rathit I): 35. 5. 13

Rathite I Mittel-werte

Abb. 21



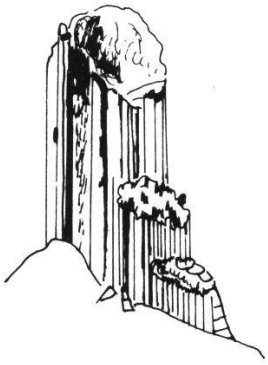
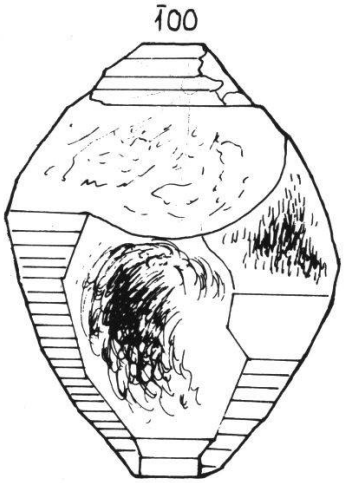
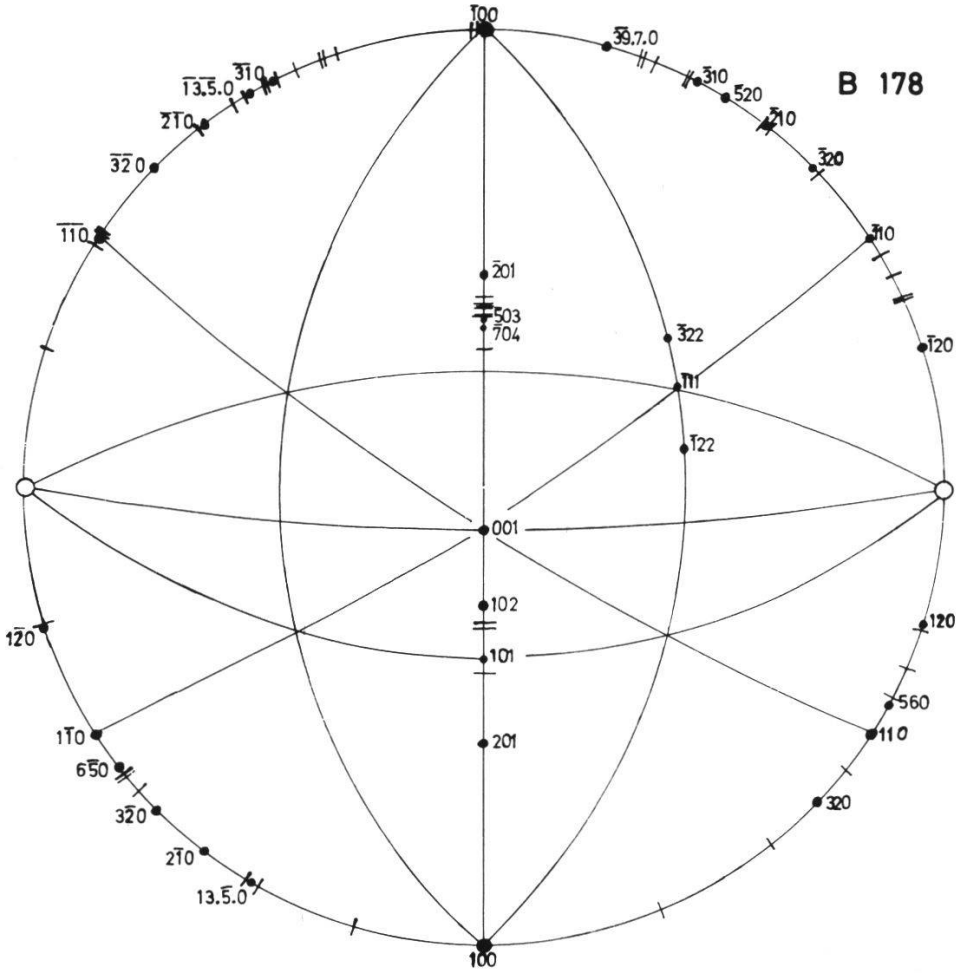


Abb. 20

Rathit I (B 178)

rechts Kopf,
links Rückseite
mit 2 Neben-Individuen




B 178
100
39.7.0
310
520
210
320
110
120
560
110
320
100
13.5.0
310
210
320
110
120
560
110
320
13.5.0
210
120
110
201
503
704
322
111
122
001
102
101
201

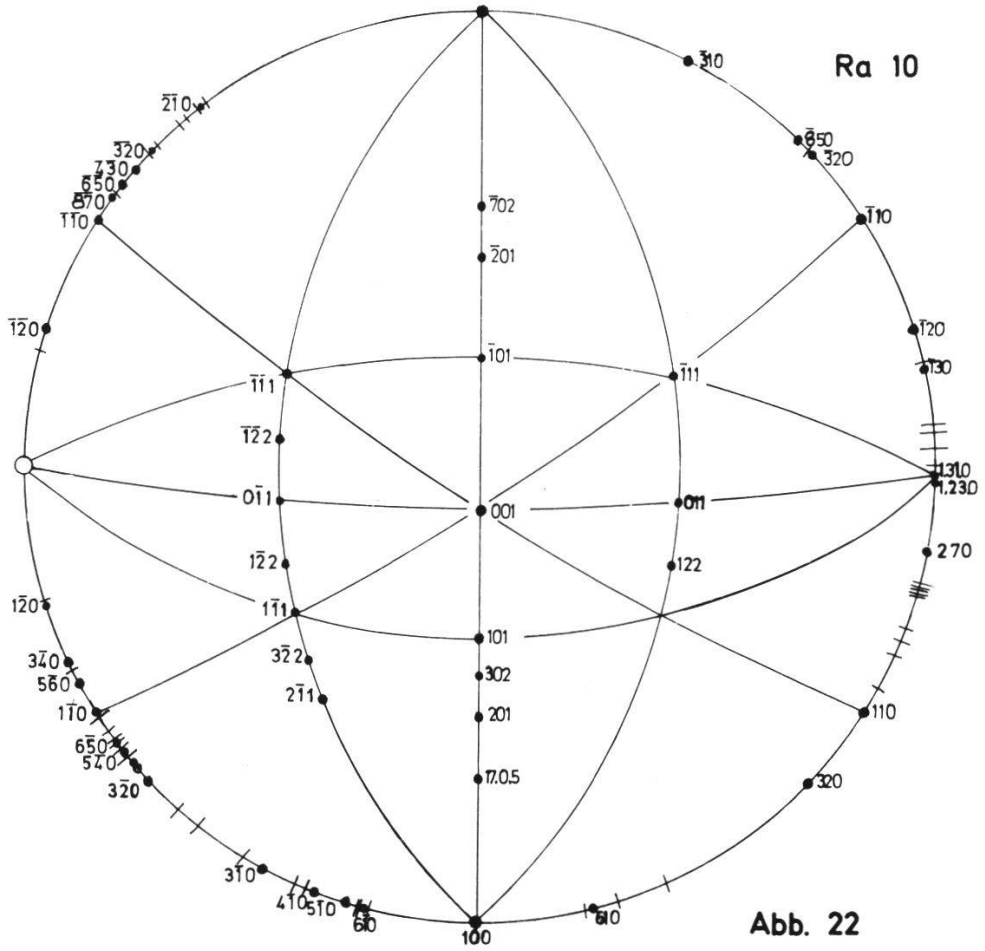
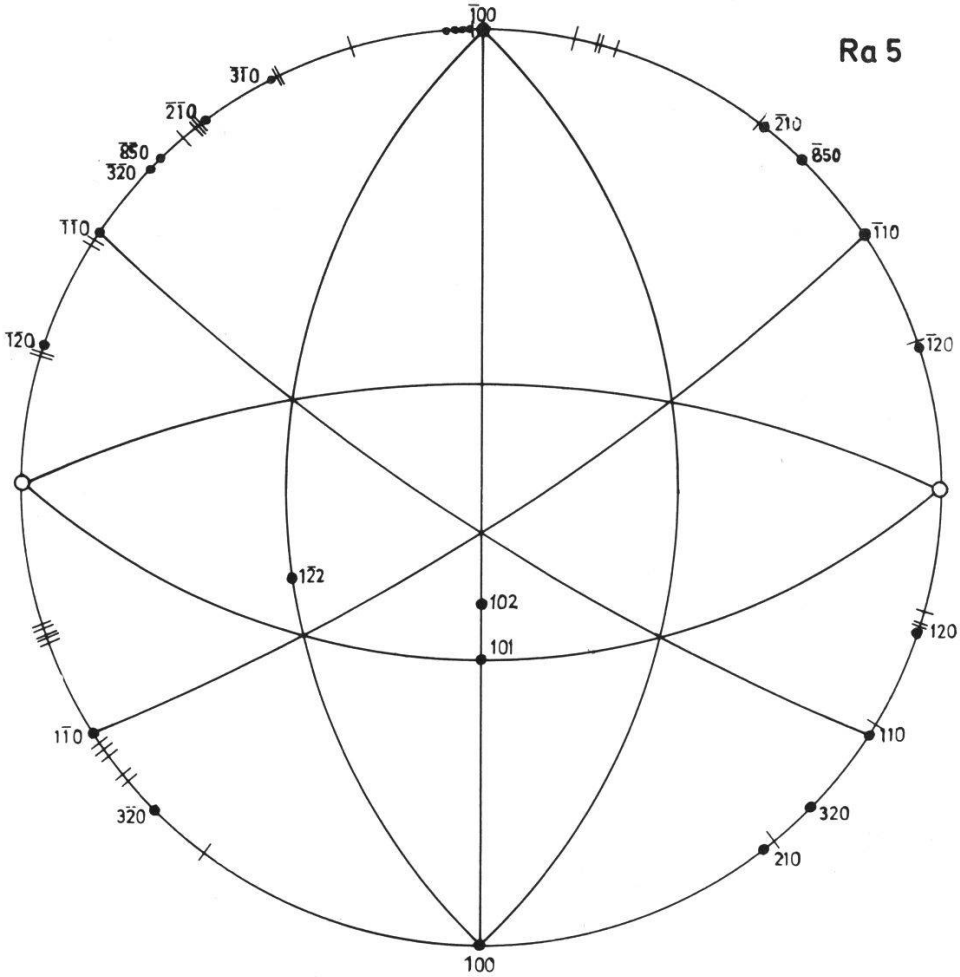

Ra 10
310
850
320
110
120
130
1.31.0
1.23.0
270
110
320
610
100
210
320
730
650
870
110
120
702
201
101
111
111
122
011
001
011
122
101
302
201
17.0.5
122
111
011
310
410
510
610

Abb. 22


Ra 5
$\bar{1}00$
$3\bar{1}0$
$\bar{2}\bar{1}0$
$\bar{8}\bar{5}0$
$\bar{3}20$
$\bar{1}\bar{1}0$
$\bar{1}20$
$\bar{2}10$
$\bar{8}50$
$\bar{1}10$
$\bar{1}20$
$1\bar{2}2$
102
101
$\bar{1}20$
$1\bar{1}0$
110
$3\bar{2}0$
320
210
100

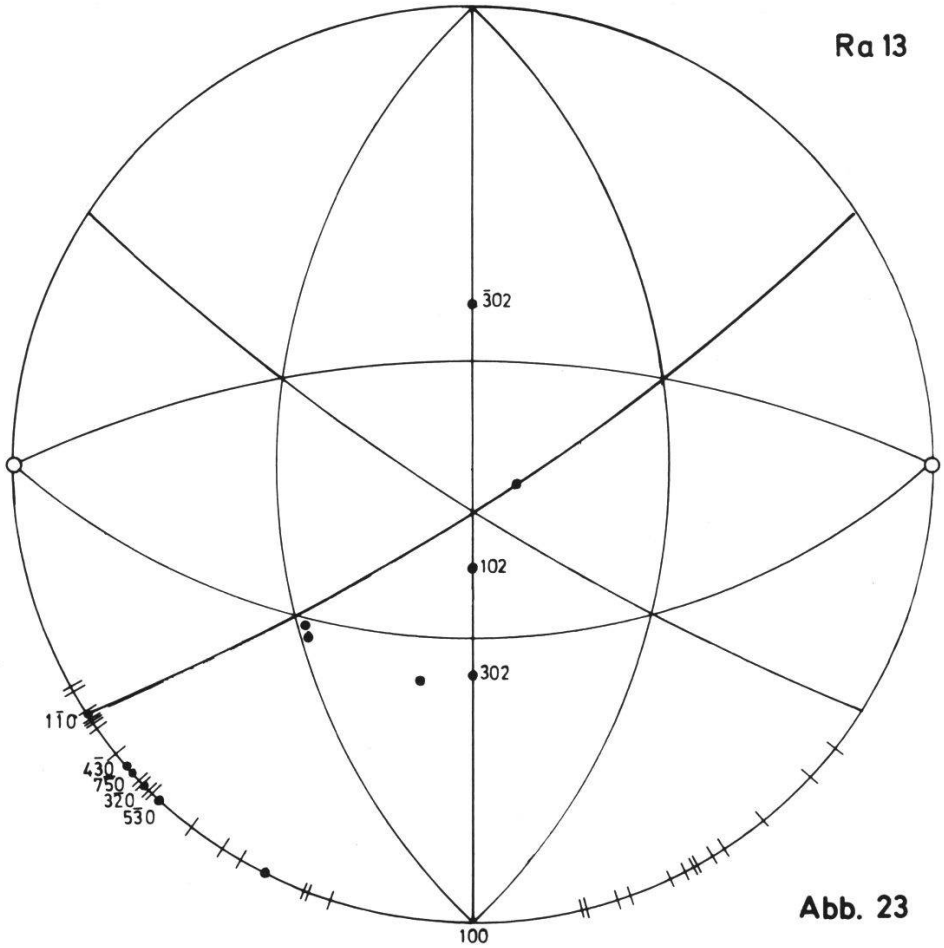

Ra 13
$\bar{3}02$
102
302
$1\bar{1}0$
$4\bar{3}0$
$7\bar{5}0$
320
$5\bar{3}0$
100

Abb. 23

LISTE 12

Liste aller gefundenen Formen an Rathit I

Zone [001]

Indizes Hauptflächen	Indizes Vizinalflächen	Anzahl d. Flächen	Mittelwert d. Winkels ε'	Verteilung auf Quadranten 1.	2.	3.	4.
0 1 0		-----	----				
	pseudo 010	2	89° 6'	-	-	-	2
1.31. 0		1	88 48	1	-	-	-
1.23. 0		1	88 23	1	-	-	-
	3.40. 0	1	87 15	-	-	-	1
	10.73. 0	1	85 2	-	-	-	1
	13.86. 0	1	84 33	1	-	-	-
	3.19. 0	1	84 12	-	-	-	1
	13.46. 0	1	79 49	-	-	-	1
2 7 0		1	79 38	1	-	-	-
1 3 0		1	77 44	-	-	-	1
	13.37. 0	1	77 19	-	-	-	1
	13.33. 0	1	75 51	1	-	-	-
5.12. 0		1	75 11	-	-	1	-
	13.31. 0	1	75 4	1	-	-	-
	13.30. 0	1	74 31	1	-	-	-
	13.29. 0	3	74 3	2	-	1	-
	13.28. 0	1	73 21	1	-	-	-
	26.55. 0	3	73 10	1	1	1	-
	13.27. 0	1	72 56	1	-	-	-
	17.35. 0	4	72 31	-	3	1	-
1 2 0		9	72 13	2	2	2	3
	39.77. 0	1	71 58	-	1	-	-
	13.25. 0	4	71 40	2	1	-	1
	13.24. 0	1	71 1	-	1	-	-
	26.47. 0	1	70 28	-	1	-	-
	13.23. 0	1	70 14	1	-	-	-
	13.22. 0	1	69 16	1	-	-	-
	13.19. 0	2	66 6	1	-	-	1
	39.55. 0	1	65 41	1	-	-	-
	13.18. 0	1	65 32	-	-	-	1
3 4 0		1	64 13	-	1	-	-
	39.50. 0	1	63 34	-	1	-	-
	13.16. 0	2	62 38	1	-	-	1
5 6 0		2	61 56	1	1	-	-
	26.31. 0	1	61 26	-	1	-	-
	39.44. 0	2	60 41	1	1	-	-
	39.43. 0	1	59 55	-	-	-	1
	31.33. 0	1	59 3	1	-	-	-
	26.27. 0	2	58 16	-	-	2	-
	78.79. 0	2	57 54	-	1	1	-
1 1 0		12	57 22	3	4	3	2
	39.38. 0	4	56 45	-	2	1	1
	26.25. 0	2	56 30	-	2	-	-
	39.37. 0	2	56 3	-	1	1	-
	40.37. 0	3	55 33	-	3	-	-
	39.35. 0	2	54 28	-	2	-	-

Indizes Hauptflächen	Indizes Vizinalflächen	Anzahl d. Flächen	Mittelwert d. Winkels ε′	Verteilung auf Quadranten 1.	2.	3.	4.
8 7 0		1	54 4	-	-	1	-
	53.45. 0	1	53 13	-	-	1	-
	13.11. 0	1	52 48	-	1	-	-
6 5 0		3	52 20	-	2	1	-
	26.21. 0	6	51 39	2	4	-	-
5 4 0		1	51 26	-	1	-	-
	39.31. 0	1	50 53	-	1	-	-
	13.10. 0	2	50 35	-	2	-	-
4 3 0		3	49 33	-	2	1	-
	26.19. 0	1	48 41	-	1	-	-
7 5 0		2	48 25	-	2	-	-
	13. 9. 0	2	47 1	-	1	-	1
	52.35. 0	3	46 39	1	1	1	-
3 2 0		11	45 54	2	4	3	2
26.17. 0		3	45 34	1	-	1	1
	39.25. 0	1	44 51	-	1	-	-
8 5 0		2	44 12	-	-	1	1
5 3 0		1	43 18	-	1	-	-
	39.22. 0	2	41 31	-	1	-	-
	11. 6. 0	3	40 25	-	-	2	1
	40.21. 0	1	39 16	1	-	-	-
	39.20. 0	6	38 39	2	1	2	1
2 1 0		8	37 59	1	2	3	2
	79.39. 0	5	37 27	-	1	2	2
	39.19. 0	1	37 16	-	-	1	-
	26.11. 0	1	33 41	-	1	-	-
	31.13. 0	1	33 10	-	-	1	-
	39.16. 0	1	32 36	1	-	-	-
5 2 0		1	31 55	-	-	-	1
	79.31. 0	3	31 22	-	2	1	-
13. 5. 0		3	30 48	-	2	1	-
	52.19. 0	2	29 53	1	1	-	-
	65.23. 0	2	28 49	1	-	1	-
	26. 9. 0	3	28 2	1	-	2	-
3 1 0		6	27 40	-	2	2	2
	52.17. 0	2	27 8	1	-	1	-
	31.10. 0	2	26 35	-	-	1	1
	22. 7. 0	2	26 7	-	-	1	1
	13. 4. 0	1	25 13	1	-	-	-
	52.15. 0	2	24 5	1	-	1	-
	39.11. 0	1	24 0	-	1	-	-
26. 7. 0		1	22 46	-	-	1	-
	19. 5. 0	2	22 22	-	2	-	-
	39.10. 0	2	21 52	-	1	-	1
4 1 0		1	21 29	-	1	-	-
	78.19. 0	2	20 35	-	-	1	1
	21. 5. 0	2	20 11	-	-	1	1
	31. 7. 0	1	19 30	1	-	-	-
	78.17. 0	2	18 38	-	1	1	-
	39. 8. 0	2	17 55	2	-	-	-
5 1 0		1	17 18	-	1	-	-
	26. 5. 0	3	16 44	-	1	1	1
	39. 7. 0	2	15 53	-	1	-	1
	52. 9. 0	2	15 2	-	1	-	1
6 1 0		2	14 30	1	1	-	-
	31. 5. 0	3	14 1	2	-	-	1

Indizes Hauptflächen	Indizes Vizinalflächen	Anzahl d. Flächen	Mittelwert d. Winkels ε'	Verteilung auf Quadranten 1.	2.	3.	4.
	20. 3. 0	1	13 11	1	-	-	-
	52. 7. 0	1	11 51	-	-	-	1
21. 1. 0		1	4 14	-	-	1	-
25. 1. 0		1	3 33	-	-	1	-
35. 1. 0		1	2 35	-	-	1	-
46. 1. 0		1	1 58	-	-	1	-
54. 1. 0		1	1 39	-	-	1	-
	pseudo $\bar{1}00$	3	0 48	-	1	2	-

Zone [010]

			ϱ	φ
$\bar{7}$ 0 2		1	59 41	270 0
$\bar{2}$ 0 1		2	49 54	270 0
$\bar{5}$ 0 3		1	45 18	270 0
$\bar{7}$ 0 4		1	44 20	270 0
	$\bar{\bar{2}}\bar{9}$. 0.17	1	43 53	270 0
	$\bar{\bar{1}}\bar{9}$. 0.11	1	43 39	270 0
	$\bar{\bar{2}}\bar{7}$. 0.17	1	41 45	270 0
	$\bar{\bar{3}}\bar{5}$. 0.23	1	41 0	270 0
$\bar{3}$ 0 2		2	39 37	270 0
$\bar{4}$ 0 3		1	38 42	270 0
$\bar{7}$ 0 6		1	33 49	270 0
$\bar{1}$ 0 1		1	26 24	270 0
0 0 1		2	10 35,3	90 0
1 0 2		3	27 50	90 0
2 0 3		1	33 21	90 0
	8. 0.11	1	34 26	90 0
1 0 1		3	41 28	90 0
	13. 0.11	1	44 8	90 0
3 0 2		2	49 45	90 0
2 0 1		2	57 54	90 0
	17. 0. 5	1	68 25	90 0

Zone [011]

		ϱ	φ
$\bar{1}$ $\bar{1}$ 1	1	49 54	205 1
$\bar{1}$ $\bar{2}$ 2	1	47 30	188 32
0 $\bar{1}$ 1	1	47 30	170 19
1 $\bar{2}$ 2	2	50 17	153 28
1 $\bar{1}$ 1	1	54 10	141 18
3 $\bar{2}$ 2	1	58 25	131 18
2 $\bar{1}$ 1	1	62 16	124 1

Zone [01$\bar{1}$]

		ϱ	φ
$\bar{3}$ 2 2	1	53 43	320 30
$\bar{1}$ 1 1	2	49 54	334 14
$\bar{1}$ 2 2	1	47 15	349 3
0 1 1	1	47 20	9 46
1 2 2	1	50 3	26 32

B 178 (Rathit I)

Liste der gemessenen Winkelwerte

Zone [010]

Index	ρ	φ
$\bar{2}$ 0 1	49°55'	270° 0'
$\bar{5}$ 0 3	45 18	270 0
$\bar{7}$ 0 4	44 20	270 0
$\overline{29}$. 0.17	43 53	270 0
$\overline{19}$. 0.11	43 39	270 0
$\overline{27}$. 0.17	41 45	270 0
$\overline{35}$. 0.23	41 0	270 0
$\bar{3}$ 0 2	40 31	270 0
$\bar{4}$ 0 3	38 42	270 0
$\bar{7}$ 0 6	33 49	270 0
0 0 1	10 28	90 0
1 0 2	29 49	90 0
2 0 3	33 21	90 0
8 0.11	34 26	90 0
1 0 1	41 8	90 0
13. 0.11	44 8	90 0
2 0 1	58 17	90 0

Zone [0$\bar{1}$1]

Index	ρ	φ
$\bar{1}$ 2 2	47 15	349 3
$\bar{3}$ 2 2	53 43	320 30
$\bar{1}$ 1 1	50 13	333 37

Zone [001]

Index	1.Quadrant φ	2.Quadrant φ	3.Quadrant φ	4.Quadrant φ
17.35. 0		162 21	197 32	
1 2 0	17 39	162 9		342 6
13.25. 0	18 11			
13.19. 0	23 44			335 55
13.18. 0				335 32
13.16. 0	27 14			332 29
5 6 0	28 3			
39.43. 0				329 55
26.27. 0			211 54	
1 1 0	32 33	147 16	212 54	327 54
39.38. 0			213 21	
39.37. 0			214 2	
6 5 0		142 27		
26.21. 0	38 6	141 26		
39.31. 0		140 53		
26.19. 0		138 41		
13. 9. 0				316 52

B 178 (Fortsetzung)

Index	φ	φ	φ	φ
3 2 0	43 54	135 48	224 4	315 57
39.20. 0	51 23		231 11	308 30
2 1 0		127 49	232 10	307 49
79.39. 0				307 32
31.13. 0			236 50	
5 2 0				301 55
79.31. 0		121 24	238 35	
13. 5. 0		120 48	239 16	
52.19. 0		119 46		
65.23. 0			241 16	
26. 9. 0			241 57	
3 1 0			242 29	297 52
52.17. 0			243 2	
31.10. 0				296 22
22. 7. 0				296 5
52.15. 0			245 58	
26. 7. 0	67 14			
39.10. 0				292 0
78.19. 0			249 13	290 22
21. 5. 0			249 44	290 6
78.17. 0			251 25	
26. 5. 0		106 49		
39. 7. 0				285 49
54. 1. 0			268 21	
$\bar{1}$00 pseudo		269 7		

Ra 5 (Rathit I)

Liste der gefundenen Winkelwerte

Zone [010]

Index	ϱ	φ
1 0 2	28°30'	90° 0'
1 0 1	41 58	90 0

Zone [011]

Index	ϱ	φ
1 $\bar{2}$ 2	50 24	153 8

Zone [001]

Index	φ	φ	φ	φ
13.29. 0	15 51		196 5	
26.55. 0		163 8		
13.27. 0	17 4			
17.35. 0		162 34		
1 2 0	17 43		197 40	342 11
39.77. 0		161 58		
13.25. 0	18 16	161 33		341 34
13.24. 0		161 1		
26.47. 0		160 28		
26.27. 0			211 34	
78.79. 0			212 56	
1 1 0	32 36	147 16	212 46	
39.38. 0		146 34		324 46
40.37. 0		145 32		
39.35. 0		144 16		
26.21. 0		141 32		
13.10. 0		140 32		
3 2 0		135 53	223 50	
26.17. 0	44 27			
8 5 0			225 56	
11. 6. 0			229 37	314 10
40.21. 0	50 44			
39.20. 0			231 10	
2 1 0	52 8		232 5	308 16
79.39. 0		127 16	232 34	307 26
39.19. 0			232 44	
26. 9. 0			242 3	
3 1 0			242 36	
31.10. 0			243 12	
22. 7. 0			243 51	
26. 5. 0			253 33	286 56
52. 9. 0				284 54
31. 5. 0				284 17
52. 7. 0				281 51
21. 1. 0			265 46	
25. 1. 0			266 27	
35. 1. 0			267 25	
46. 1. 0			268 2	
pseudo 100	89 27		269 17	

Ra 10 (Rathit I)

Liste der gefundenen Winkelwerte

Zone [010]

Index	ρ	φ
$\bar{7}$ 0 2	59° 41'	270° 0'
$\bar{2}$ 0 1	49 53	270 0
$\bar{1}$ 0 1	26 24	270 0
0 0 1	10 43	90 0
1 0 1	41 18	90 0
3 0 2	49 51	90 0
2 0 1	57 30	90 0
17. 0. 5	68 25	90 0

Zone [011]

Index	ρ	φ
$\bar{1}$ $\bar{1}$ 1	49 54	205 1
$\bar{1}$ $\bar{2}$ 2	47 30	188 32
0 $\bar{1}$ 1	47 30	170 19
1 $\bar{2}$ 2	50 10	153 48
1 $\bar{1}$ 1	54 10	141 18
3 $\bar{2}$ 2	58 25	131 18
2 $\bar{1}$ 1	62 16	124 1

Zone [01$\bar{1}$]

Index	ρ	φ
$\bar{1}$ 1 1	49 35	334 51
0 1 1	47 20	9 46
1 2 2	50 3	26 32

Zone [001]

Index	1.Quadrant φ	2.Quadrant	3.Quadrant	4.Quadrant φ
pseudo 010				359 6
1. 31. 0	1 12			
1. 23. 0	1 37			
3. 40. 0				357 15
10. 73. 0				355 2
13. 86. 0	5 27			
3. 19. 0				354 12
13. 46. 0				349 49
2 7 0	10 22			

Ra 10 (Fortsetzung)

Index	φ	φ	φ	φ
1 3 0				347 44
13.37. 0				347 19
13.33. 0	14 9			
5.12. 0			194 49	
13.31. 0	14 56			
13.30. 0	15 29			
13.29. 0	15.54			
13.28. 0	16 39			
26.55. 0	16 46			
17.35. 0		162 39		
1 2 0		162 12	197 48	342 12
13.23. 0	19 46			
13.22. 0	20 44			
39.55. 0	24 19			
3 4 0		154 13		
39.50. 0		153 34		
5 6 0		151 55		
39.44. 0	29 21			
1 1 0	32 34	147 24	212 27	327 27
26.25. 0		146 21		
40.37. 0		144 39		
8 7 0			215 56	
53.45. 0			216 47	
13.11. 0		142 48		
6 5 0		142 24	217 51	
26.21. 0		141 55		
5 4 0		141 26		
13.10. 0		140 37		
4 3 0		139 35	220 15	
7 5 0		138 27		
52.35. 0			223 20	
3 2 0	43 50	136 26	223 54	316 19
26.17. 0			224 24	
8 5 0				314 20
39.22. 0		131 27	228 26	
11. 6. 0			229 17	
2 1 0		128 14	231 57	
79.39. 0			232 26	
79.31. 0		121 18		
3 1 0		117 36		297 45
52.15. 0	65 52			
39.11. 0		114 0		
19. 5. 0		112 31		
4 1 0		111 29		
39. 8. 0	72 10			
5 1 0		107 18		
38. 7. 0		105 56		
52. 9. 0		105 9		
6 1 0	75 39	104 39		
31. 5. 0	76 8			

Ra 13 (Rathit I)

Liste der gefundenen Winkelwerte

Zone [010]

Index	ρ	φ
$\bar{3}$ 0 2	38°42'	270° 0'
1 0 2	25 43	90 0
3 0 2	49 39	90 0

Zone [011]

Index	ρ	φ
1 $\bar{1}$ 1	53 37	137 41

Zone [001]

Index	1.Quadrant φ	2.Quadrant φ
26.31. 0		151 26
39.44. 0		150 42
78.79. 0		147 54
1 1 0		147 28
39.38. 0		146 59
26.25. 0		146 38
39.37. 0		146 8
40.37. 0		145 36
26.21. 0	38 13	141 44
4 3 0		139 18
7 5 0		138 22
13. 9. 0		137 9
52.35. 0	43 24	136 41
3 2 0		136 0
26.17. 0		135 34
39.25. 0		134 51
5 3 0		133 18
39.20. 0	51 6	128 25
26.11. 0		123 41
39.16. 0	57 24	
13. 5. 0		120 53
52.19. 0	59 0	
65.23. 0	61 7	
26. 9. 0	61 54	
3 1 0		117 51
52.17. 0	62 46	
13. 4. 0	64 47	
19. 5. 0		112 13
39.10. 0		111 43
31. 7. 0	70 30	
78.17. 0		108 40
39. 8. 0	72 1	
31. 5. 0	76 6	
20. 3. 0	76 49	

5. Kapitel

Vergleiche und Zusammenfassungen

sowie Diskussion rathitähnlicher Baumhauerite.

Wir konnten zeigen, daß sich sowohl Rathit I wie Rathit II und Liveingit in gewissen Merkmalen unterscheiden. Die Zusammenfassung von Rathit II und Liveingit zu einem Mineral ergibt sich aus der röntgenographisch ermittelten Struktur. Von der Makroausbildung her könnte man nach wie vor *drei* Trachtweisen unterscheiden und müßte ebenso zugestehen, daß gelegentlich Trachtähnlichkeiten bei unterschiedlichen Spezies auftreten. Zu diesem Spiel gesellen sich auch noch manche Kristalle des Baumhauerits. Aus diesem Grunde soll die Diskussion des Rathitproblems mit einer kurzen Betrachtung auch dieses *vierten* Partners abgeschlossen werden.

Die röntgenographische Überprüfung ergab, daß sich unter den als Rathit geführten Kristallen auch zwei Baumhauerite befanden: B 204 und B 128. Letzterer sieht einem typischen Baumhauerit noch relativ ähnlich, er zeigt die charakteristischen Rundungen und ist glanzlos. In Richtung der flächenreichsten Zone (2,2 mm) ist er relativ zu den anderen Koordinatenrichtungen (1 mm, bzw. 1,2 mm) etwas gestreckt.

Kristall B 204 hingegen kann man ohne weiteres für einen Rathit halten. Baumhauer bemerkt auf dem Originaletikett: «Bleisulfarsenit, vielleicht Rathit. Einige Meßresultate in der Prismenzone stimmen mit Rathit überein (siehe die betr. Zahlen im Beobachtungsjournal V, S. 97 von 1903).»

In der Tat ist B 204 ein nadelförmiger, seitlich abgeflachter, stark glänzender Kristall von 1,5 mm größter Länge, quer dazu 0,2 bzw. 0,5 dick. Die für Baumhauerit typischen Rundungen weist er nicht auf, er gleicht vielmehr den Rathiten II (z. B. B 782 und B 205). Will man den Vergleich durchführen, so muß man die flächenreichste Zone mit [001] indizieren, während diese beim Baumhauerit die Zone [010] darstellen würde. An Hand der Abb. 24 und 25 sind die Unterscheidungsmerkmale näher besprochen. Abb. 24 zeigt die (100) des Baumhauerits. Abb. 25 gibt das Stereogramm der beiden Baumhauerite in «Rathitaufstellung» wieder.

Verunsichert wird man bei solchen Überlegungen freilich dadurch, daß die Übereinstimmung der Winkelwerte zwischen den beiden (rathitähnlichen) Baumhaueriten ebenso mäßig ist wie innerhalb der (echten) Rathite. Erst die Diskussion der realisierten Formen im gnomonischen Netz entscheidet dann über die Zuordnung.

Schließlich weist GRAESER auch auf die Begleitminerale der Lengenbach-Sulfosalze hin: Sie geben in manchen Fällen Hinweise auf die Mineralart (so z. B. Realgar und Auripigment). Wir stellten fest, daß an fast allen Rathiten II dieser Arbeit und an einigen der bisher als Liveingit bezeichneten Kristallen Pyrite in größerer oder kleinerer Zahl vorhanden sind, während die Pyrite keinen einzigen Kristall von Rathit I begleiteten und auch bei Baumhaueriten weniger häufig sind.

Tabelle 5 bringt eine Gegenüberstellung der wichtigsten Erkennungsmerkmale von Rathit I und II, sowie Liveingit und Baumhauerit. Dies gilt allerdings mit der schon mehrfach erwähnten Einschränkung, daß sich oft zwischen verschiedenen Mineralen dieser Gruppe größere Ähnlichkeiten finden als zwischen den Individuen der gleichen Mineralart. Besonders dort, wo keine ausführlichen Winkelmessungen stattgefunden haben, ist daher die röntgenographische Diagnose unerläßlich.

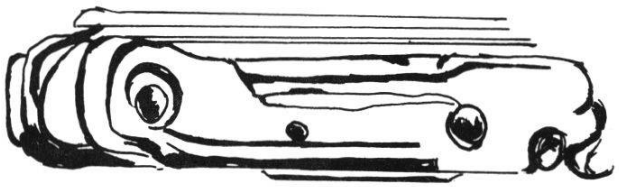


Abb. 24

Baumhauerit

Lupenskizze der buckligen (100) an B 204. Breite der Skizze ca 12 x vergrössert.

Zu den Abb. 24 und 25:
Aehnlichkeit des Baumhauerit mit Rathit, demonstriert an Kristall B 204 und B 128.

Hierbei ist zunächst eine grosse Aehnlichkeit mit Rathiten festzustellen (Abb. 25):

- die Flächen der Form {100} sind vorhanden und sehr gut ausgebildet;
- die Flächen der Form {010} fehlen (makroskopisch zeigen die Kristalle die gleiche abgeflachte Kontur in dieser Richtung wie Rathite).
- Rathite besitzen zwei symmetrische Zonen [011] und [0$\bar{1}$1]. Bei unseren beiden Kristallen treten annähernd die gleichen Zonen auf. Auch der Winkel η zwischen den Zonen [100/001] und [100/111] stimmt mit seinem Wert von rund 46°30' mit demjenigen der Rathite überein.
- In der gnomonischen Projektion zeigen die Rathite in der Koordinate q_o' auf der rechten und linken Seite der Zone [010] eine geringe Differenz. Eine, hier allerdings grössere Differenz, ergibt sich auch bei Baumhaueriten in "Rathitorientierung".

Sieht man sich jedoch näher in der Literatur um (z.B. bei Graeser), so finden sich auch auf Baumhauerit hinweisende Merkmale: an B 204 (Abb.24) treten rundliche Vertiefungen und Buckel auf den grossen und gut ausgebildeten Flächen {100}, sowie (dem Hauptindividuum gleichorientierte) Nebenindividuen auf; diese sind an der (100) bzw. an Vizinalen davon angewachsen.

Ebenso sind die zwei symmetrischen Zonen, die einen Winkel von rund 32,5° zwischen (100)/(001) und (100)/(hkl) einschliessen, für Baumhauerite, nicht aber für Rathite typisch.

Schliesslich spricht gegen Rathit, dass in der flächenreichsten Zone, die in Rathitaufstellung zur [001] wird, keine {110} auftritt, obwohl diese Form bei Rathiten in der Regel vorhanden ist. Dieser Ausfall einer möglichen {110} wiegt umso schwerer, als diese Zone an den betreffenden Kristallen mit ca. 60 Flächen bestückt ist.

Vergleich der physikalischen

	Rathit II	Liveingit
Farbe:	bleigrau bis schwarzgrau, matt, oft mit einer glanzlosen Schicht überzogen	bleigrau, nicht völlig opak.
Strich:	schokoladebraun	bräunlichrot (lt.Ramdohr 1960)
Härte:	3	3
Spaltbarkeit:	vollkommen nach (100), event. infolge Verwachsung	parallel (100)
Dichte:	5,4	5,3 (Ramdohr)
Zwillinge:	sehr selten polysynthetische Lamellen	polysynthetische Verzwillingung nach (100). Bei Zwillingen sei das eine Individuum meist grün, das andere rot angelaufen.

Vergleich der Röntgen-

a_o	8,43	identisch mit Rathit II
b_o	70,9	
c_o	7,91	
β	90°	
Raumgruppe:	$C_2^2 - P\,2_1$	

Vergleich der Werte aus

Achsenverhältnis:		
a : b : c	1,57308 : 1 : 1,07027	1,56602 : 1 : 1,06
Winkel β	100° 7' berechnet 100^o22'	100^o46'

TABELLE V

Eigenschaften

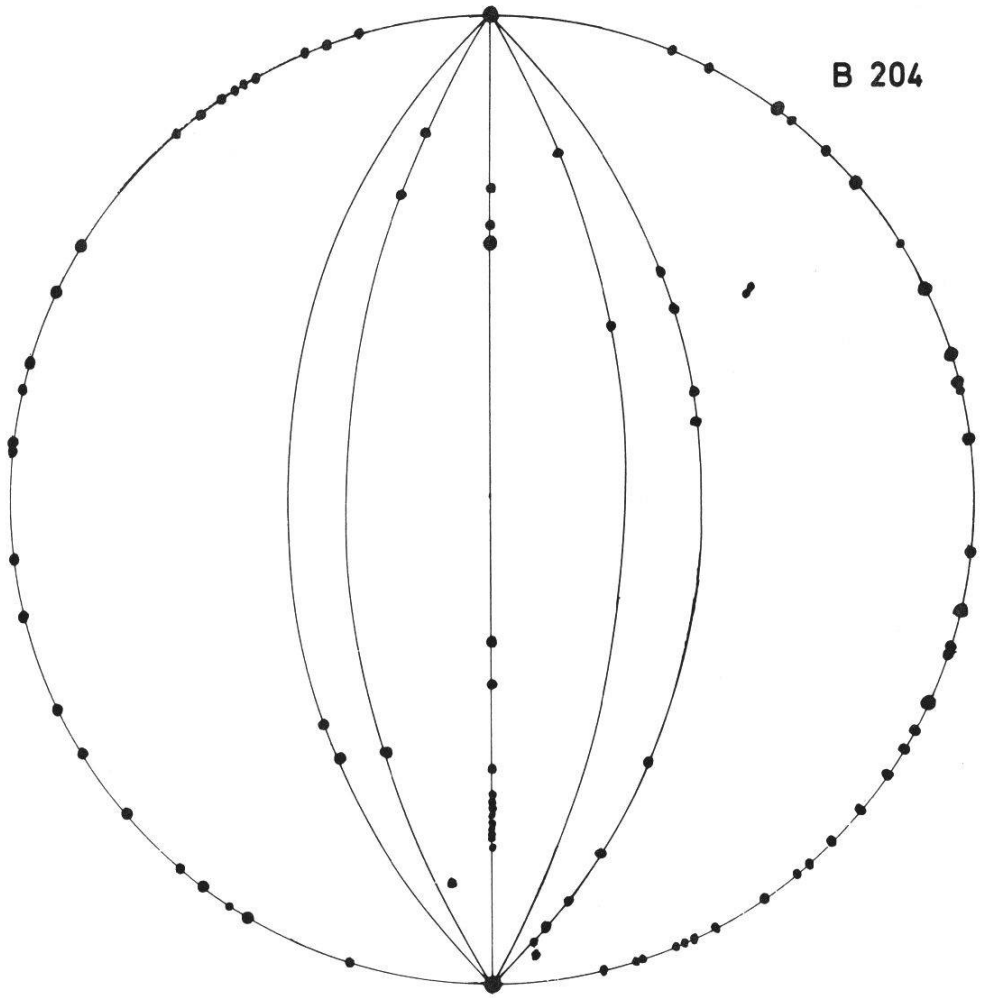
Rathit I	Baumhauerit
stahlgrau bis silbergrau, hochglänzend	bleigrau bis stahlgrau (heller als Skleroklas). Frische Kristalle haben einen lebhaften Metallglanz.
schokoladebraun	schokoladebraun
3	3
undeutlich	nach (100) deutlich
5,453	5,3
polysynthetisch, sehr häufig	polysynthetisch nach (100), sowie nach anderen Richtungen, wobei die Lamellen auf (100) sichtbar sind.

Untersuchungen

24,98	22,9
7,93	8,37
8,42	7,92
$98^{\circ}25'$	90° $\alpha = \gamma = 90^{\circ}$
C_{2h}^{5}-P $2_1/n$	C_1^1 - P 1

eigenen Messungen

1,56079 : 1 : 1,06748	
$100^{\circ}30'$	97°



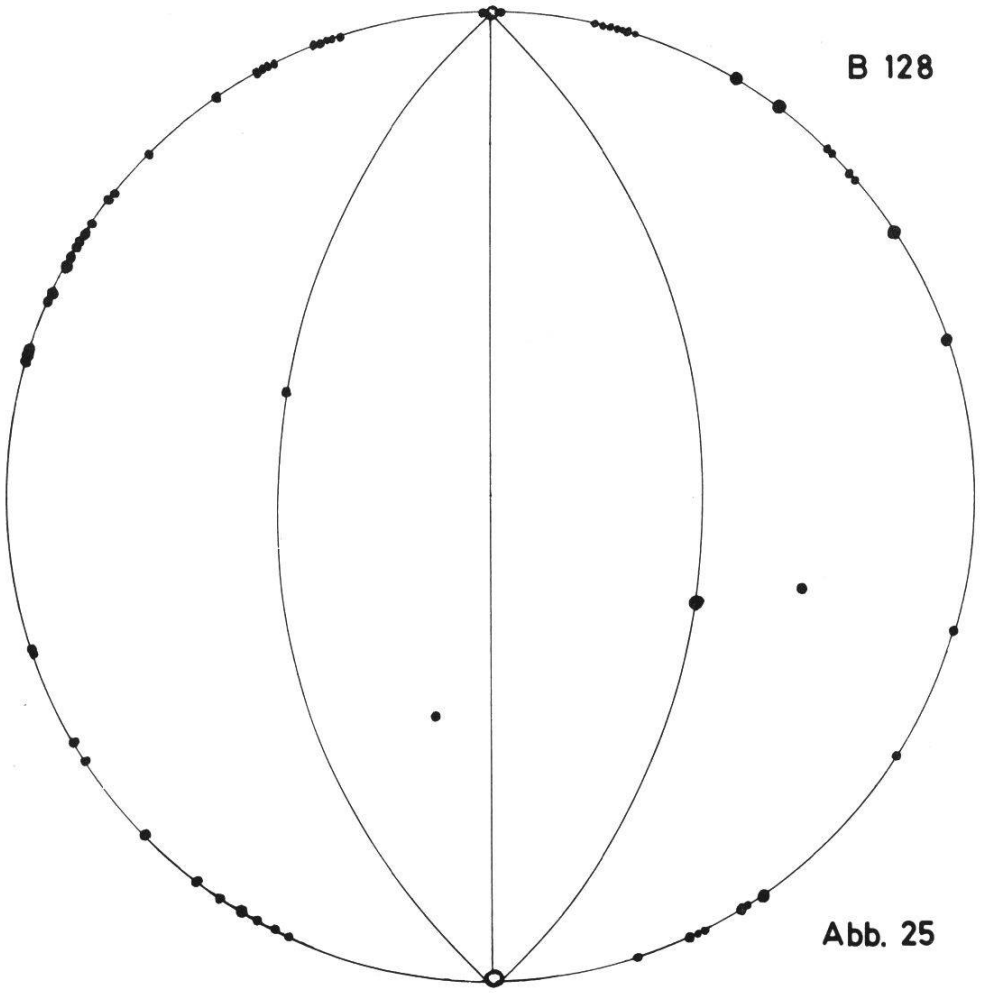


Abb. 25

Literatur

1. Studien über die Freiburger Binnentalsammlung

NICKEL, E.: Die Mineralparagenese des Lengenbachs im Binnental. Bull. Soc. Frib. Sc. Nat. *50*, 7–10 (1960).

NICKEL, E., und SCHALLER, I. (Studien I): Die Lokalität Lengenbach, Historie und Bestandesaufnahme. Bull. Soc. Frib. Nat. *50*, 11–206 (1960).

SCHALLER, I. (Studien II): Die Binnite vom Lengenbach. Bull. Soc. Frib. Sc. Nat. *51*, 167–222 (1961).

SCHALLER, I. und NICKEL, E. (Studien III): Winkelmessung und Flächensicherung an Binniten. Aufschluß (Z. f. Freunde d. Min. u. Geol., Göttingen / Heidelberg) *14*, 29–36 (1963).

SCHALLER, I. (Studien IV): Neue Formen an einem äußerst flächenreichen Binnit. Bull. Soc. Frib. Sc. Nat. *52*, 15–24 (1962).

NICKEL, E. (Studien V): Prinzip der Formenentwicklung am Binnit. N. Jb. Mineral *100*, 282–292 (1963).

NICKEL, E. und SCHALLER, I. (Studien VI): Die Tristetraeder des Binnit. Bull. Soc. Frib. Sc. Nat. *52*, 25–60 (1962).

NICKEL, E. und SCHALLER, I. (Studien VII): Die Formenwelt des Binnit. Schweiz. Min. Petr. Mitt. *43*, 414–434 (1963).

2. Weitere Literatur

Im Schlußkapitel der Arbeit «Studien I» ist die gesamte, den Fundort Lengenbach betreffende Literatur detailliert bis zum Jahre 1960 aufgeführt; sie umfaßt etwa 350 Titel.

Daher genügt es hier, in chronologischer Reihenfolge die Autoren für Rathit und Liveingit zu nennen. Die Literaturnummern beziehen sich auf das große Verzeichnis der genannten Arbeit. Jeder Autor hat eine Ziffer; mehrere Arbeiten des gleichen Autors sind durch nachgestellte Buchstaben gekennzeichnet.

a) Rathit

1857 S. von Waltershausen u. Uhrlaub + Nason (147c)
1896 Baumhauer (4f)
1896 Baumhauer (4g)
1898 Groth (38e)
1899 Solly u. Jackson (131 a_1)
1900 Solly u. Jackson (131 a_2)
1901 Solly (132 a_1 + a_2)
1901 Solly (132 c)
1903 Baumhauer (4m)
1903 Solly (132j) und 132 f_1)
1904 Köchlin (72)
1904 Hintze (54a)
1904 Groth (38g)
1905 Baumhauer (4p)
1909 Desbuissons (21b)
1909 Lewis (83h)
1910 Lewis (83 k_1)
1910 Lewis (83i + j)
1911 Solly (132 r_1)
1911 Lewis (83 k_2)
1911 Solly (132 r_2)
1912 Solly (132u)
1912 Lewis (83 k_3)
1914 Prior (103g)
1915 Cesaro (17b)
1920 Schmidt (119b)
1921 Groth u. Mieleitner (39)
1922 Goldschmidt (36b)
1926 Doelter u. Leitmeier (23)
1928 Weber (149b)
1929 Dan Giusca (35a)
1930 Dan Giusca (35b)
1934 Huttenlocher (62a–b)
1934 Bader (1)
1934 Ferrari u. Curti (28)
1940 Berry u. Peacock (13)
1940 Hiller (53)
1940 Niggli, Koenigsberger, Parker (89)
1942 Quervain u. Friedländer (104)
1942 Harcour (44)
1943 Berry (12b)
1944 Dana (18g)
1950 Ramdohr (106c)
1953 Berry (12c)
1954 Klockmann u. Ramdohr (71b)
1957 V. Ross (114)
1958 Hellner, Weitz, Rösch (49)
1959 Rösch u. Hellner (112)
1959 Nowacki u. Kunz (158)
1960 H. Strunz (160)
1960 Ramdohr (106d)
1962 Le Bihan (165)

b) Liveingit

1901 Solly u. Jackson (131b)
1902 Solly (132 d_1)
1903 Baumhauer (4m)
1903 Solly (132j) und (132f)
1904 Hintze (54a)
1904 Groth (38g)
1905 Baumhauer (4p)
1909 Desbuissons (21b)
1912 Lewis (831)
1924 Groth u. Mieleitner (39)
1922 Klockmann (71)
1926 Doelter u. Leitmeier (23)
1930 Dan Giusca (35b)
1931 Schneiderhöhn-Ramdohr (121)
1934 Huttenlocher (62a–b)
1934 Bader (1)
1934 Ferrari u. Curti (28)
1940 Hiller (53)
1940 Niggli, Koenigsberger, Parker (89)
1944 Dana (18g)
1950 Ramdohr (106c)
1954 Klockmann-Ramdohr (71b)
1957 V. Ross (114)
1958 Hellner, Weitz, Rösch (49)
1959 Rösch u. Hellner (112)
1960 H. Strunz (160)
1960 Ramdohr (106d)

3. Neuere Literatur zum Binnental

NOWACKI, W., und BAHEZRE, C.: Die Bestimmung der chemischen Zusammensetzung einiger Sulfosalze aus dem Lengenbach (Binnental, Kt. Wallis) mit Hilfe der elektronischen Mikrosonde. Schweiz. Min. Petr. Mitt. *43*, 407–408 (1963).

NOWACKI, W.: Über neue Mineralien aus dem Lengenbach. Jb. Naturhist. Mus. Bern *296* (1963–1965).

– –, MARUMO, F. und TAKEUCHI, Y.: Untersuchungen an Sulfiden aus dem Binnatal (Kt. Wallis, Schweiz). Schweiz. Min. Petr. Mitt. *44*, 6–7 (1964).

– – Zur Kristallchemie der Sulfosalze, insbesondere aus dem Lengenbach (Binnatal, Kt. Wallis), Schweiz. Min. Petr. Mitt. *44*, 461–484 (1964).

– – Die Wiedererschließung der Minerallagerstätte Lengenbach (Binnatal). Mitt. *143* d. Abt. f. Krist. u. Strukturl., Min. Institut, Univ. Bern, 437–438 (1964).

MARUMO, F. and NOWACKI, W.: The crystal structure of rathite-I (Contribution nr. 155, part 19, on sulfides and sulfosalts). Kristallogr. *122*, 434–456 (1965).

GRAESER, S.: Die Mineralfundstellen im Dolomit des Binnatales. Schweiz. Min. Petr. Mitt. *45*, 726–731 (1965).

STALDER, H. A.: Die Arbeitsgemeinschaft Lengenbach. Jb. Naturhist. Mus. Bern (1966–1968), 15–20.

NOWACKI, W.: Zur Klassifikation und Kristallchemie der Sulfosalze. Schweiz. Min. Petr. Mitt. *49*, 110–156 (1969).

4. Literatur zur Methodik

BOEKE, H. E.: Die gnomonische Projektion in ihrer Anwendung auf kristallographische Aufgaben. Borntraeger: Berlin 1913.

– – Die Anwendung der stereographischen Projektion bei kristallographischen Untersuchungen. Borntraeger: Berlin 1911.

GOLDSCHMIDT, V.: Über Lorandit von Allchar in Macedonien. Krist. *30*, 272–294 (1899).

LEUTWEIN, F. und SOMMER, C.: Allgemeine Mineralogie. Bergakademie Freiberg 1960.

NIGGLI, P.: Lehrbuch der Mineralogie und Kristallchemie, Teil 1. Borntraeger: Berlin 1941.

NIGGLI, P. und PARKER, R. L.: Tabellen zur Kristallographie und Kristallphysik (zusammengestellt von G. C. AMSTUTZ). Verlag der Vereinigung der Chemiestudierenden an der ETH: Zürich 1952.

SCHRÖDER, R.: Krystallometrisches Praktikum. Springer: Berlin–Göttingen–Heidelberg 1950.

TERPSTRA, P. and CODD, L. W.: Crystallometry. Longmans: Groningen 1961.