

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: 25.01.2026

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

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 Binnentals 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 abwechselungsweise stärker dem Dufrenoyzit, 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 (36 b): «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 Dufrenoyisit, der 1845 als neues Mineral bekannt wurde, nicht unterschieden. Aber später stellte man fest, daß viele Dufrenoyisite vom Normaltyp abweichen. BAUMHAUER sicherte 1896 die Eigenständigkeit eines Teils der für Dufrenoyisite 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 β

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 Dufrenoyseite, 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 Dufrenoyseite 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 Dufrenoyzit 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 Dufrenoyzit 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 Binnental-sammlung 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 a₁–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 unverzwilligten 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 2₁. 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. $\lg \rho$ – 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: $a_0 = 8,23$; $b_0 = 8,62$; $c_0 = 4,83$; $\beta = 90,00$).

Die Pseudosymmetrie bezieht sich auf Klasse mmm, bzw. Raumgruppe $P m\bar{m}n$. 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.

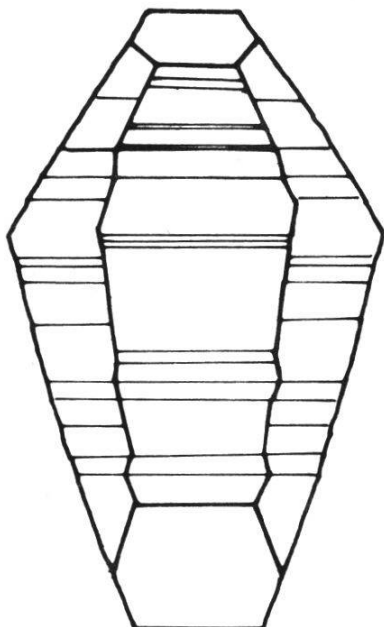


Abb. 1

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 schmaler 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 φ und Nullmeridian-distanz ψ eingetragen.

Bei den Poldistanzen φ des aufrechten Prismas handelt es sich entweder um einen tatsächlich gefundenen φ -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 Nullmeridian-distanz ψ angegeben (also mit Winkelwerten von 0° bis 360°), sondern durch den Komplementwinkel ε' eines jeden Winkels ψ im entsprechenden Quadranten. Deshalb bedeutet

$$\varepsilon' = \text{Winkel zwischen den} \quad (001)/(100) \text{ und } (001)/(\overline{hk}0), \text{ bzw.} \\ \text{Grosskreisen} \quad \text{und } (001)/(\overline{hk}0), \text{ bzw.} \\ \text{und } (001)/(\overline{hk}0), \text{ bzw.} \\ \text{und } (001)/(\overline{hk}0).$$

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 h0l-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 $46^{\circ}36\frac{3}{4}'$, was grosse Aehnlichkeit mit dem entsprechenden Winkel an Dufrenoyisit 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.

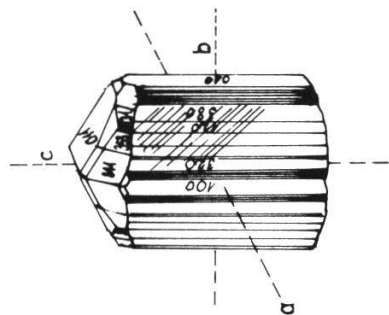
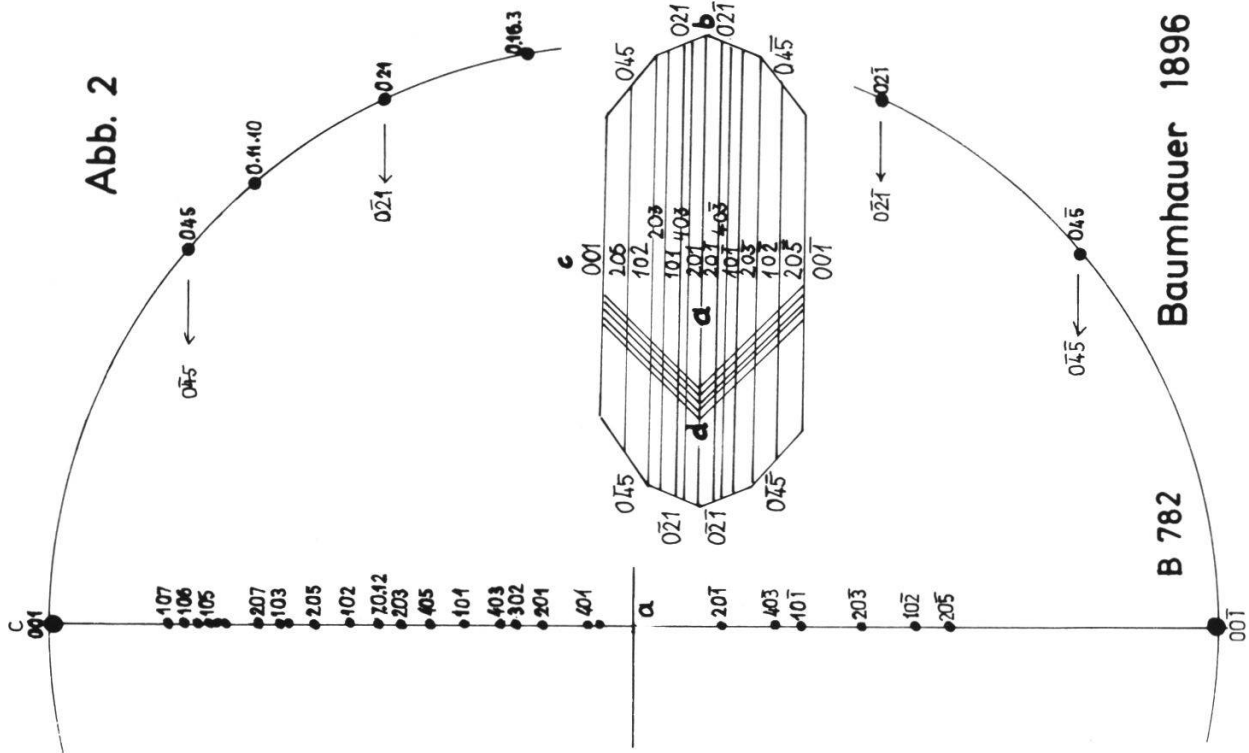


Abb. 3

Solly
1902

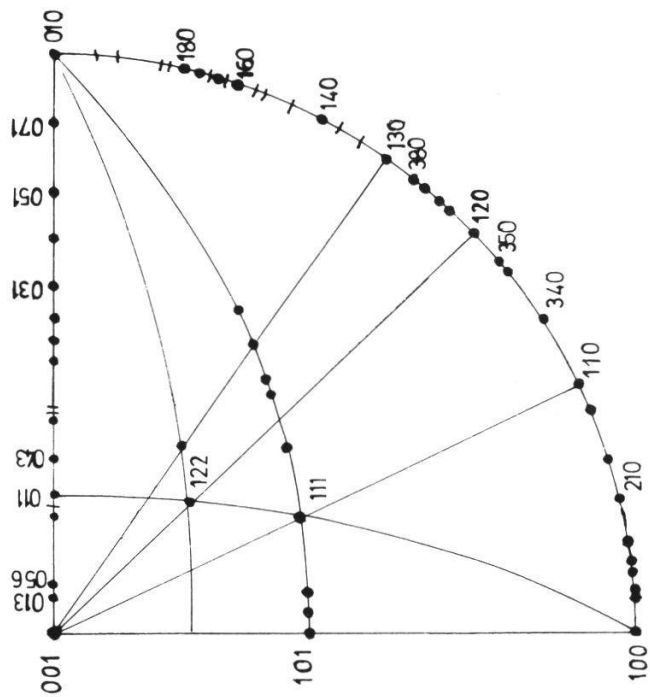


Abb. 5
Lewis
1912

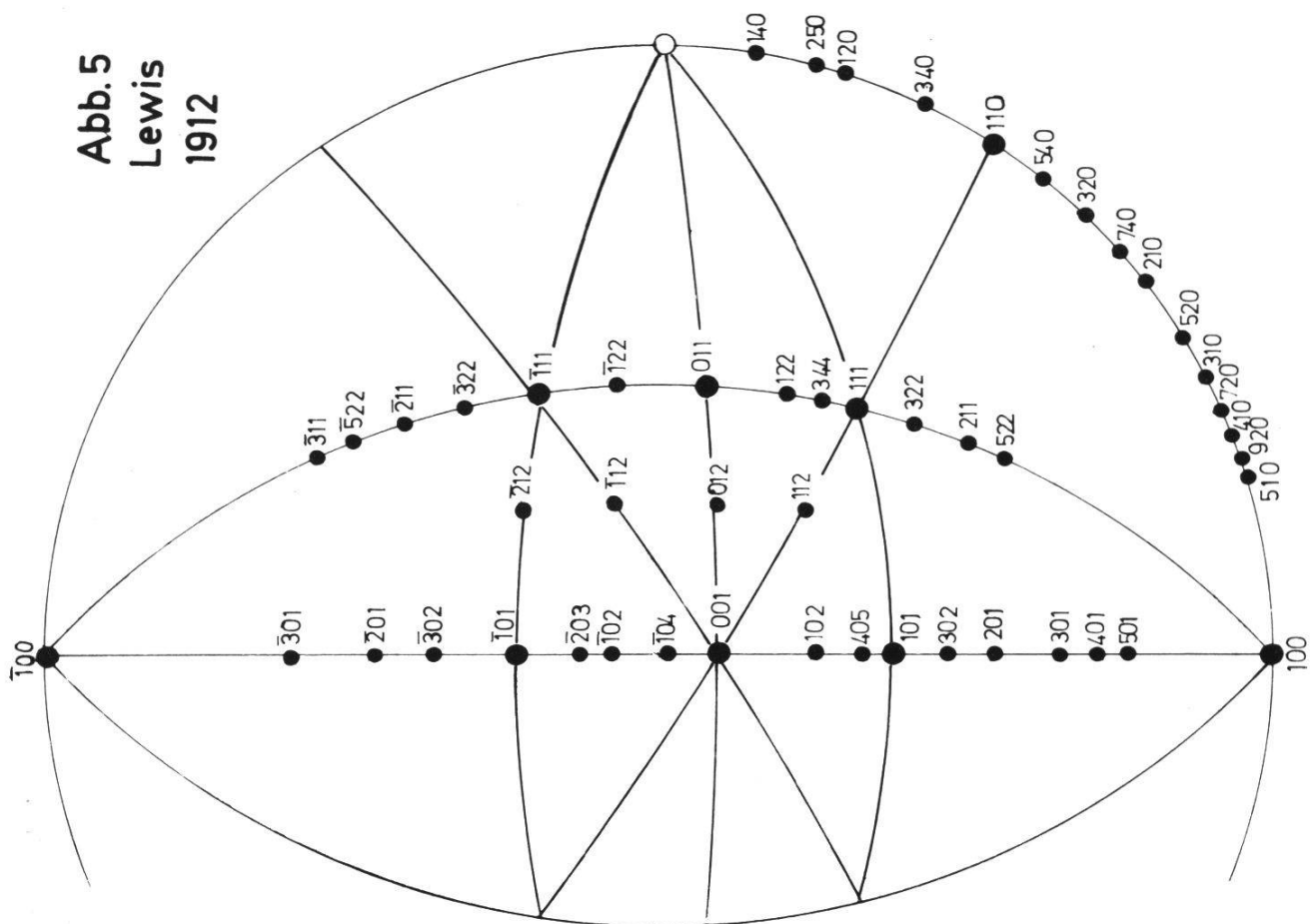


Abb. 4
Lewis
1910

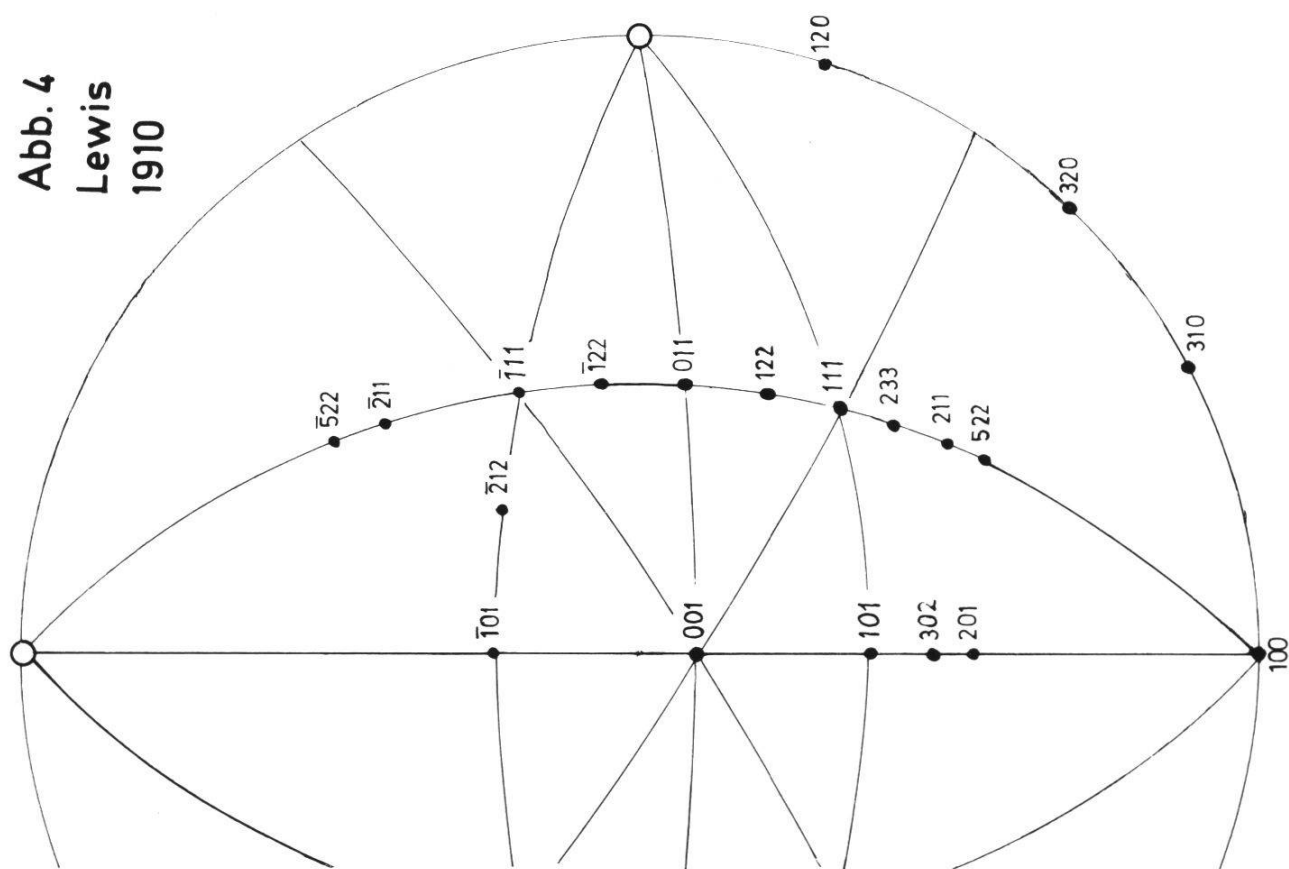


TABELLE I

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 Dufrenoyisit B 79 erwies sich nach RH als Rathit.

b) Zusammenstellung der untersuchten Kristalle

Freiburger Sammlung

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

Cambridger Sammlung ("Ra" von uns eingeführt)

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

Berner Sammlung

| | |
|---|--------|
| <u>Rathit II vorwiegend mit prismatischen Flächen</u> | 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°11' 89°40' | | Rathit- α Rathit- β | |
| 1910 | Lewis | monoklin | 100°44' | 1,587 : 1 : 1,070 | Wiltshireit | |
| 1911 | Solly | monoklin (hält ihn für monoklin seit 1903) | | | Wiltshireit= =Rathit = =Rathit- α | |
| 1912 | Lewis | monoklin | 79°16' | 1,5869 : 1 : 1,0698 | Wiltshireit f.unverzwilligte = = Rathit für verzwilligte | |
| 1921 | Groth und Mieleitner | rhombisch- dipyramidal | | 0,4782 : 1 : 0,5112 | Rathit vielleicht davon verschieden ist Wiltshireit (Rath. α) | |
| 1922 | Goldschmidt | monoklin | 100°44' | 1,5869 : 1 : 1,0698 | Rathit Wiltshireit | |

| ZWILLINGSGESETZE | ROENTGEN = UNTERSUCHUNGEN | | BEMERKUNGEN |
|--|---------------------------|------------|--|
| | ZELLELEMENTE | RAUMGRUPPE | |
| | | | |
| gibt noch keine an | | | |
| erwähnt nichts | | | |
| Zwillingssebene (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 Zwillingssebene | | | (522) Lewis = (31 $\bar{1}$) Solly (302) Lewis = (20 $\bar{1}$) Solly in Zwillings-Orientierung |
| wahrscheinlich Zwillingslamellierung // zu (100) | | | |
| | | | |
| | | | <p>"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".</p> |

| JAHR | AUTOR | MAKRO-KRISTALLOGRAPHISCHE UNTERSUCHUNGEN | | | NAME | |
|------|--------------------------|--|----------------|--|--|--|
| | | Kristallsystem | Winkel β | Achsenverhältnis | | |
| 1928 | Weber | hypotetragonal- tafliger Typus | | 0,9355 : 1 : 5,8686 (durch Transforma- tion aus Solly) | Rathit | |
| 1929 | Dan Giuscă | rhombisch | | 0,4782 : 1 : 0,5112 | Rathit | |
| 1934 | Bader | rhombisch <u>und</u> monoklin | 100°44' | 0,4782 : 1 : 0,5112 1,5869 : 1 : 1,0698 | Rathit ver- zwillingt Rathit- α = Wiltshireit unverzwilligt | |
| 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 prisma- tisch - 2/m | 98°43½' | 3,1544 : 1 : 1,0698 | alle drei Namen | |
| 1949 | Strunz | rhombisch-dipyrami- dal | | 0,4782 : 1 : 0,5112 | Rathit | |
| 1950 | Ramdohr | rhombisch | | 0,478 : 1 : 0,511 | Rathit | |
| 1953 | Berry | monoklin | | | <u>Rathit II</u> | |
| 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 | | BEMERKUNGEN |
|--|--|--|---|
| | ZELLELEMENTE | RAUMGRUPPE | |
| | a_0 b_0 c_0 β | | |
| | | | |
| | | | |
| -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°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°44' |
| verzwillingt ziemlich selten | | | |
| a) nach {100}, indem polysynthetische pseudo-orthorhomb. Kr. entstehen b) nach {301} | idem wie oben (Peacock, Berry) | | Sollys Zwillingssebenen werden zu ($\overline{33}$.0.8) und ($\overline{23}$.0.1) |
| | | | |
| polysynthetische Zw.-lamellierung nach (074) ist die Regel | | | erwähnt Untersuchung von Peacock und Berry |
| | 8.32 70.9 7.91 90°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 ($\overline{301}$) | | | |
| | 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 | <u>BEMERKUNGEN</u> 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 | | | | | BEMERKUNGEN | |
|------------------|---------------------------------------|---------------------|-------|---------|------------------|--------------------------|---|
| | ZELLELEMENTE | | | β | RAUMGRUPPE | | |
| | a_0 | b_0 | c_0 | | | | |
| | Rathit I | 25,16 | 7,94 | 8,45 | $100^{\circ}30'$ | $P 2_1/a$ ($P\bar{1}$) | Bisher konnten von uns nur Rathit-I. -II und IV gefunden werden. (Rathit I von Le Bihan ist weitgehend identisch mit Dufrenoyzit u. wird mit Rathit I a bezeichnet). |
| | " II | 8,43 | 70,9 | 7,91 | 90° | $P 2_1$ | |
| | " III | 24,52 | 7,91 | 8,43 | 90° | | |
| | " IV | 17x8,26 = 140,42 | | | | | |
| | Rathit I nur nach 100 verzwillingt | 25,16 | 7,94 | 8,47 | $100^{\circ}30'$ | $P 2_1/a$ | "Wir konnten keinen Rathit III finden. Es hat sich ergeben, dass Rathit-IV (mit $a = 45,96 \text{ \AA}$) 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 | $98^{\circ}25'$ | $P 2_1/n$ | Rathit I a entspricht Rathit I _{Le Bihan} und ist identisch mit Dufrenoyzit. |
| | | 8,43 | 70,9 | 7,91 | 90° | $P 2_1$ | |
| | | 25,16 | 7,94 | 8,47 | $100^{\circ}28'$ | $P 2_1/a$ ($P\bar{1}$) | Die wahre Symmetrie von Rathit-I ist möglicherweise triklin |
| | | 24,52 | 7,91 | 8,43 | 90° | $P 2_1$ | |
| | | 8,43 | 70,9 | 7,91 | 90° | $P 2_1$ | |
| | | 8,43 | 25,80 | 7,91 | 90° | $P 2_1$ | $a_0 : b_0 : c_0 = 0,327 : 1 : 0,307$ |
| | | 8,43 | 70,9 | 7,91 | | $P 2_1$ | $a_0 : b_0 : c_0 = 0,119 : 1 : 0,112$ |
| | | 8,43 | 7,91 | 24,52 | | $P 2_1$ | $a_0 : b_0 : c_0 = 1,066 : 1 : 3,100$ (Die Angaben beziehen sich auf Berry und Le Bihan). |
| | | 25,16 | 7,94 | 8,47 | $100^{\circ}28'$ | $P 2_1/a$ wahre = trk. | |
| | | 8,43 | 70,9 | 7,91 | 90° | $P 2_1$ | |
| | | 24,52 | 7,91 | 8,43 | 90° | $P 2_1$ | |
| | | 17 x 8,26 | | | | | |

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 | $Pb_7As_9S_{20}$ | |
| | | | Rathit II | $Pb_9As_{13}S_{28}$ | |
| | | | RathitIII | $Pb_6As_{10}S_{20}$ | |
| 1963 | Nowacki, Bahezre | Analyse* eines Kristalls von Berry | | $Pb_{11}Tl_1As_{20}S_{40}$ | |
| 1964 | Nowacki | | Rathit I | $Pb_{11}Tl_1As_{20}S_{40}$ | |
| | | | RathitIII | $Pb_{12}As_{20}S_{40}$ | |
| | | | Rathit II | $Pb_9As_{13}S_{28}$ | |
| | | | Rathit IV | unbekannt | |
| 1965 | Marumo, Nowacki | | Rathit I | $(PbTl)_3As_4(As,Ag)S_{10}$ | |
| | | | RathitIII | $Pb_3As_5S_{10}$ | |
| | | | Rathit II | $Pb_9As_{13}S_{28}$ | |
| 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 | $Pb_9As_{13}S_{28}$ | 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 k₃), 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 k₃) 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.

| <i>Index</i> | <i>Winkel ϵ</i> | <i>Index</i> | <i>Winkel ϵ</i> | <i>Index</i> | <i>Winkel ϵ</i> |
|--------------|-------------------------------------|--------------|-------------------------------------|--------------|-------------------------------------|
| (001)/(205) | 32 16 $\frac{1}{2}$ | (100)/(520) | 32 14 | (100)/(520) | 32 16 |
| (102) | 38 25 | (210) | 38 24 | (210) | 38 24 |
| (7.0.12) | 42 50 $\frac{1}{2}$ | | | (530) | 42 47 |
| (203) | 46 33 | (320) | 46 34 $\frac{1}{2}$ | (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 Kopf- fläche (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-Entwickelt- sein von Zone $[01\bar{1}]$ und $[011]$ würde darauf hinweisen, daß in Wahrheit keine monokline, sondern eine triklone 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 k₃) 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*

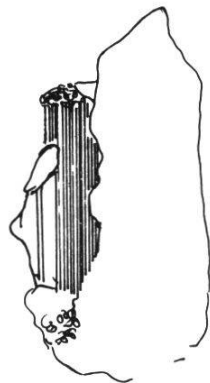
1. Neumessungen der Kristalle B 578, B 580, B 582, B 583

B 578

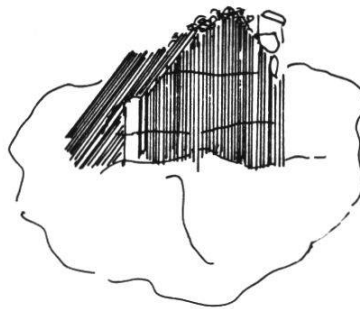
ist stahlgrau, glänzend, in Dolomit eingewachsen, weist Furchen und Rundungen auf. Die Messungen wurden erschwert durch einen seitlich liegenden größeren Kristall, sowie durch eine ganze Reihe winziger Pyrite. Unter der Lupe sind zwei Kopfflächen sichtbar, die jedoch fast schwarz sind, nicht glänzen 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

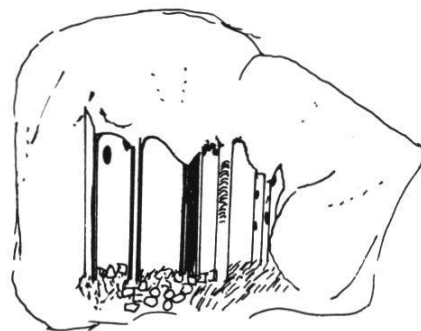
B 578



B 580



B 582



B 583

Abb. 11

Rathit II (vgl. BAUMHAUER 4 f). Vergrößerung von B 582 15 \times ; bei den anderen ca. 3 \times .

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 Dufrenoyisit schließen.

Der Kristall **Ra 9** nimmt nun sogar noch dem Kristall Ra 1 gegenüber eine Sonderstellung ein. Auch er ähnelt dem Dufrenoyisit, 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.

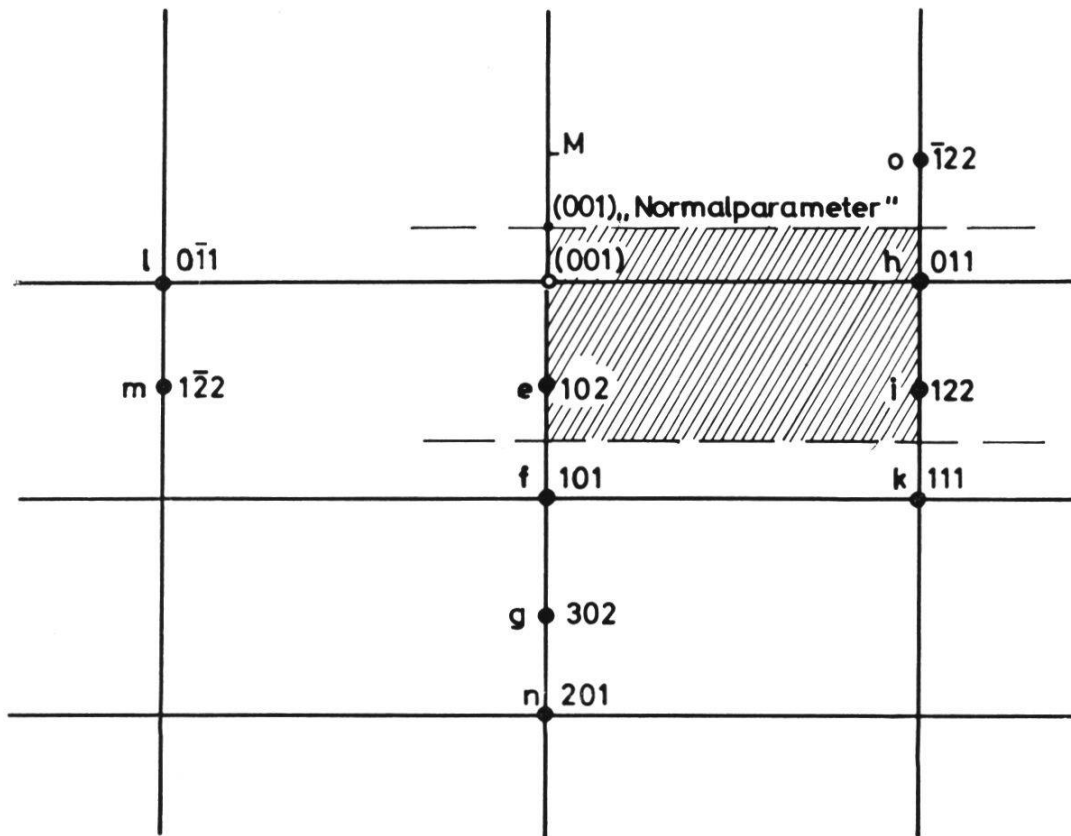


Abb. 13

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 Dufrenoyzit 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 $\beta = 100^\circ$ 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 $100^{\circ}7'$. Berechnet man hingegen am gleichen Kristall diesen Fundamentalwinkel aus den anderen Flächen, so ergeben sich $100^{\circ}22'$.

Zieht man zur Berechnung einige Flächen an weiteren Kristallen heran, so kommt man bei Verwendung von vier besseren Flächen auf einen Mittelwert von $\beta = 100^{\circ}37'$, bei Einbezug von sechs Flächen auf rund $100^{\circ}20'$. Demgegenüber steht der Literaturwert von $100^{\circ}44'$, bzw. der zu Winkel β supplementäre Winkel $\mu = 79^{\circ}16'$. 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 $\mu = 79^{\circ}48,5'$ sein sollte, woraus dann der Winkel $\beta = 100^{\circ}11,5'$ resultieren würde.

Abb. 7

Abb. 7

**Mittel-
werte**

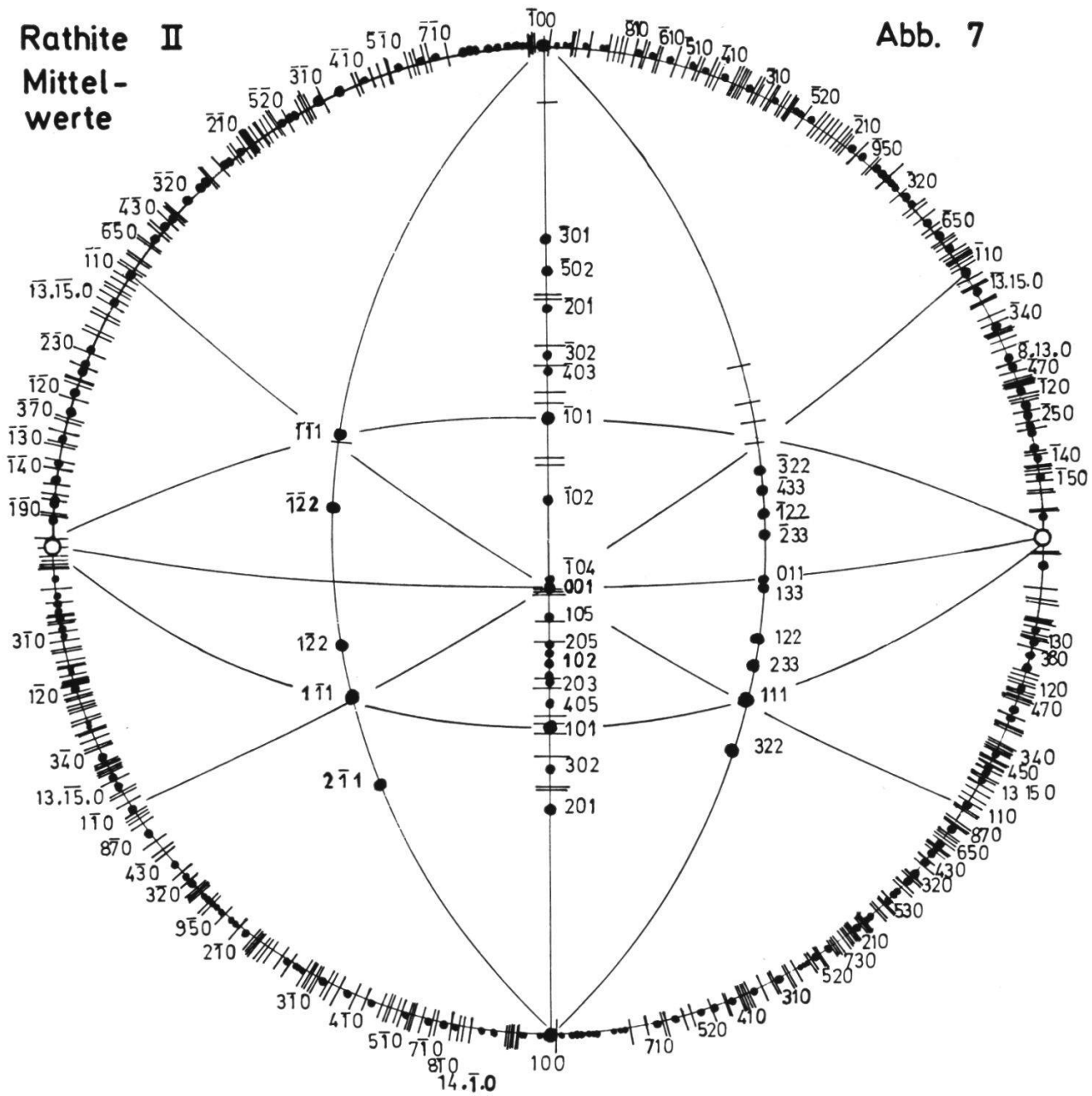
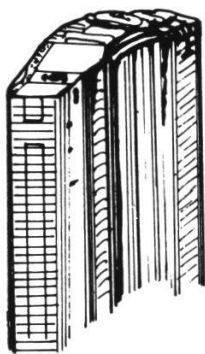


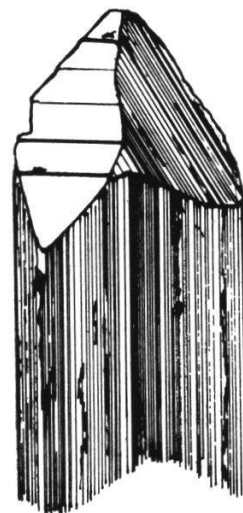
Abb.6 (ca. 5 x vergrössert)



B 782



Ra 4



Ra 1

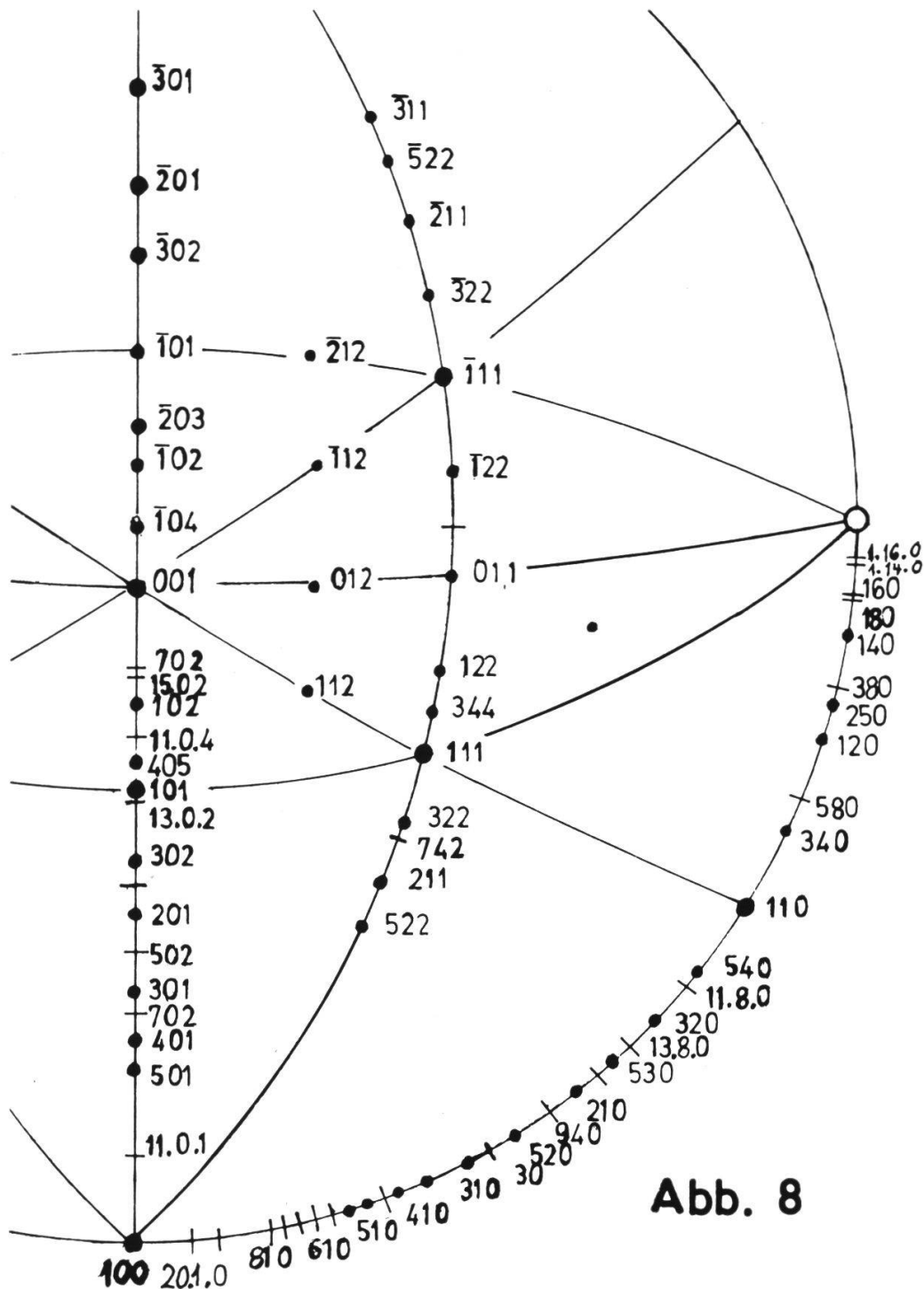


Abb. 8

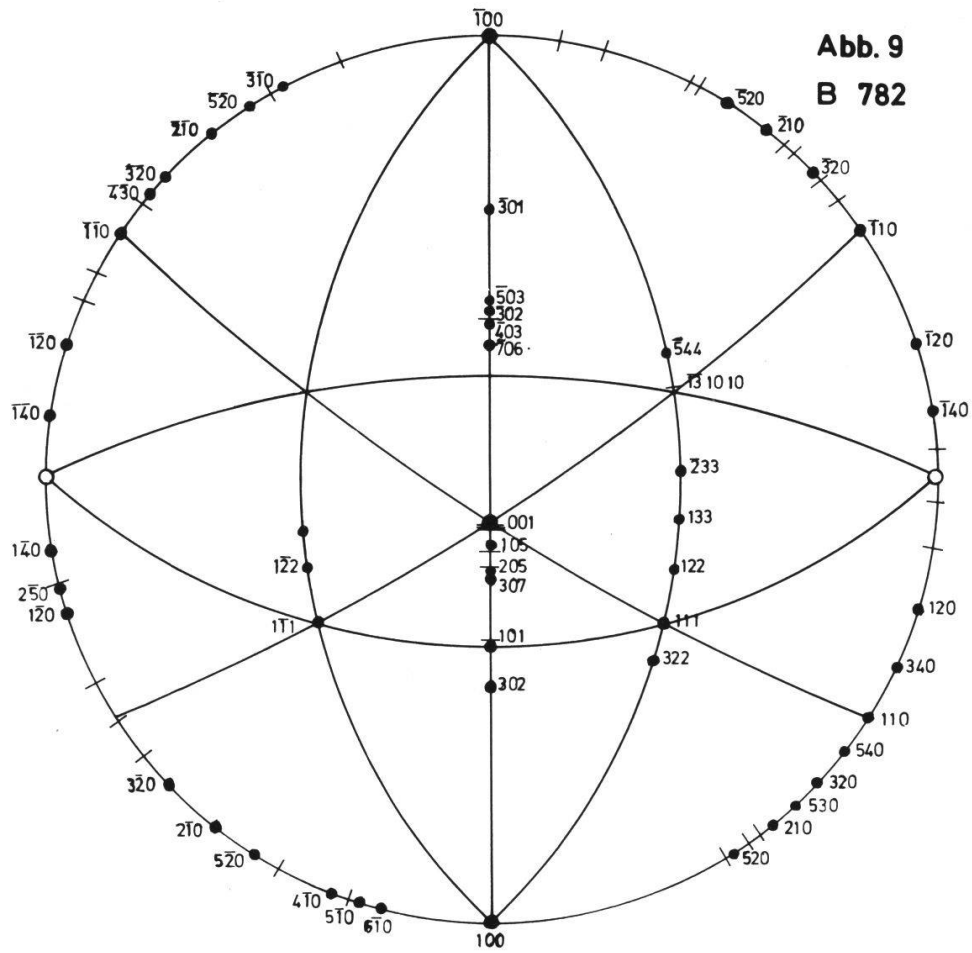
Goldschmidt (36 b) fasst alle bis 1922 publizierten Messdaten der Rathite I und II der drei Hauptbearbeiter Baumhauer, Solly, Lewis zusammen. Die Aufstellungen von Baumhauer und Solly wurden in Lewis' Aufstellung umgerechnet und zwar nach Goldschmidts Formeln

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

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

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

B 782



B 205

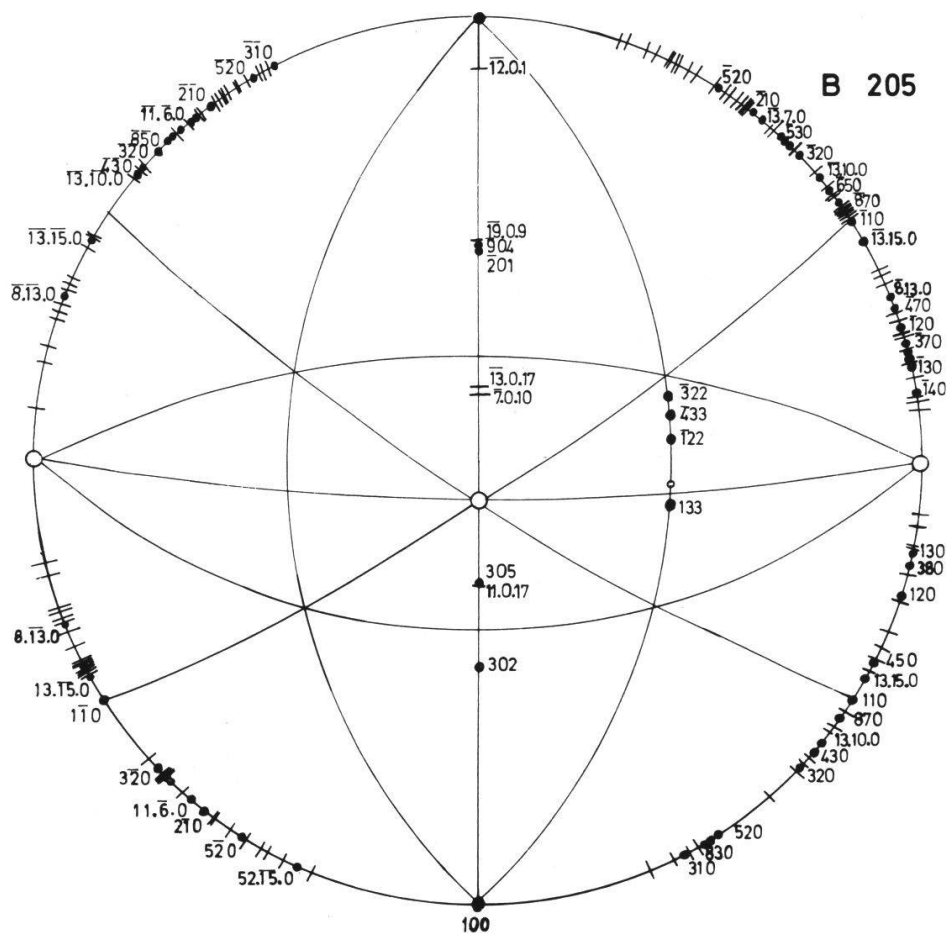
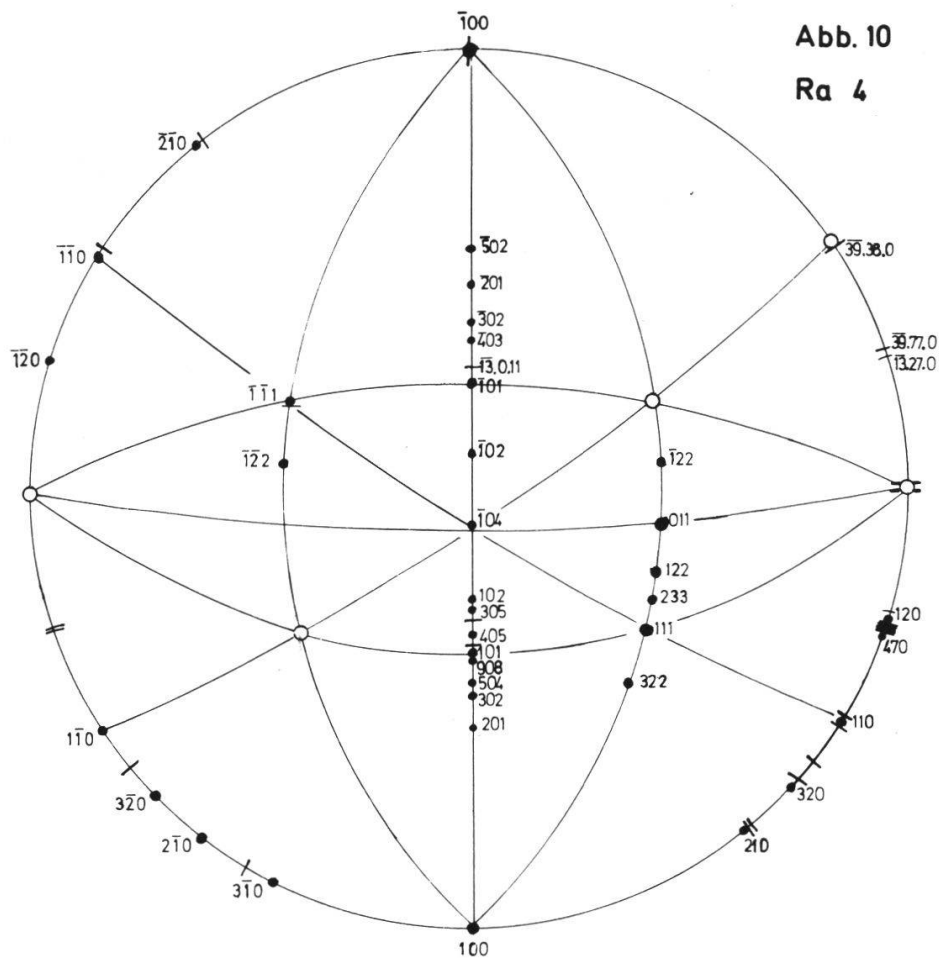
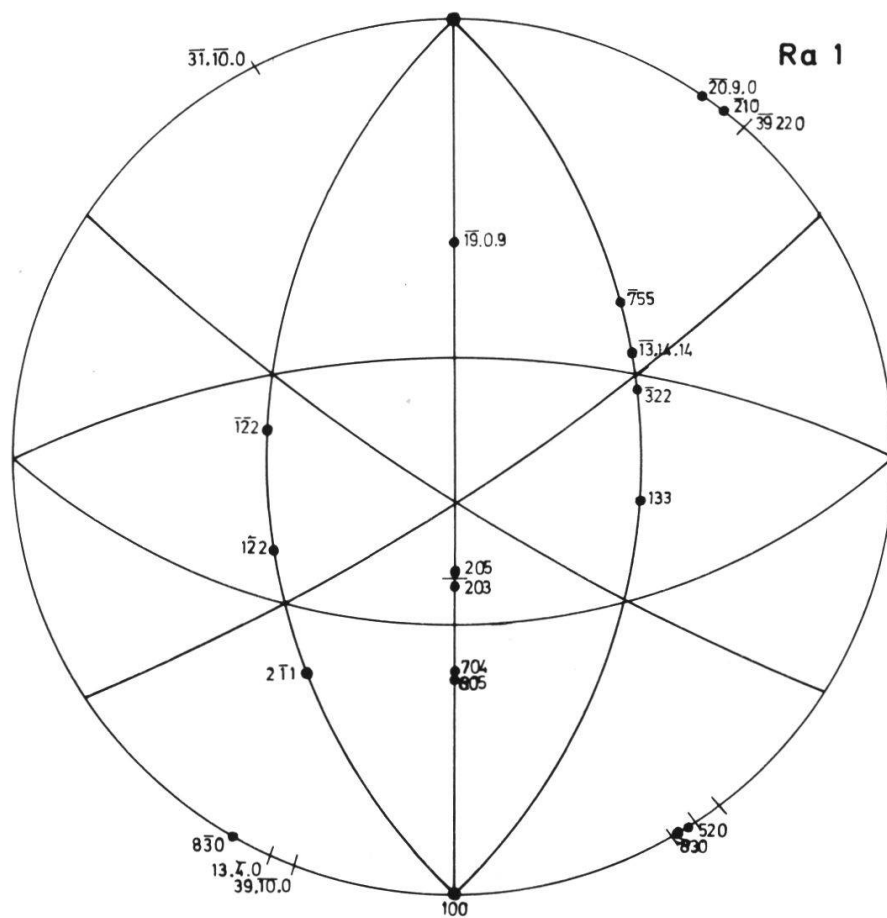


Abb. 10

Ra 4



Ra 1



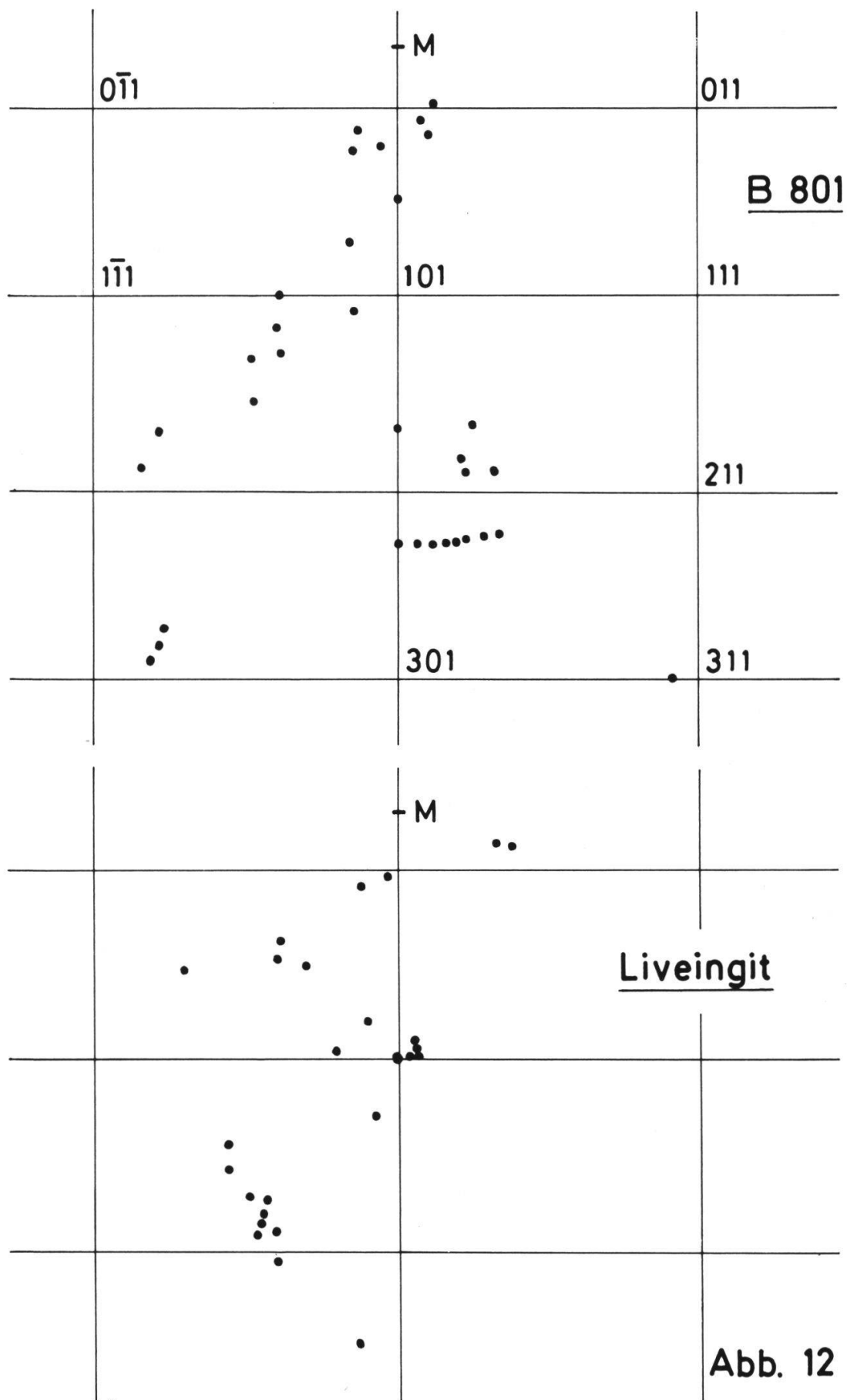


Abb. 12

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

Liste der Kopfflächen in Zone $[010]$

[illegible]

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

| <u>B 782</u> | | | <u>B 205</u> | | | <u>Ra 4</u> | | | <u>Ra 1</u> | | |
|------------------------|--------|-----------|--------------|--------|-----------|-------------|--------|-----------|------------------------|-----------|-----------|
| Index | ρ | φ | Index | ρ | φ | Index | ρ | φ | Index | ρ | φ |
| $\bar{5}44$ | 52 10 | 324 55 | | | | | | | $\bar{7}55$ | 54 53 | 317 47 |
| $\bar{1}\bar{3}.10.10$ | 50 1 | 334 16 | | | | | | | $\bar{1}\bar{3}.14.14$ | 50 39 | 329 53 |
| | | | $\bar{3}22$ | 48 8 | 341 14 | | | | $\bar{3}$ | 2 2 48 26 | 340 32 |
| | | | $\bar{4}33$ | 47 25 | 346 6 | | | | | | |
| $\bar{2}33$ | 46 30 | 358 4 | $\bar{1}22$ | 46 39 | 353 40 | $\bar{1}22$ | 47 20 | 352 1 | | | |
| | | | | 46 45 | 6 23 | | | | | | |
| 133 | 47 15 | 12 18 | 133 | 47 15 | 12 8 | 011 | 47 32 | 10 9 | | | |
| 122 | 49 52 | 26 30 | | | | | | | 133 | 47 14 | 12 38 |
| | | | | | | 122 | 49 37 | 25 6 | | | |
| 111 | 53 55 | 39 21 | | | | 233 | 50 49 | 31 39 | | | |
| 322 | 57 39 | 48 23 | | | | 111 | 54 14 | 38 41 | | | |
| | | | | | | 322 | 56 55 | 50 52 | | | |

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

| <u>B 782</u> | | | <u>B 205</u> | | | <u>Ra 4</u> | | | <u>Ra 1</u> | | |
|--------------|--------|-----------|--------------|--------|-----------|--|--------|-----------|-------------------|--------|-----------|
| Index | ρ | φ | Index | ρ | φ | Index | ρ | φ | Index | ρ | φ |
| | | | | | | $\bar{1}\bar{1}1$ | 50 | 17 | 206 | 20 | |
| | | | | | | $\bar{1}\bar{7}.\bar{1}\bar{8}.\bar{1}\bar{8}$ | 49 | 45 | 205 | 23 | |
| | | | | | | $\bar{1}\bar{2}2$ | 47 | 21 | 188 | 25 | |
| | | | | | | | | | $\bar{1}\bar{2}2$ | 47 | 4 |
| | | | | | | | | | | 189 | 1 |
| | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | 49 | 1 |
| | | | | | | | | | $\bar{1}\bar{2}2$ | 50 | 22 |
| | | | | | | | | | | 153 | 32 |
| $\bar{1}22$ | 50 | 14 | 154 | 13 | | | | | | | |
| $\bar{1}11$ | 54 | 4 | 142 | 0 | | | | | $\bar{2}11$ | 62 | 44 |
| | | | | | | | | | | 125 | 3 |

LISTE 2

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

| Indizes | | Anzahl d. Flächen | Mittelwert d. Winkels ξ' | Verteilung auf Quadranten | | | |
|--------------|----------------|----------------------|---------------------------------|------------------------------|----|----|----|
| Hauptflächen | Vizinalflächen | | | 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 | | Anzahl d. Flächen | Mittelwert d. Winkels ξ' | Verteilung auf Quadranten | | | |
|--------------|----------------|----------------------|---------------------------------|------------------------------|----|----|----|
| Hauptflächen | Vizinalflächen | | | 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 |
| | | 6 | 54 10 | 4 | 1 | - | 1 |
| 8 7 0 | 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 | 52 14 | 3 | - | 1 | 2 |
| 6 5 0 | 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 |
| 4 3 0 | 79.59. 0 | 1 | 49 57 | - | - | 1 | - |
| | | 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 |
| | | 3 | 47 42 | 1 | 1 | - | 1 |
| 13. 9. 0 | 16.11. 0 | 2 | 47 13 | 1 | 1 | - | - |
| | 78.53. 0 | 1 | 46 53 | 1 | - | - | - |
| | | 14 | 46 24 | 4 | 5 | 3 | 2 |
| 3 2 0 | 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 | - | - |
| | | 5 | 44 35 | 1 | 2 | 1 | 1 |
| 8 5 0 | | 8 | 43 50 | 3 | 2 | 1 | 2 |
| 13. 8. 0 | 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 | - |
| | | 20 | 38 6 | 7 | 5 | 5 | 3 |
| | 79.39. 0 | 3 | 37 37 | - | - | 1 | 2 |
| 2 1 0 | 79.38. 0 | 2 | 37 13 | - | - | 2 | - |
| | 39.19. 0 | 1 | 37 4 | 1 | - | - | - |

| Indizes | | Anzahl d.Flächen | Mittelwert d. Winkels ε' | Verteilung auf Quadranten | | | |
|--------------|----------------|---------------------|---|------------------------------|----|----|----|
| Hauptflächen | Vizinalflächen | | | 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 | | Anzahl d. Flächen | Mittelwert d. Winkels ε' | Verteilung auf Quadranten | | | |
|--------------|----------------|----------------------|---|------------------------------|----|----|----|
| Hauptflächen | Vizinalflächen | | | 1. | 2. | 3. | 4. |
| 6 1 0 | 52. 9. 0 | 4 | 15 18 | - | 1 | 1 | 2 |
| | | 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 |
| 7 1 0 | 20. 3. 0 | 2 | 13 9 | 1 | - | - | 1 |
| | | 5 | 12 32 | 1 | 1 | 1 | 2 |
| | 52. 7. 0 | 3 | 11 55 | - | 2 | - | 1 |
| 8 1 0 | 39. 5. 0 | 3 | 11 17 | 1 | - | 1 | 1 |
| | | 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 | | Anzahl d. Flächen | Mittelwert d. Winkels ε' | Verteilung auf Quadranten | | | |
|--------------|----------------|----------------------|---|------------------------------|----|----|----|
| Hauptflächen | Vizinalflächen | | | 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 d₁) 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 P 19 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 k₂) 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 Neumesungen 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 abwechselungsweise 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 $100^{\circ}46'$ berechnet werden, was sich mit dem Literaturwert $\beta = 100^{\circ}44'$ 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 gedrunken 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 gedrunkenes, 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 schokoladenbraun 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

| | | | |
|------------------|--------------------|------------------|-------------------------|
| | $a_0 = 8,43$ | | $a_0 = 8,44 \pm 0,01$ |
| <i>Rathit II</i> | $b_0 = 70,9$ | <i>Liveingit</i> | $b_0 = 69,11 \pm 0,005$ |
| | $c_0 = 7,91$ | | $c_0 = 7,929 \pm 0,005$ |
| | $\beta = 90^\circ$ | | $\beta = 90^\circ$ |

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.

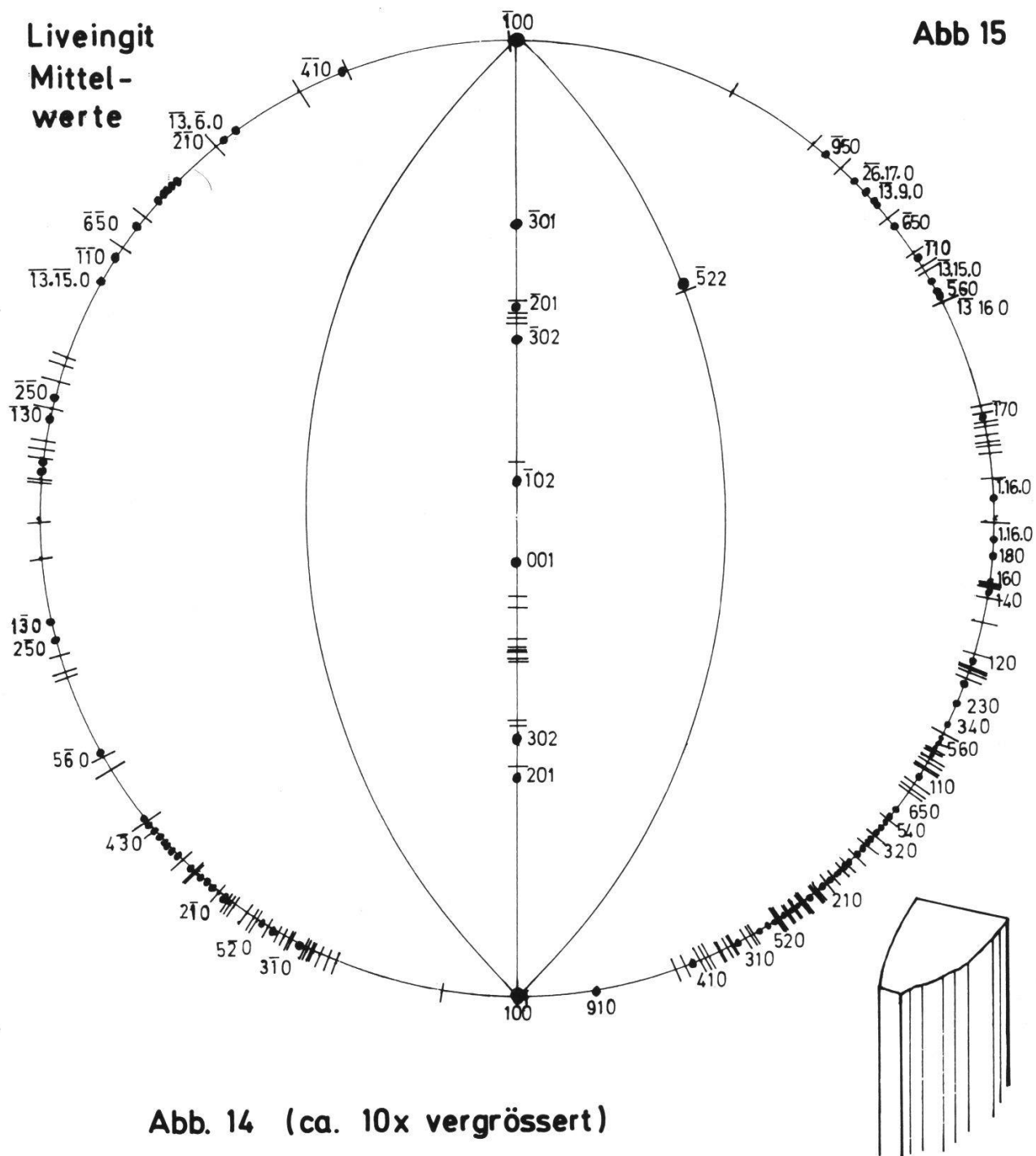
Vergleich des Fundamentalwinkels β und des Achsenverhältnisses $c : b$. Für den Winkel β liegt für beide Abarten nur je ein brauchbarer Wert vor: Rathit II = $100^\circ 20'$, Liveingit = $100^\circ 46'$. Die Differenz von $26'$ liegt in der Fehlergrenze. – Für das Verhältnis $c : b$ gibt es für Rathit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

Zusammenfassend gelten die folgenden Angaben:

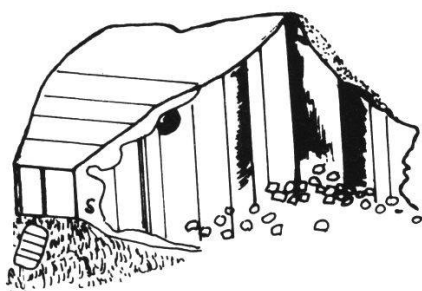
für Rathite II: $a : b : c = 1,57308 : 1 : 1,07027$

für Liveingite: $a : b : c = 1,56602 : 1 : 1,06$.

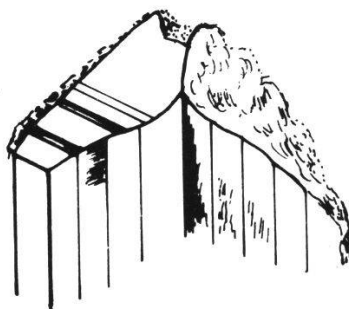
Abb 15



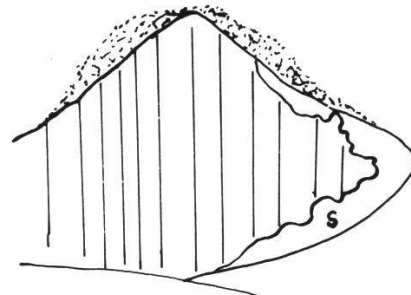
C 17 P 19 a)



C 20 P 22



C 21 P 23



C 15 P 17

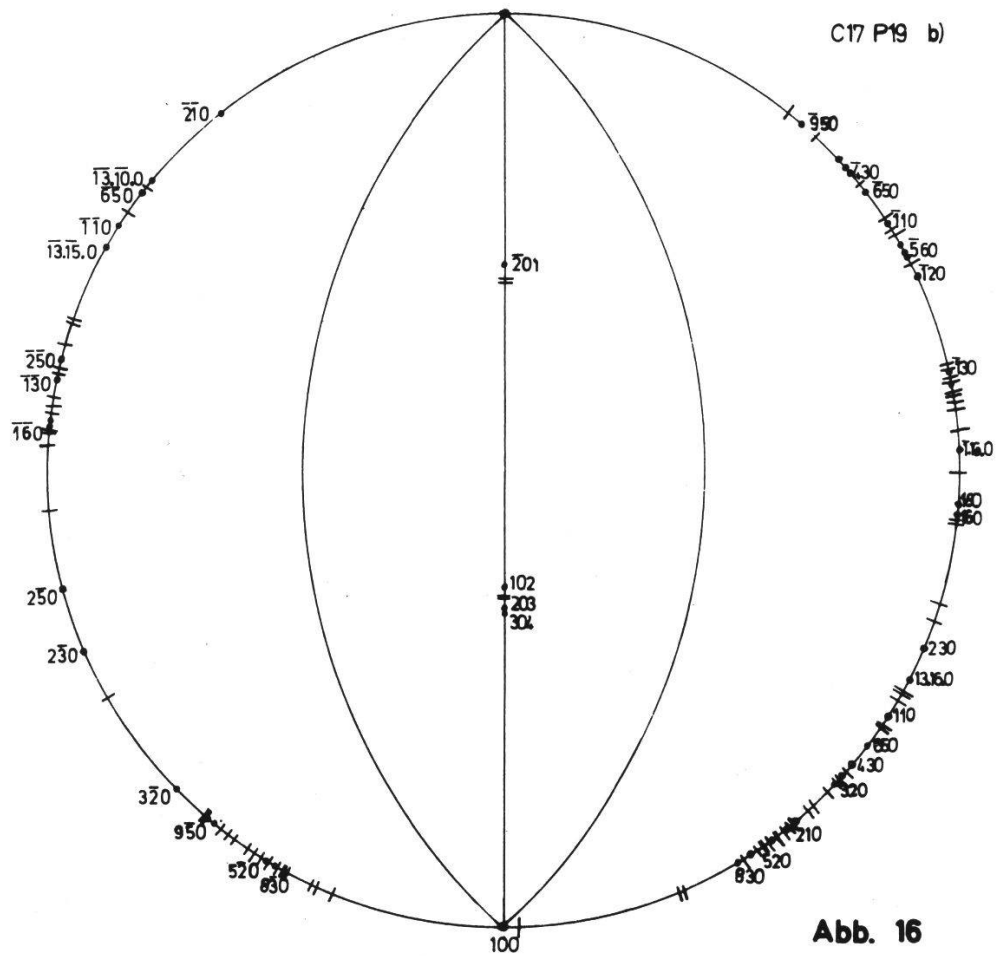
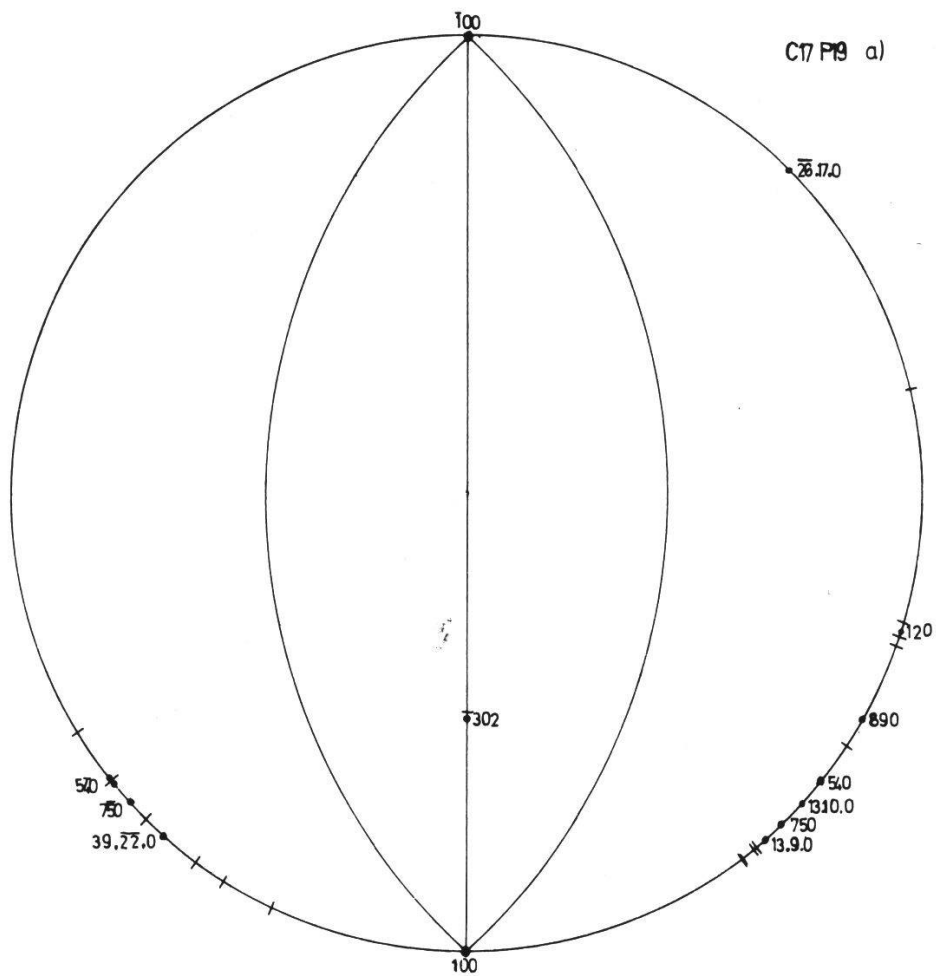


Abb. 16

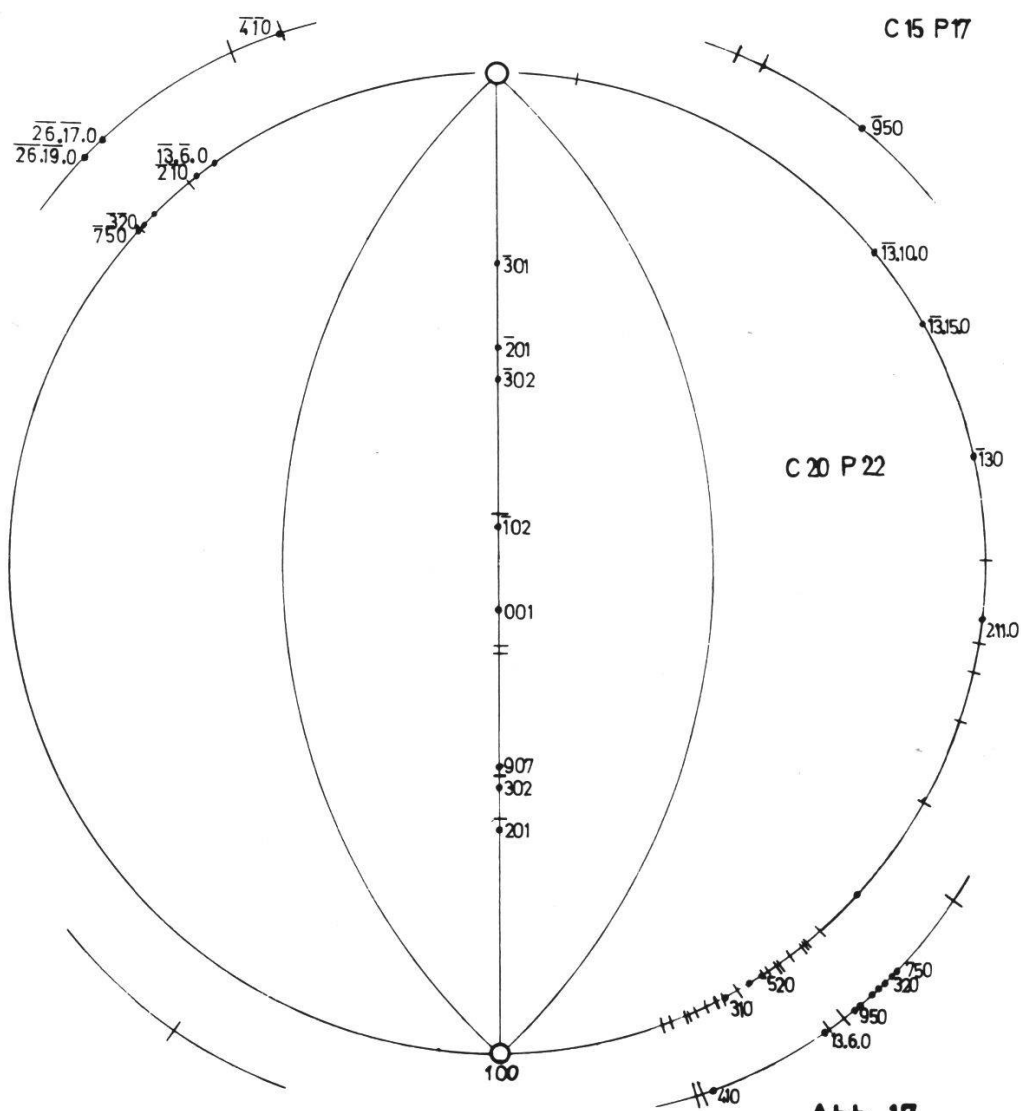
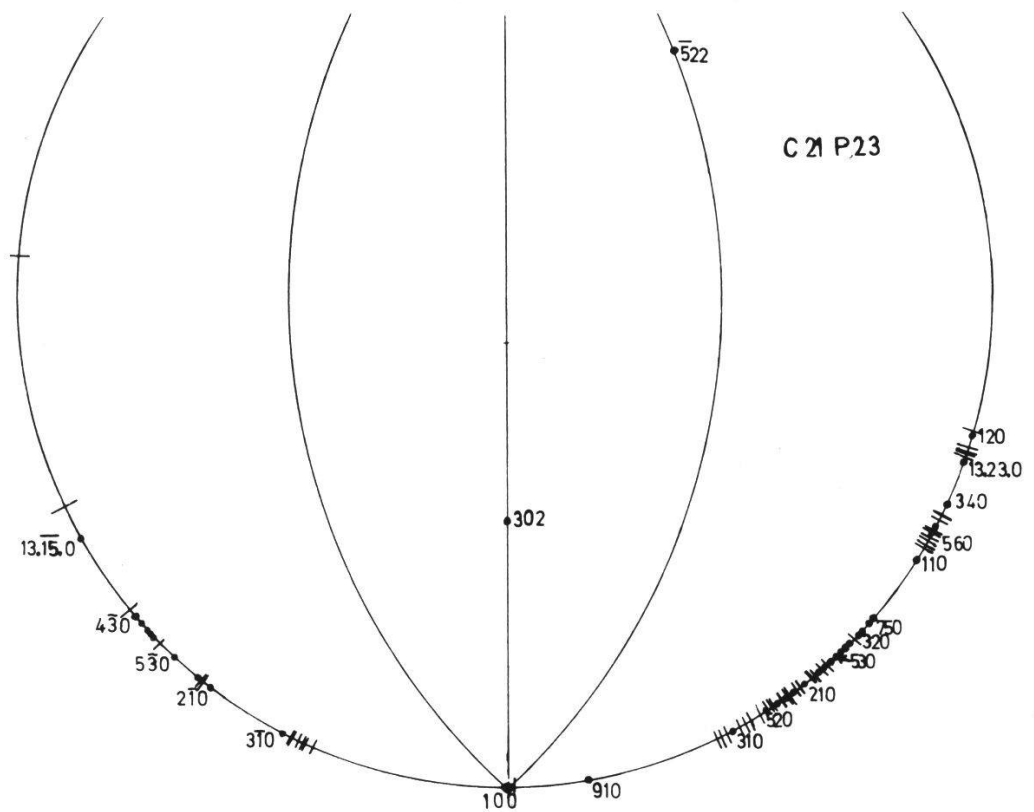


Abb. 17

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 | <u>1.unbekannter Kr.</u> monoklin (wie Liveingit) | $81^{\circ} 11'$ | --- | |
| | | <u>2.unbekannter Kr.</u> monoklin (wie Rathit) | $89^{\circ} 40'$ | | |
| 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 | | BEMERKUNGEN |
|---|--|------------|---|
| | ZELLELEMENTE | RAUMGRUPPE | |
| | a ₁ b ₁ c ₁ β | | |
| 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 | <u>Existenz überhaupt zweifelhaft</u> | | | |
| 1966 | Strunz | monoklin-pseudo- rhombisch | $90^{\circ} 17'$ | ? | |
| 1967 | Nowacki | <u>Es ist sehr wahrscheinlich, dass Liveingit überhaupt mit Rathit-II identisch ist.</u> | | | |

| ZWILLINGSGESETZE | ROENTGEN-UNTERSUCHUNGEN | | BEMERKUNGEN |
|--|----------------------------------|------------------|---|
| | ZELLELEMENTE a. b. c. β | RAUMGRUPPE | |
| 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 Baum- hauerit 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 | | Anzahl d. Flächen | Mittelwert, Winkel ε | Verteilung auf Quadranten | | | |
|--------------|----------------|----------------------|-------------------------------------|------------------------------|----|----|----|
| Hauptflächen | Vizinalflächen | | | 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 | | Anzahl d. Flächen | Mittelwert Winkel ε' | Verteilung auf Quadranten | | | |
|--------------|----------------|----------------------|-------------------------------------|------------------------------|----|----|----|
| Hauptflächen | Vizinalflächen | | | 1. | 2. | 3. | 4. |
| 1 1 0 | 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 |
| | | 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 | - |
| 6 5 0 | 40.37. 0 | 1 | 55 29 | 1 | - | - | - |
| | | 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 | | Anzahl d.Flächen | Mittelwert Winkel ξ' | Verteilung auf Quadranten | | | |
|--------------------|-------------------|---------------------|-----------------------------|------------------------------|----|----|----|
| Hauptflächen | Vizinalflächen | | | 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 | | | |
| | $\bar{29}$. 0.16 | 1 | 44 4 | 270 0 | | | |
| | $\bar{20}$. 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 | |

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 | | |
| 29. 0.16 | 44 4 | 270 0 | | |
| 20. 0.11 | 45 24 | 270 0 | | |
| 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 |

| 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 | |

Liste der gefundenen Winkelwerte

| Zone [010] | | | | |
|------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|
| Index | ϑ | 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 | | | |

| 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 der gefundenen Winkelwerte

| Zone [001] | 1. Quadrant φ | 2. Quadrant φ | 3. Quadrant φ | 4. Quadrant φ |
|------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|
| Index | | | | |
| 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 | | | |

Liste der gefundenen Winkelwerte

| Zone [010] | | | | | | | | | | | |
|------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------|--------------------|--------------------|--|--|--|--|--|
| Index | ρ | φ | | | | | | | | | |
| 3 0 2 | 49°39' | 90°0' | | | | | | | | | |
| Zone [011] | | | | | | | | | | | |
| 5 2 2 | 61 28 | 305 49 | | | | | | | | | |
| Zone [001] | | | | | | | | | | | |
| Index | 1.Quadr. φ | 2.Quadr. φ | 3.Quadr. φ | Index | 1.Qu. φ | 2.Qu. φ | | | | | |
| 10.73. 0 | | | 184 58 | 2 1 0 | 52 20 | 127 47 | | | | | |
| 26.55. 0 | 16 15 | | | 39.19. 0 | 52 56 | | | | | | |
| 1 2 0 | 16 58 | | | 53.25. 0 | 53 35 | | | | | | |
| 39.77. 0 | 18 12 | | | 13. 6. 0 | 54 0 | | | | | | |
| 11.21. 0 | 18 40 | | | 39.18. 0 | 54 18 | | | | | | |
| 8.15. 0 | 18 59 | | | 11. 5. 0 | 54 41 | | | | | | |
| 26.47. 0 | 19 25 | | | 16. 7. 0 | 55 6 | | | | | | |
| 13.23. 0 | 19 59 | | | 52.23..0 | 55 28 | | | | | | |
| 20.27. 0 | | 154 59 | | 39.17. 0 | 55 40 | | | | | | |
| 3 4 0 | 25 33 | | | 7 3 0 | 56 11 | | | | | | |
| 39.49. 0 | 26 45 | | | 26.11. 0 | 56 24 | | | | | | |
| 13.16. 0 | 27 35 | | | 31.13. 0 | 56 57 | | | | | | |
| 5 6 0 | 28 6 | | | 39.16. 0 | 57 28 | | | | | | |
| 26.31. 0 | 28 24 | | | 5 2 0 | 57 51 | | | | | | |
| 17.20. 0 | 28 53 | | | 13. 5. 0 | 58 52 | | | | | | |
| 13.13. 0 | 29 11 | 150 42 | | 52.19. 0 | 60 2 | | | | | | |
| 39.44. 0 | 29 43 | | | 53.19. 0 | 60 47 | | | | | | |
| 39.43. 0 | 30 5 | | | 26. 9. 0 | 61 35 | | | | | | |
| 13.14. 0 | 30 34 | | | 3 1 0 | 62 16 | 117 26 | | | | | |
| 31.33. 0 | 31 3 | | | 31.10. 0 | 63 37 | 116 35 | | | | | |
| 1 1 0 | 32 58 | | | 16. 5. 0 | 63 59 | 116 1 | | | | | |
| 39.31. 0 | | 140 57 | | 13. 4. 0 | 64 29 | 115 27 | | | | | |
| 4 3 0 | | 139 44 | | 10. 3. 0 | | 114 52 | | | | | |
| 26.19. 0 | 41 33 | 138 24 | | 52.15. 0 | | 114 20 | | | | | |
| 7 5 0 | 42 1 | 137 49 | | 39.11. 0 | | 113 45 | | | | | |
| 13. 9. 0 | 43 11 | 137 11 | | 9. 1. 0 | 80 16 | | | | | | |
| 3 2 0 | 43 44 | 136 36 | | 1 0 0 ps. | 89 17 | | | | | | |
| 26.17. 0 | 44 39 | 135 29 | | 1 0 0 | 90 0 | | | | | | |
| 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 | | | | | | | | | |

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 Wissenschaftler; 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, Dufrenoyisit 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 Dufrenoyisit 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 k₃) 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 auführt, 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

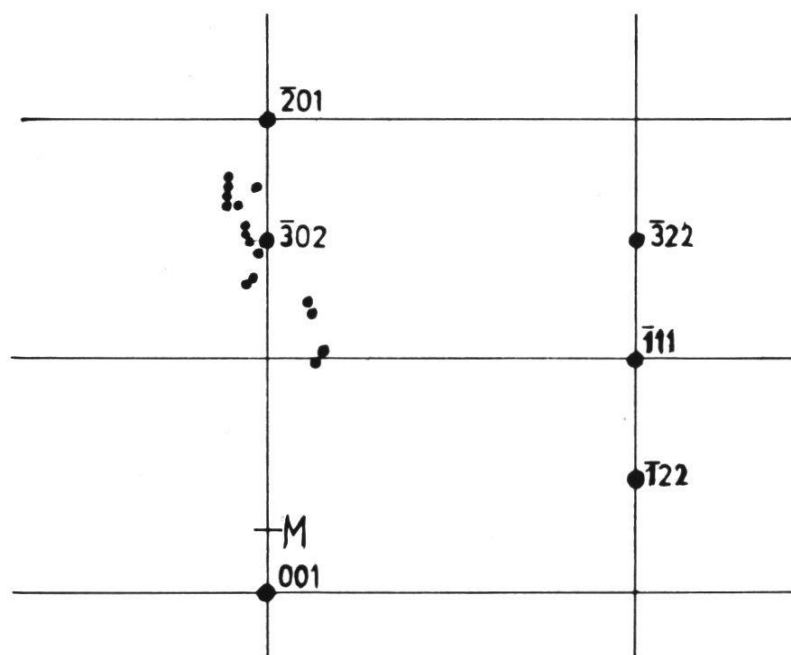


Abb. 18

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 $100^{\circ}28'$ 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 k₃) 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 $100^\circ 28'$ scheint mir, angesichts unseres sehr genauen Wertes $100^\circ 43'$ eher zu gering, so daß man als Achsenwinkelwert einen mittleren Wert von $100^\circ 30'$ 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 Begleitminerale 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.

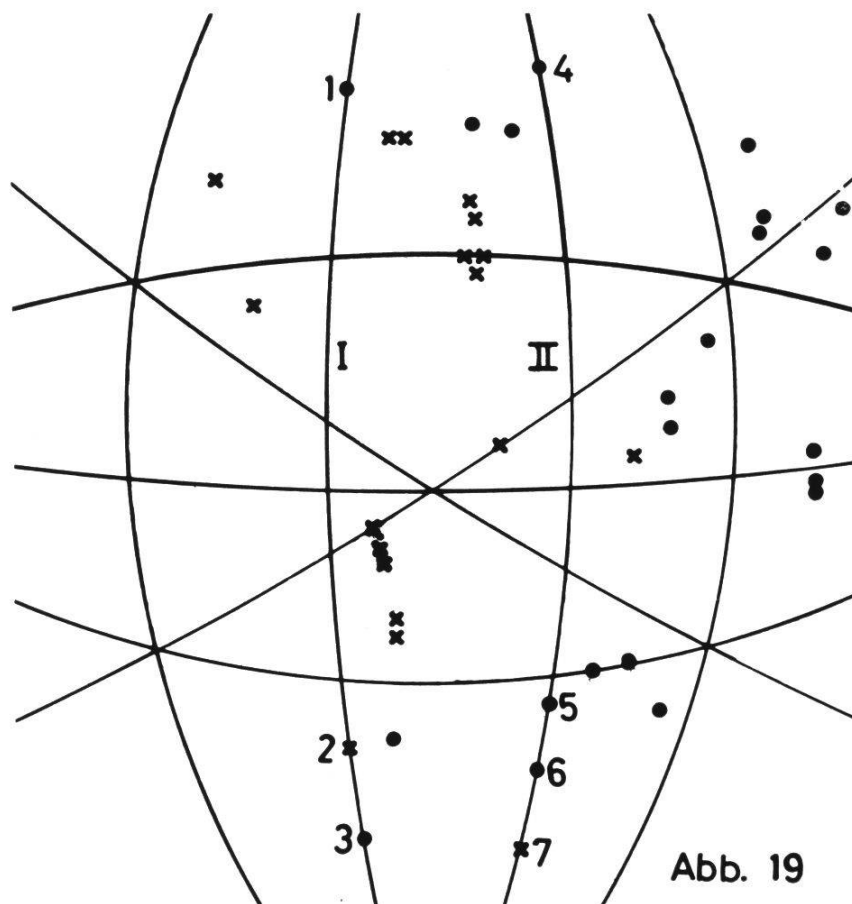


Abb. 19

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

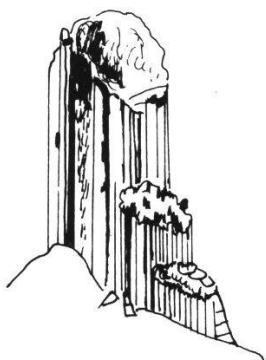
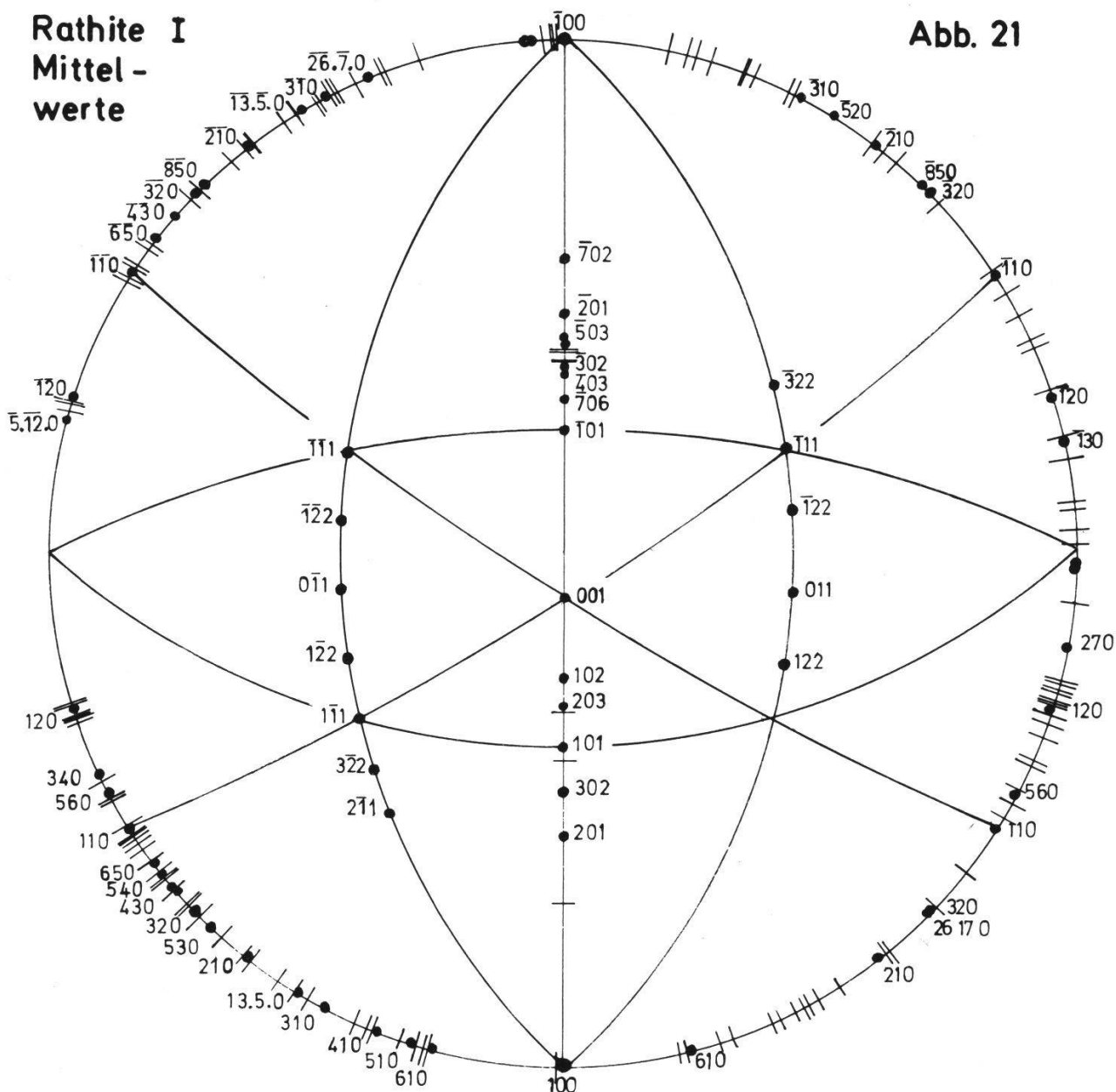
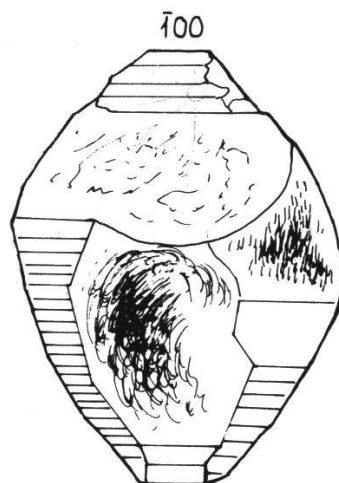


Abb. 20

Rathit I (B 178)

rechts Kopf,
links Rückseite
mit 2 Neben-Individuen



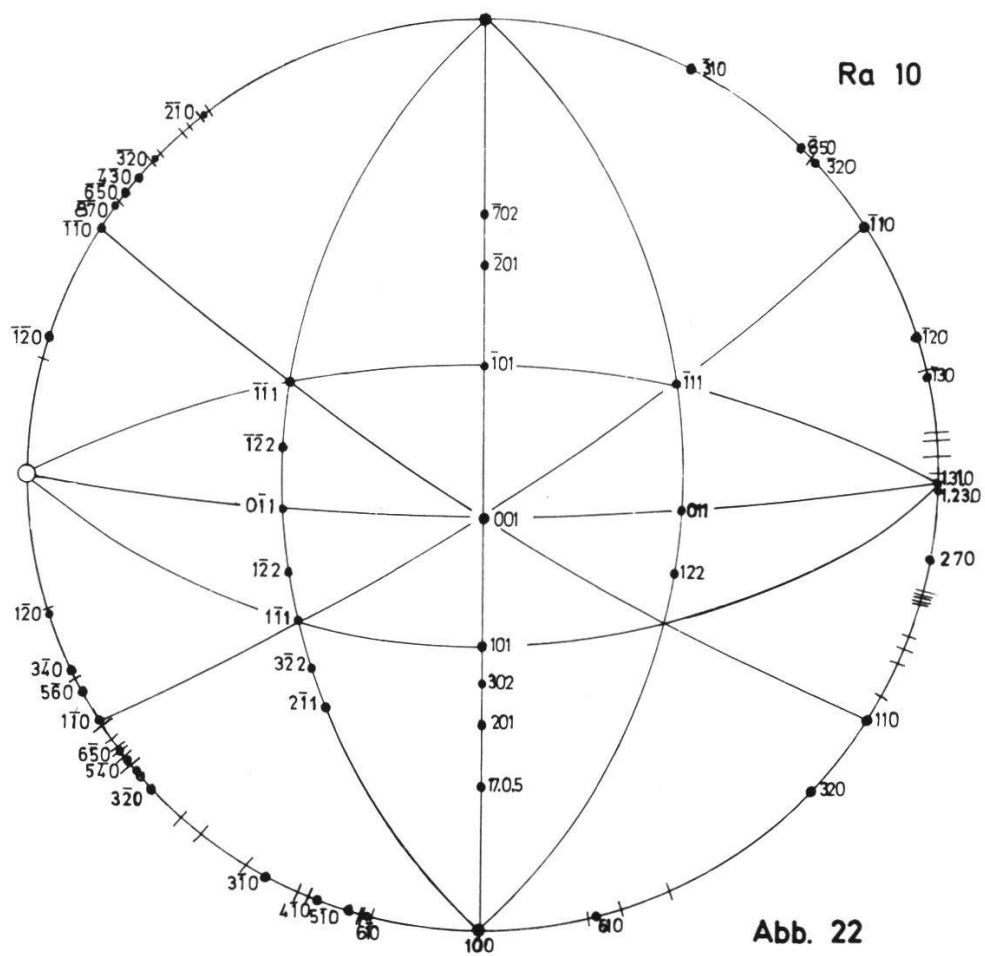
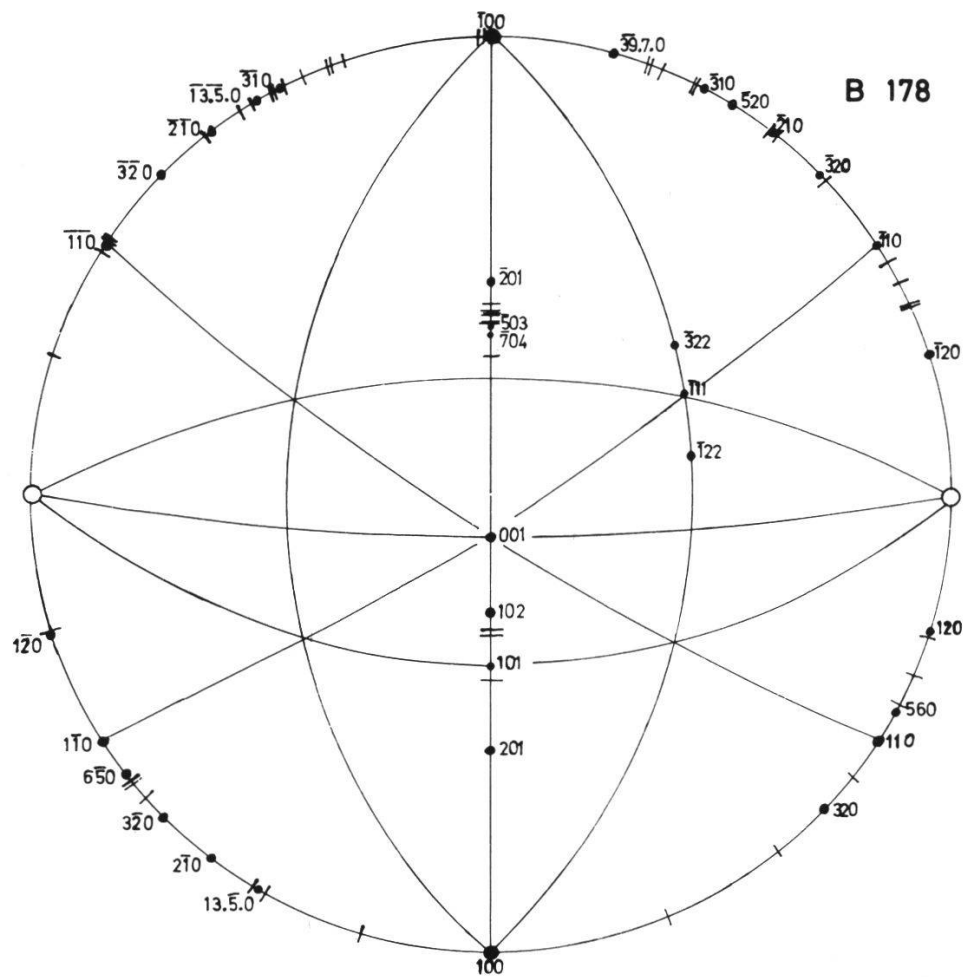


Abb. 22

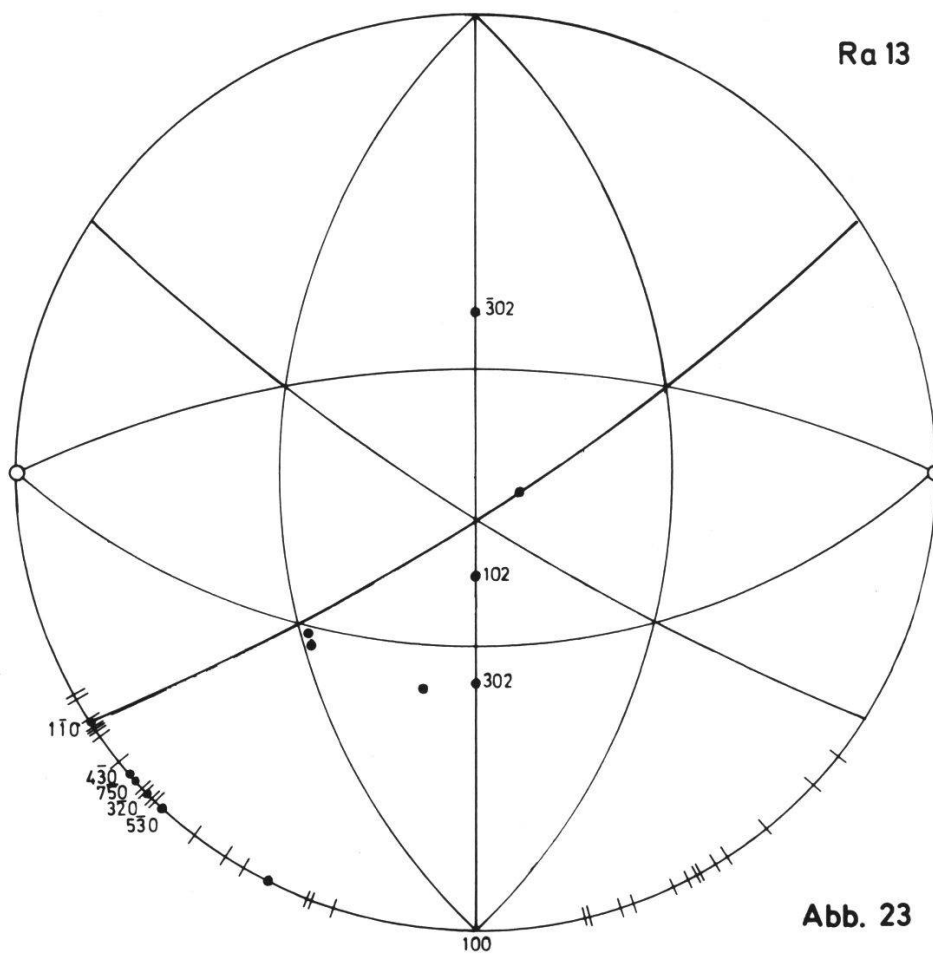
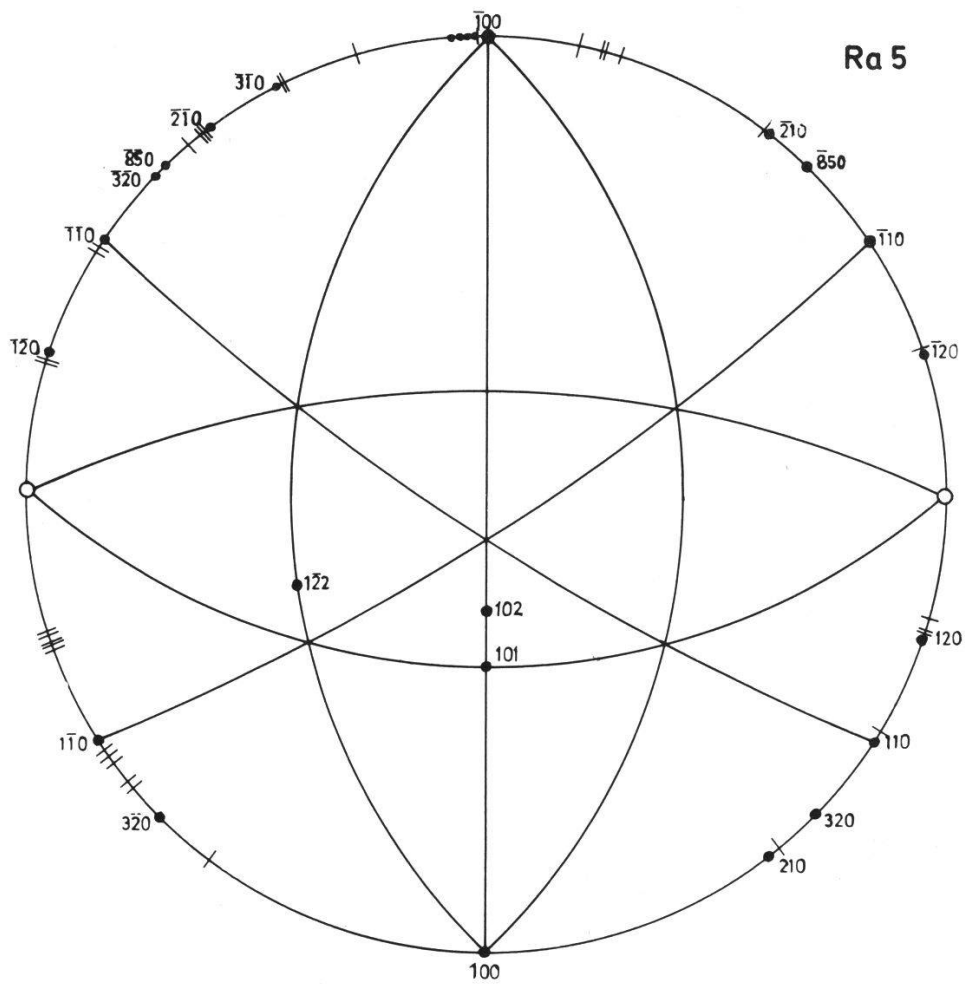


Abb. 23

LISTE 12

Liste aller gefundenen Formen an Rathit I

Zone [001]

| Indizes | | Anzahl d. Flächen | Mittelwert d. Winkels ε' | Verteilung auf Quadranten | | | |
|--------------|----------------|----------------------|---|------------------------------|----|----|----|
| Hauptflächen | Vizinalflächen | | | 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 | | Anzahl d. Flächen | Mittelwert d. Winkels ϵ | Verteilung auf Quadranten | | | |
|--------------|----------------|----------------------|-------------------------------------|------------------------------|----|----|----|
| Hauptflächen | Vizinalflächen | | | 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 | | Anzahl d. Flächen | Mittelwert d. Winkels ε | Verteilung auf Quadranten | | | |
|--------------|--------------------|----------------------|--|------------------------------|----|----|----|
| Hauptflächen | Vizinalflächen | | | 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 $[010]$

| | | | ϑ | 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 |
| | $\bar{29}$. 0.17 | 1 | 43 53 | 270 0 |
| | $\bar{19}$. 0.11 | 1 | 43 39 | 270 0 |
| | $\bar{27}$. 0.17 | 1 | 41 45 | 270 0 |
| | $\bar{35}$. 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 $[011]$

| | | | ϑ | 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 $[01\bar{1}]$

| | | | ϑ | 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 |

LISTE 13

B 178 (Rathit I)

Liste der gemessenen Winkelwerte

| Zone <u>[010]</u> | | | | |
|-------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|
| Index | ϑ | 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 | | |
| $\bar{29}$. 0.17 | 43 53 | 270 0 | | |
| $\bar{19}$. 0.11 | 43 39 | 270 0 | | |
| $\bar{27}$. 0.17 | 41 45 | 270 0 | | |
| $\bar{35}$. 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 <u>[011]</u> | | | | |
| Index | ϑ | 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 <u>[001]</u> | | | | |
| 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 | 4 | 4 | 4 | 4 |
|------------|-------|--------|--------|--------|
| 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 | |
| 100 pseudo | | 269 7 | | |

Ra 5 (Rathit I)

Liste der gefundenen Winkelwerte

Zone [010]

| Index | ϑ | φ |
|-------|-------------|-----------|
| 1 0 2 | 28° 30' | 90° 0' |
| 1 0 1 | 41 58 | 90 0 |

Zone [011]

| Index | ϑ | φ |
|---------------|-------------|-----------|
| 1 $\bar{2}$ 2 | 50 24 | 153 8 |

Zone [001]

| Index | ϑ | 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 | |

LISTE 15

Ra 10 (Rathit I)

Liste der gefundenen Winkelwerte

| Zone $[\bar{0}10]$ | | | | |
|-----------------------|--------------------------|-------------|-------------|--------------------------|
| Index | ϑ | 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 | ϑ | 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 | ϑ | 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 <u>[010]</u> | | | | |
|-------------------|--|--|------------------|------------------|
| Index | | | ϑ | φ |
| $\bar{3}$ 0 2 | | | $38^{\circ} 42'$ | $270^{\circ} 0'$ |
| 1 0 2 | | | 25 43 | 90 0 |
| 3 0 2 | | | 49 39 | 90 0 |
| Zone <u>[011]</u> | | | | |
| Index | | | ϑ | φ |
| 1 $\bar{1}$ 1 | | | 53 37 | 137 41 |
| Zone <u>[001]</u> | | | 1. Quadrant | 2. Quadrant |
| Index | | | φ | 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 | |

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.

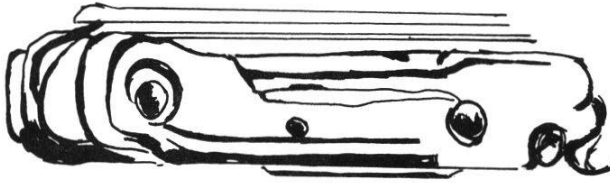


Abb. 24

Baumhauerit

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

Zu den Abb. 24 und 25:

Ähnlichkeit des Baumhauerit mit Rathit, demonstriert an Kristall B 204 und B 128.

Hierbei ist zunächst eine grosse Ähnlichkeit 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 $46^{\circ}30'$ mit demjenigen der Rathite überein.
- In der gnomonischen Projektion zeigen die Rathite in der Koordinate q_0' 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 $32,5^{\circ}$ 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

| | <u>Rathit II</u> | <u>Liveingit</u> |
|----------------------|--|--|
| <u>Farbe:</u> | bleigrau bis schwarzgrau, matt, oft mit einer glanzlosen Schicht überzogen | bleigrau, nicht völlig opak. |
| <u>Strich:</u> | schokoladebraun | bräunlichrot (lt. Ramdohr 1960) |
| <u>Härte:</u> | 3 | 3 |
| <u>Spaltbarkeit:</u> | vollkommen nach (100), event. infolge Verwachsung | parallel (100) |
| <u>Dichte:</u> | 5,4 | 5,3 (Ramdohr) |
| <u>Zwillinge:</u> | 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 III |
| b_o | 70,9 | |
| c_o | 7,91 | |
| β | 90° | |
| <u>Raumgruppe:</u> | $C_2^2 - P 2_1$ | |

Vergleich der Werte aus

| | | |
|--------------------------|---|--------------------|
| <u>Achsenverhältnis:</u> | | |
| $a : b : c$ | 1,57308 : 1 : 1,07027 | 1,56602 : 1 : 1,06 |
| Winkel β | $100^\circ 7'$ berechnet $100^\circ 22'$ | $100^\circ 46'$ |

TABELLE V

Eigenschaften

Rathit I

stahlgrau bis silber-
grau, hochglänzend

schokoladebraun

3

undeutlich

5,453

polysynthetisch,
sehr häufig

Baumhauerit

bleigrau bis stahlgrau (heller als
Skleroklas). Frische Kristalle
haben einen lebhaften Metallglanz.

schokoladebraun

3

nach (100) deutlich

5,3

polysynthetisch nach (100), sowie
nach anderen Richtungen, wobei die
Lamellen auf (100) sichtbar sind.

Untersuchungen

24,98

7,93

8,42

$98^{\circ} 25'$

$C_{2h}^5 - P \ 2_1/n$

22,9

8,37

7,92

$90^{\circ} \quad \alpha = \gamma = 90^{\circ}$

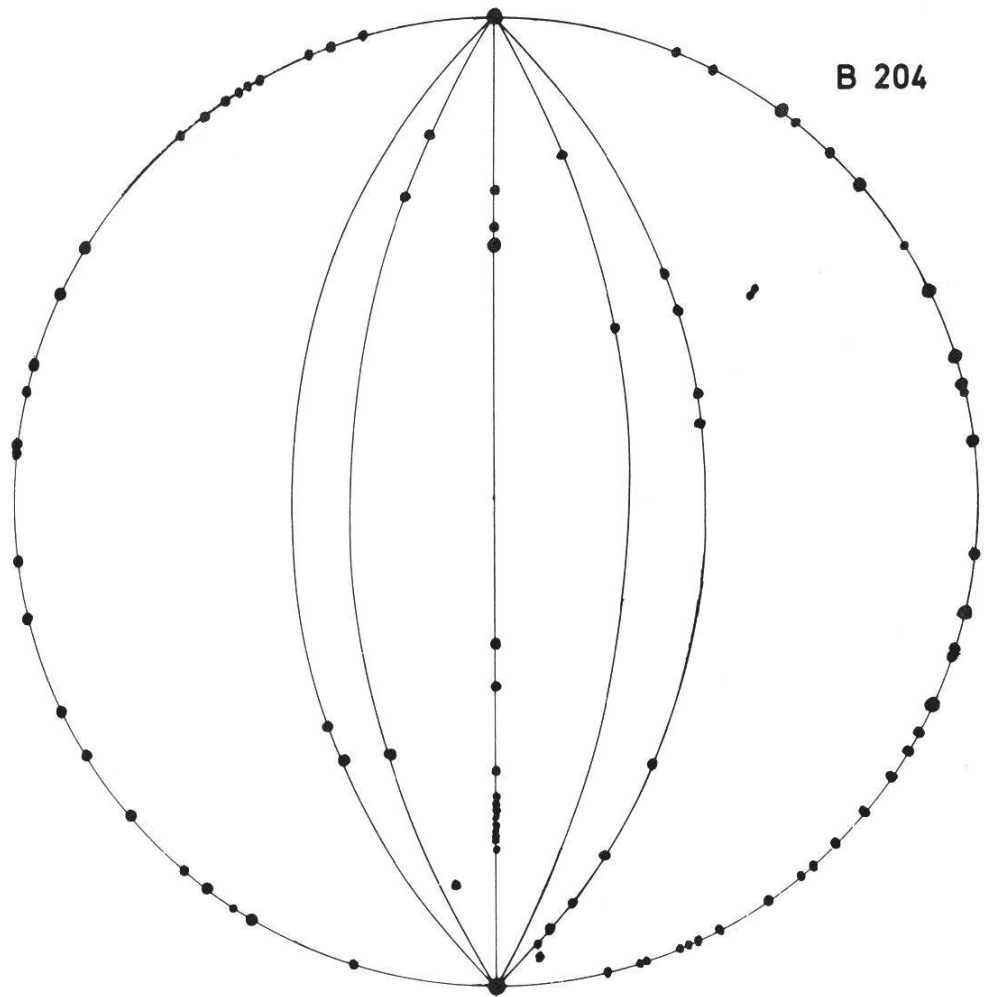
$C_1^1 - P \ 1$

eigenen Messungen

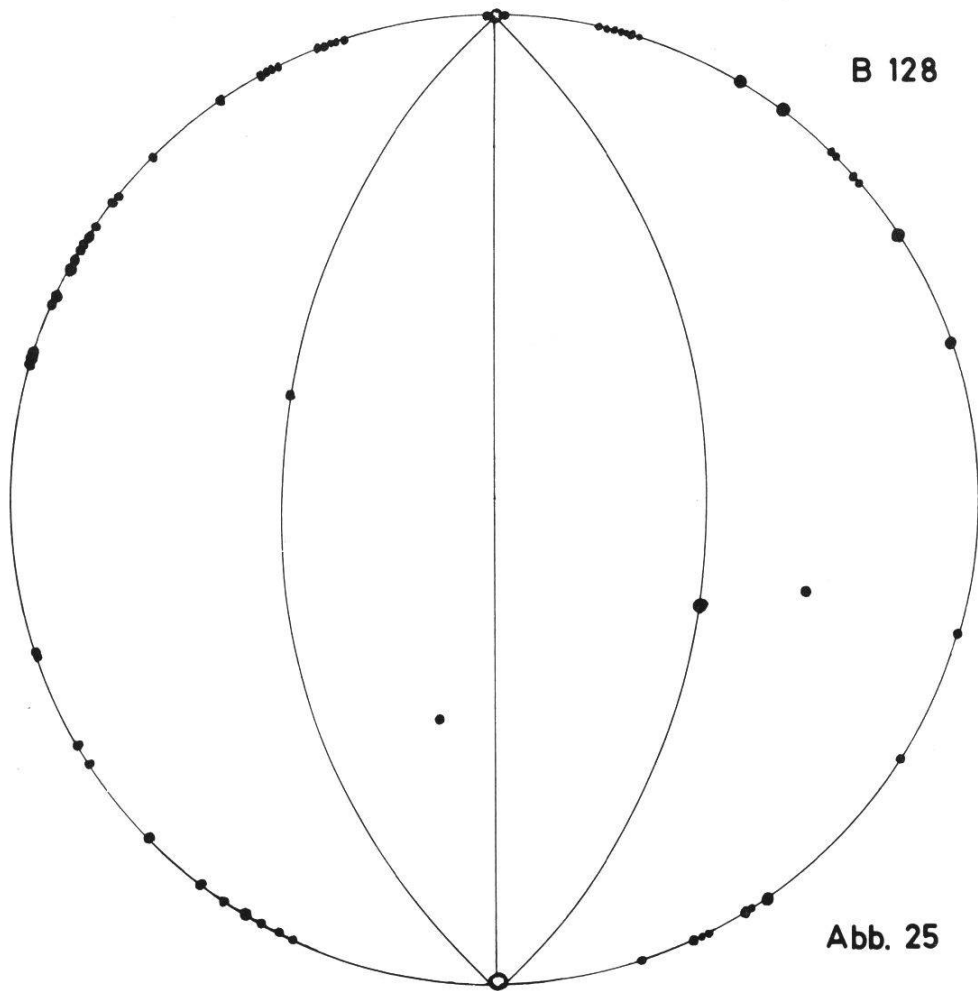
1,56079 : 1 : 1,06748

$100^{\circ} 30'$

97°



B 204



B 128

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) | 1922 Goldschmidt (36b) |
| 1896 Baumhauer (4f) | 1926 Doelter u. Leitmeier (23) |
| 1896 Baumhauer (4g) | 1928 Weber (149b) |
| 1898 Groth (38e) | 1929 Dan Giusca (35a) |
| 1899 Solly u. Jackson (131a ₁) | 1930 Dan Giusca (35b) |
| 1900 Solly u. Jackson (131a ₂) | 1934 Huttenlocher (62a–b) |
| 1901 Solly (132a ₁ + a ₂) | 1934 Bader (1) |
| 1901 Solly (132c) | 1934 Ferrari u. Curti (28) |
| 1903 Baumhauer (4m) | 1940 Berry u. Peacock (13) |
| 1903 Solly (132j) und 132f ₁) | 1940 Hiller (53) |
| 1904 Köchlin (72) | 1940 Niggli, Koenigsberger, Parker (89) |
| 1904 Hintze (54a) | 1942 Quervain u. Friedländer (104) |
| 1904 Groth (38g) | 1942 Harcour (44) |
| 1905 Baumhauer (4p) | 1943 Berry (12b) |
| 1909 Desbuissons (21b) | 1944 Dana (18g) |
| 1909 Lewis (83h) | 1950 Ramdohr (106c) |
| 1910 Lewis (83k ₁) | 1953 Berry (12c) |
| 1910 Lewis (83i + j) | 1954 Klockmann u. Ramdohr (71b) |
| 1911 Solly (132r ₁) | 1957 V. Ross (114) |
| 1911 Lewis (83k ₂) | 1958 Hellner, Weitz, Rösch (49) |
| 1911 Solly (132r ₂) | 1959 Rösch u. Hellner (112) |
| 1912 Solly (132u) | 1959 Nowacki u. Kunz (158) |
| 1912 Lewis (83k ₃) | 1960 H. Strunz (160) |
| 1914 Prior (103g) | 1960 Ramdohr (106d) |
| 1915 Cesaro (17b) | 1962 Le Bihan (165) |
| 1920 Schmidt (119b) | |
| 1921 Groth u. Mieleitner (39) | |

b) Liveingit

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

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 Binnental (Kt. Wallis, Schweiz). *Schweiz. Min. Petr. Mitt.* 44, 6–7 (1964).
- – Zur Kristallchemie der Sulfosalze, insbesondere aus dem Lengenbach (Binnental, Kt. Wallis), *Schweiz. Min. Petr. Mitt.* 44, 461–484 (1964).
- – Die Wiedererschließung der Minerallagerstätte Lengenbach (Binnental). *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 Binnentales. *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.

