

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
Kapitel:	4: Messungen an Rathit I
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>

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, Dufrenoysit und Rathit. Dabei taucht ganz nebenbei zum ersten Mal der Name Rathit II auf (12 c).

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

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

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

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

In diesem Zusammenhang sei nochmals die Arbeit von LEWIS (83 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 aufführt, konnte von uns keiner identifiziert werden. Hingegen sind seine drei Kristalle VI bis VIII Rathit, sowohl Rathit I wie Rathit II, und zwar ist sein Kristall VI der Ra 4 dieser Arbeit, sein Kristall VIII identisch mit B 782; beide also Rathite II. Nur sein Kristall VII, d. i. unser Ra 13, ist ein Rathit I.

b) Neumessung von vier Rathit-I-Kristallen

Drei der vier gemessenen Kristalle stammen aus der Cambriger 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

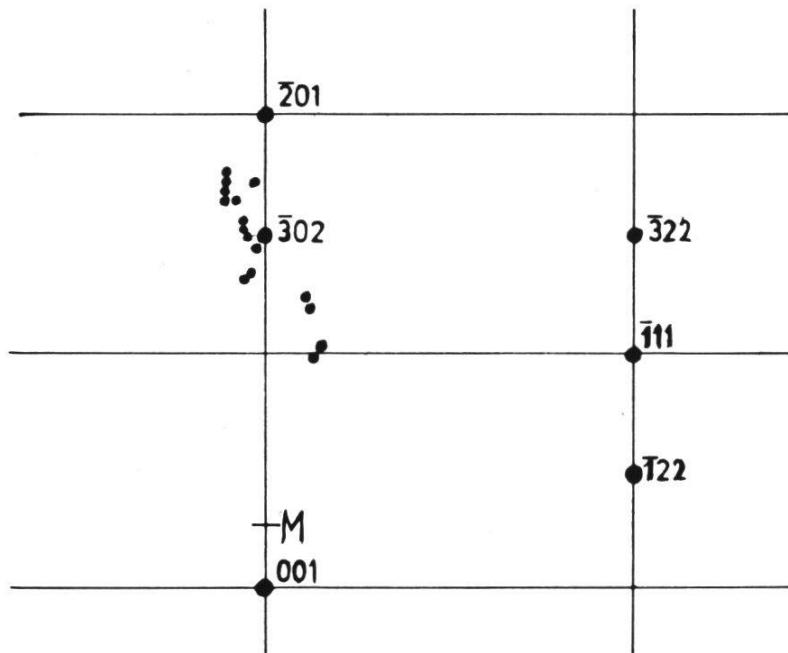


Abb. 18

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 (111) 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 einem 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.

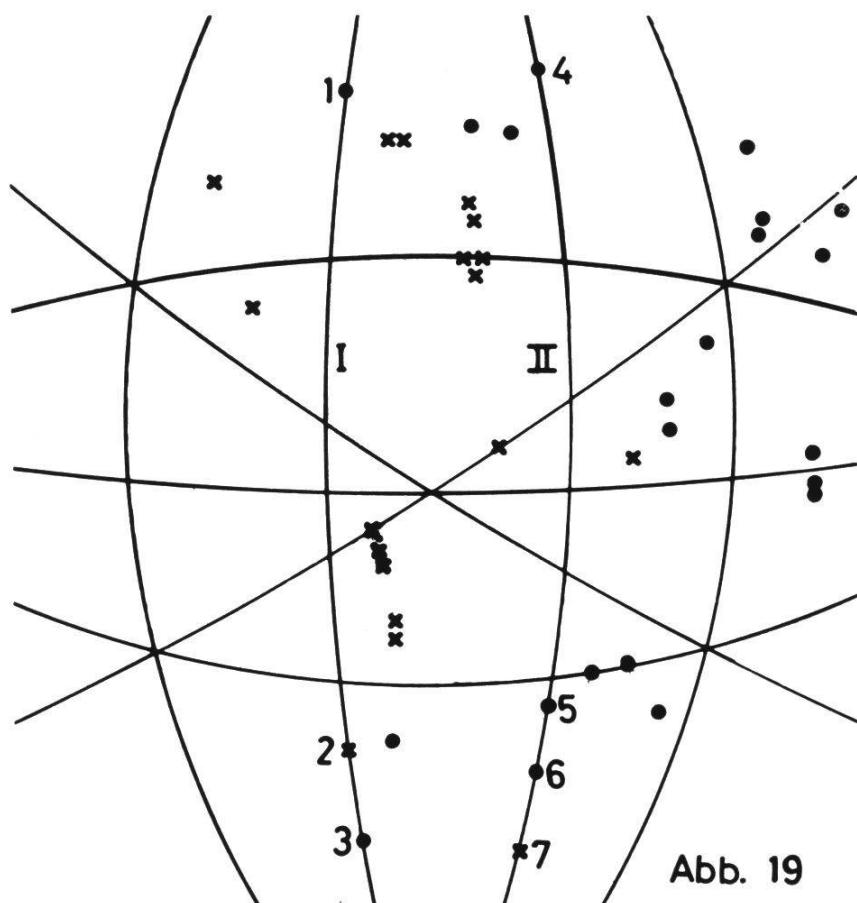


Abb. 19

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 genauerer 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

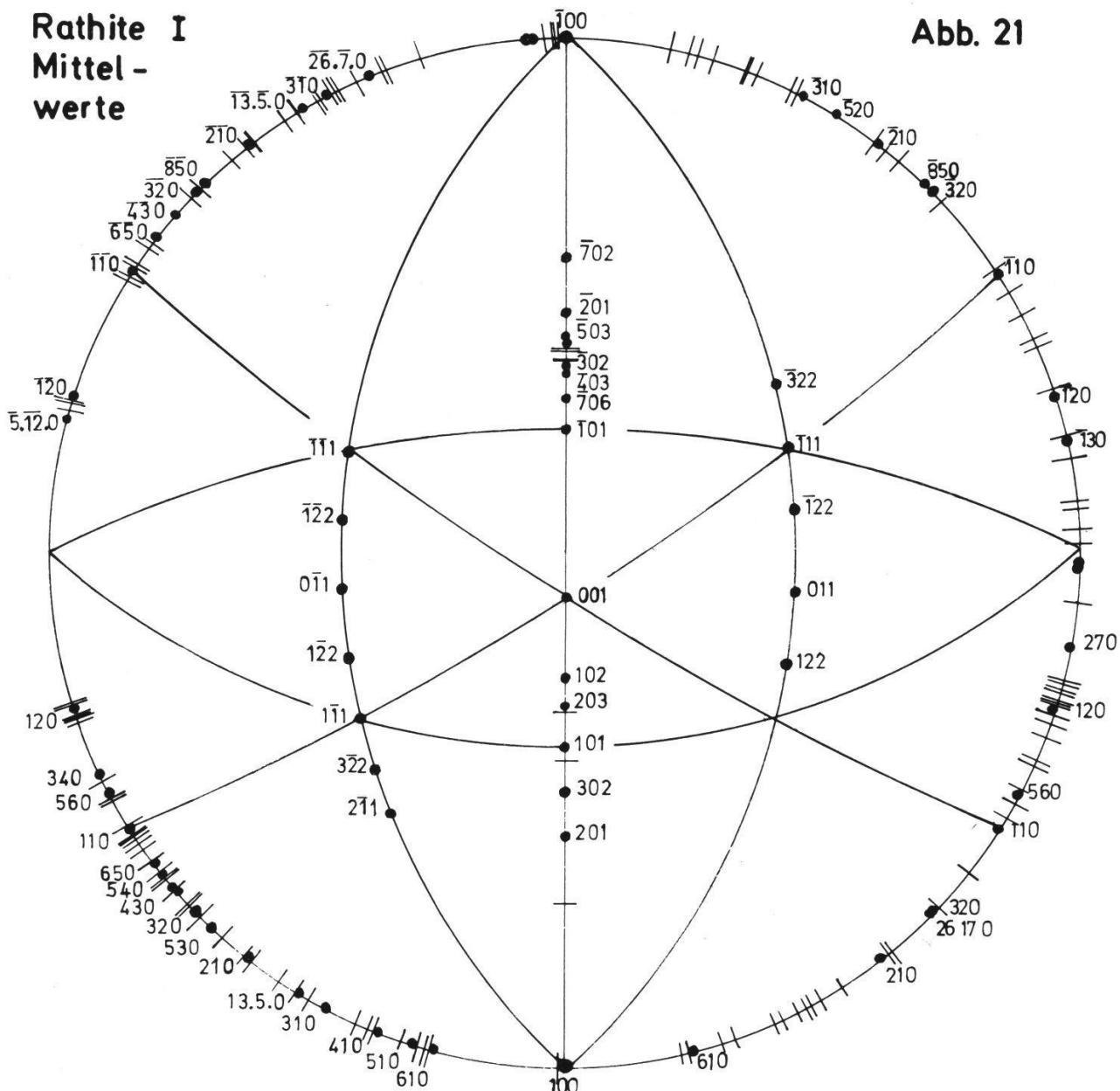


Abb. 21

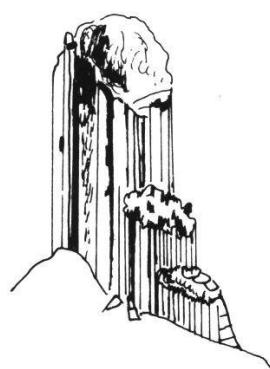
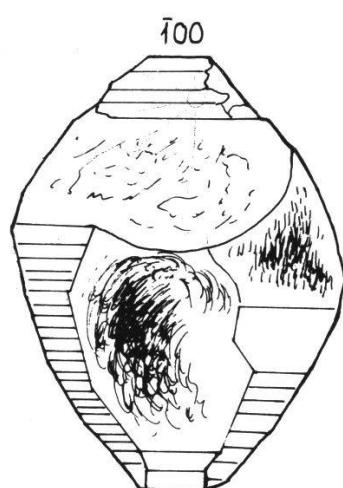


Abb. 20
Rathit I (B 178)



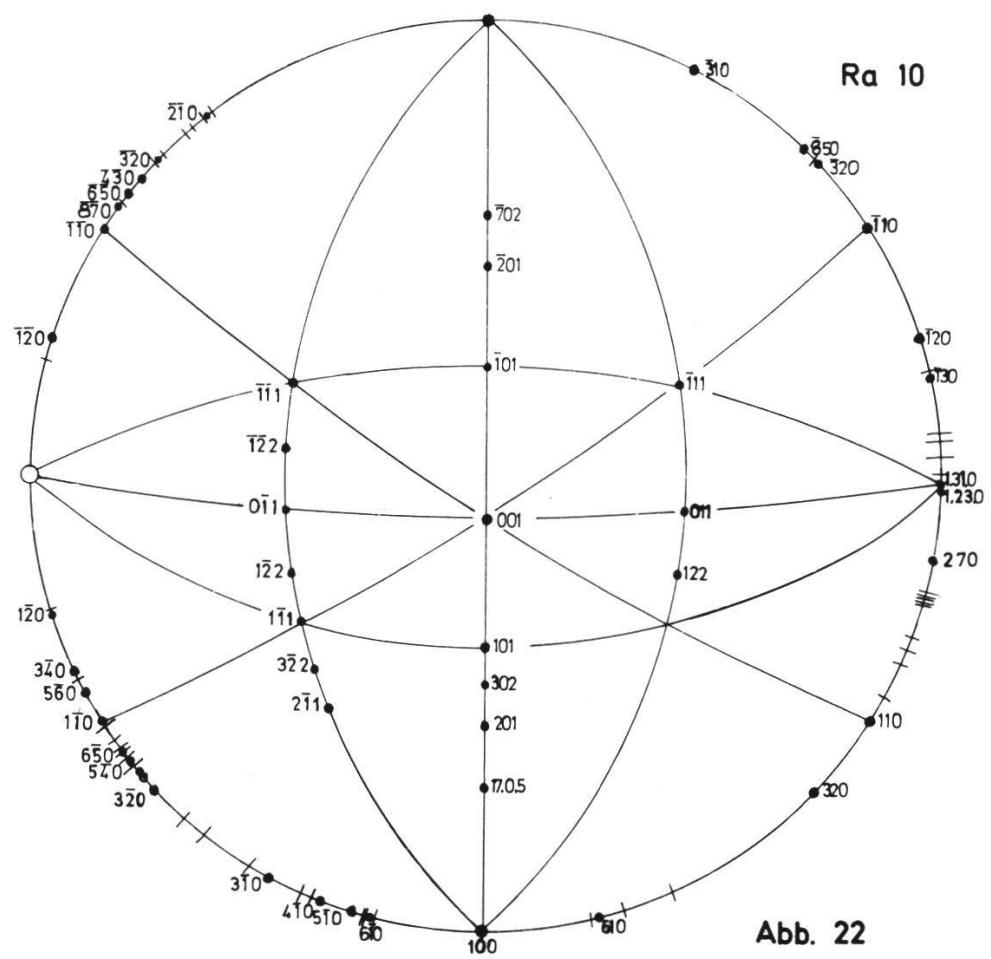
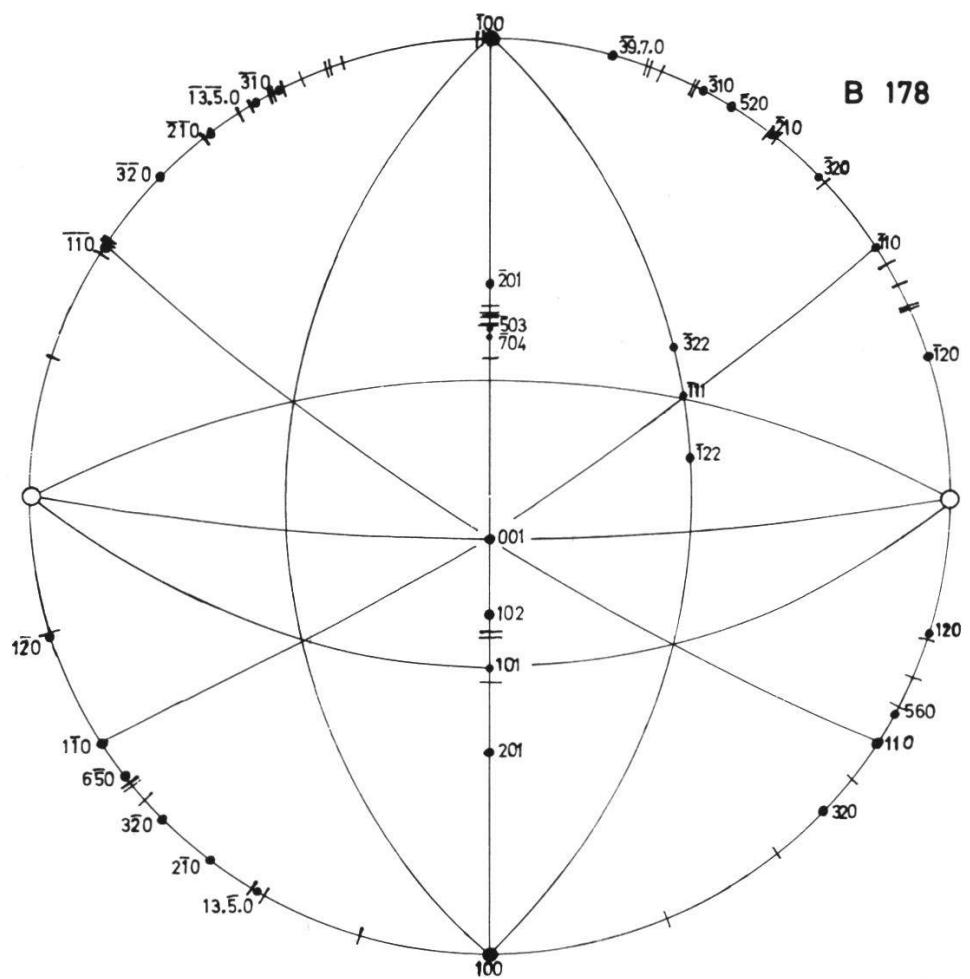
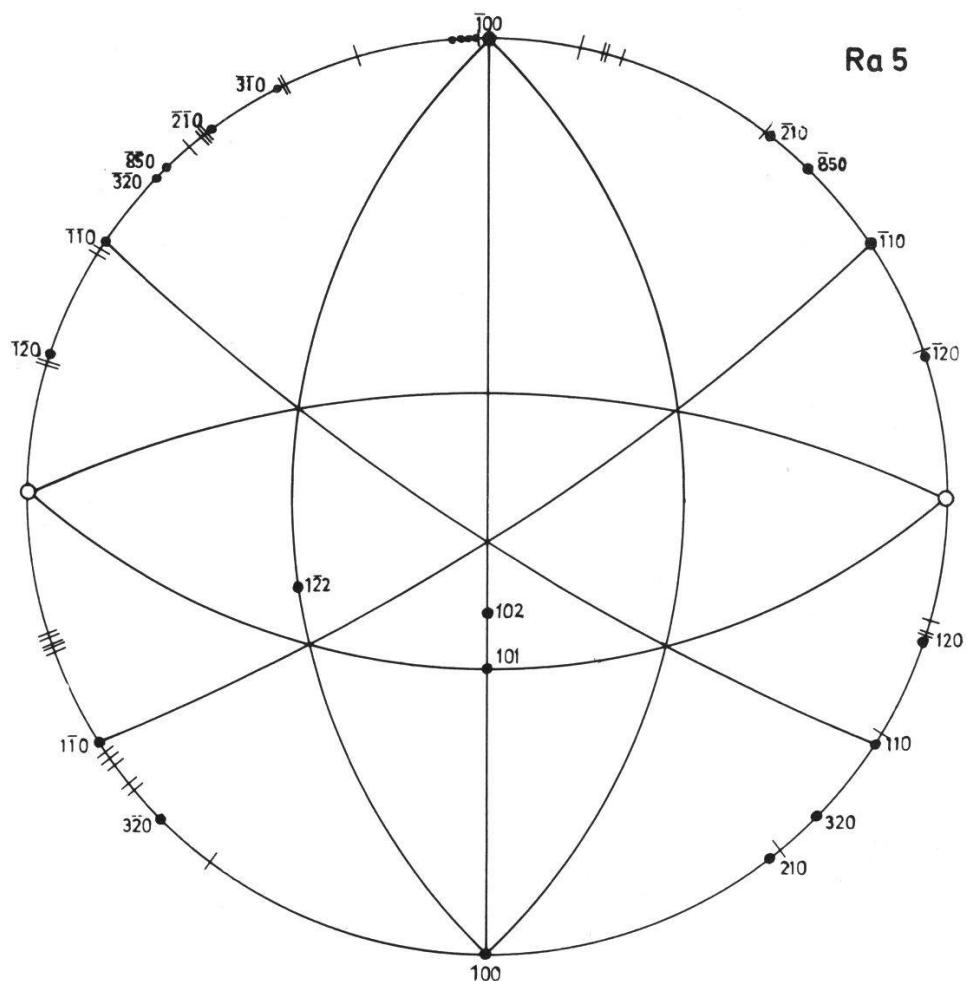


Abb. 22



Ra 13

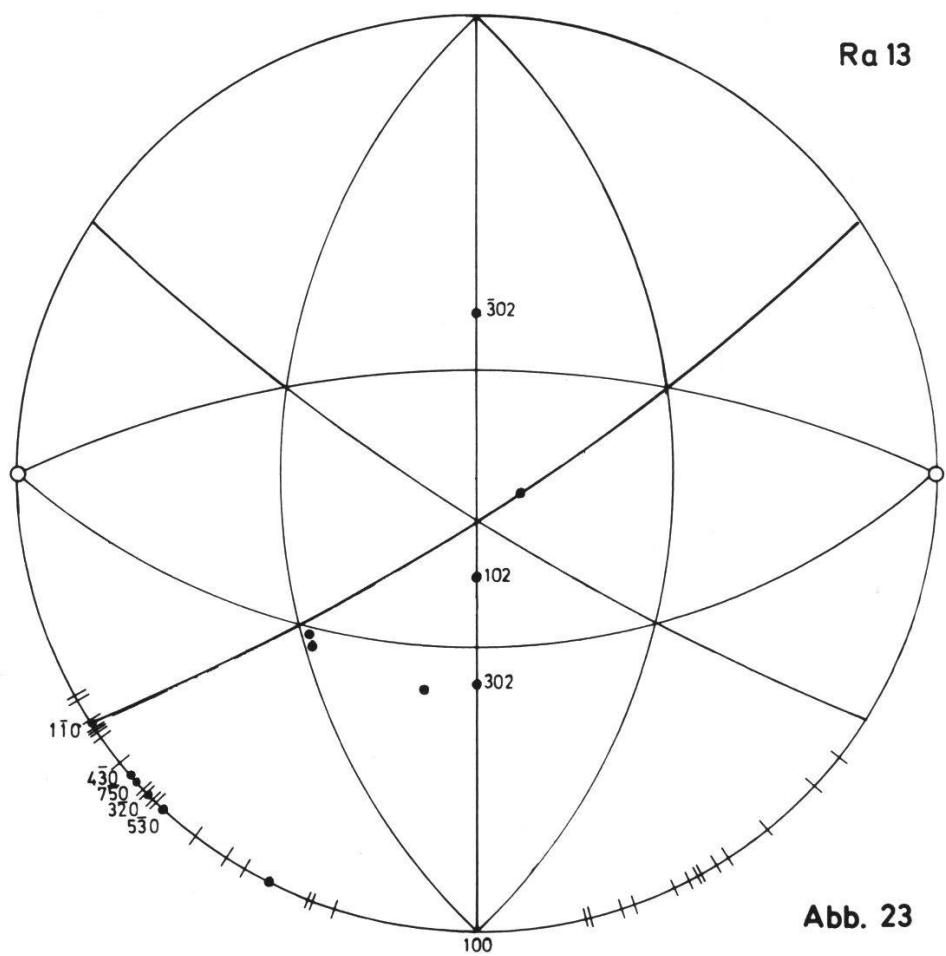


Abb. 23

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 100		3	0 48	-	1	2	-

Zone $[010]$

			ϑ	φ
7	0	2	59 41	270 0
2	0	1	49 54	270 0
5	0	3	45 18	270 0
7	0	4	44 20	270 0
		29. 0.17	43 53	270 0
		19. 0.11	43 39	270 0
		27. 0.17	41 45	270 0
		35. 0.23	41 0	270 0
3	0	2	39 37	270 0
4	0	3	38 42	270 0
7	0	6	33 49	270 0
1	0	1	26 24	270 0
0	0	1	10 35,3	90 0
1	0	2	27 50	90 0
2	0	3	33 21	90 0
		8. 0.11	34 26	90 0
1	0	1	41 28	90 0
		13. 0.11	44 8	90 0
3	0	2	49 45	90 0
2	0	1	57 54	90 0
		17. 0. 5	68 25	90 0

Zone $[011]$

			ϑ	φ
1	1	1	49 54	205 1
1	2	2	47 30	188 32
0	1	1	47 30	170 19
1	2	2	50 17	153 28
1	1	1	54 10	141 18
3	2	2	58 25	131 18
2	1	1	62 16	124 1

Zone $[01\bar{1}]$

			ϑ	φ
3	2	2	53 43	320 30
1	1	1	49 54	334 14
1	2	2	47 15	349 3
0	1	1	47 20	9 46
1	2	2	50 3	26 32

LISTE 13

B 178 (Rathit I)

Liste der gemessenen Winkelwerte

Zone $[010]$	ϑ	φ		
Index				
$\bar{2} 0 1$	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 $[0\bar{1}1]$				
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 $[001]$				
Index	1. Quadrant φ	2. Quadrant φ	3. Quadrant φ	4. Quadrant φ
17.35. 0		162 21	197 32	
1 2 0	17 39	162 9		342 6
13.25. 0	18 11			
13.19. 0	23 44			335 55
13.18. 0				335 32
13.16. 0	27 14			332 29
5 6 0	28 3			
39.43. 0				329 55
26.27. 0			211 54	
1 1 0	32 33	147 16	212 54	
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			236 50	307 32
31.13. 0				301 55
5 2 0				
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		285 49
39. 7. 0				
54. 1. 0			268 21	
100 pseudo		269 7		

Ra 5 (Rathit I)

Liste der gefundenen Winkelwerte

Zone [010]

Index	ϑ	ψ	
1 0 2	28° 30'	90° 0'	
1 0 1	41 58	90 0	
Zone [011]			
Index	ϑ	ψ	
1 2 2	50 24	153 8	

Zone [001]

Index	ϑ	ψ	φ	ψ	ϑ
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		324 46
39.38. 0		146 34			
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 [010]

Index	ϑ	ψ
7 0 2	59° 41'	270° 0'
2 0 1	49 53	270 0
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	ψ
1 1 1	49 54	205 1
1 2 2	47 30	188 32
0 1 1	47 30	170 19
1 2 2	50 10	153 48
1 1 1	54 10	141 18
3 2 2	58 25	131 18
2 1 1	62 16	124 1

Zone [011]

Index	ϑ	ψ
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 ψ
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

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

Ra 13 (Rathit I)

Liste der gefundenen Winkelwerte

Zone [010]			
Index		ϑ	ψ
3 0 2		38° 42'	270° 0'
1 0 2		25 43	90 0
3 0 2		49 39	90 0
Zone [011]			
Index		ϑ	ψ
1 1 1		53 37	137 41
Zone [001]		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		