

Mineralogische Mittheilungen II.

Von

Herrn Dr. Carl Klein

in Heidelberg.

(Mit Tafel V.)

7. Epidot aus dem Sulzbachthale im Pinzgau.

Bis vor kurzer Zeit waren gut gebildete, flächenreiche Krystalle des Epidots nicht eben allzuhäufig; diesem Missstande ist durch die ausgezeichneten Erfunde im Sulzbachthale gründlich abgeholfen worden. Als Herr ANDRÄ BERGMANN aus Innsbruck im vergangenen Sommer auch Heidelberg auf seiner Rundreise durch Deutschland berührte und vor den Augen der erstaunten Fachleute tausende, mitunter der erlesensten Epidote, neben Apatit-, Sphen- und Kalkspathkrystallen ausbreitete, da konnte man in der That sehen, wie reich dies Vorkommen ist, wie viel Schönes doch noch die Alpen in ihrem Schoosse bergen.

Bei dieser Gelegenheit habe ich mir ein Material von etwa sechszig losen Krystallen und Stufen zusammengebracht, und denke das, was sich an denselben bei längerem Studium als neu oder besonders bemerkenswerth herausgestellt hat, zum Gegenstande dieser Mittheilung zu machen.

Seit der letzten Arbeit des Herrn v. ZEPHAROVICH (Wien. Acad. 1862, Bd. 45, p. 381) hat unsere Kenntniss der Formen des Epidots manche Bereicherung erfahren; wir finden eine umfassende Zusammenstellung der bis jetzt an diesem Minerale beobachteten Gestalten gegeben in den kürzlich erschienenen Min. Beobachtungen III. des H. Dr. SCHRAUF in Wien (Wien. Ac. Bd. 64, Juliheft 1871, p. 40 u. f.) Es werden daselbst 68 verschie-

dene Flächen und Gestalten aufgeführt, eine gewiss sehr bedeutende Zahl. Unberücksichtigt bleiben dabei die BECKER'schen Flächen $+ {}^{20/21}P\bar{O}$ und $+ P\bar{6}^1/60$, beobachtet an Krystallen von Striegau, die von demselben Autor von gleichem Fundorte angegebene Pyramide $+ {}^{41/30}P\bar{4}^1/10$ wird mit $+ {}^{4/3}P\bar{4}$ vereint, weiter wird die MARIGNAC'sche Fläche $\varepsilon^{10} = + {}^{10/3}P\bar{7}^1/3$ mit $+ {}^{7/2}P\bar{7}^1/3$ zusammengezogen.

Von Wichtigkeit ist in H. SCHRAUF's Arbeit die Erwähnung der Homöomorphie des Epidots und der Kupferlasur, die hervortritt, wenn ersteres Mineral in eine neue von SCHRAUF adoptirte Stellung gebracht wird. Ob jedoch diese Beziehung zwischen beiden Mineralien so wichtig ist, um auf Grund derselben den Epidot abermals anders zu stellen, darüber möchte ich mir kein Urtheil erlauben, für meine Person indessen der bisher gebräuchlichsten Aufstellung, der MARIGNAC'schen, getreu bleiben, zumal der bei weitem grössere Theil der Mineralogen eben diese Stellung angenommen hat und eine Änderung derselben auf lange Zeit hinaus eine beträchtliche Erschwerung des Studiums nach sich zieht.

Eingehendere krystallographische Untersuchungen über die Sulzbacher Epidote liegen zur Zeit nicht vor, doch hat kürzlich H. A. BREZINA in Wien eine ausführliche Arbeit auf Grundlage eines sehr grossen Materials in Aussicht gestellt (Vergl. Min. Mitth. v. G. TSCHERMAK 1872, 1. Heft, p. 49—52, die Sulzbacher Epidote im Wiener Museum von ARISTIDES BREZINA). Wir dürfen sonach etwas sehr Gediegenem entgegensehen und bescheide ich mich daher, meine Arbeit nicht auch auf die optischen Eigenschaften des Epidots auszudehnen, sondern gebe nur die bis jetzt erlangten Resultate in krystallographischer und chemischer Hinsicht, da meine, aus einem grossen Vorrath ausgewählten Krystalle vielleicht Einiges bieten möchten, was andere nicht zeigen.

Um zu sehen, wie es mit den Fundamentalwinkeln dieses Epidotvorkommens stehe, habe ich viele Krystalle auf ihre Flächenbeschaffenheit untersucht und zuletzt 5 vorzügliche Exemplare ausgewählt, von denen No. 1, 2, 4, 5 derselben Druse entstammen, No. 3 als loser Krystall gekauft wurde, No. 5 überdies ein deutlich und scharf ausgebildeter Zwilling ist.

Es wurden mit dem Fernrohrgoniometer die in unten stehender Tabelle befindlichen Winkel mit Sorgfalt gemessen. Jede Zahl stellt das Mittel von im Durchschnitt 6 Repetitionen dar:

Winkel der Flächen.	No. 1.	No. 2.	No. 3.	No. 4.	KOKSCHAROW nach Rechnung.
1. $\circ P : \infty P\bar{\circ}$	115°25'	115°24'	115°23'	115°24'	115°24' 0''
2. $\circ P : +\frac{1}{2}P\bar{\circ}$	145°39'	145°37 $\frac{1}{2}$ '	145°39'	—	145°39' 7''
3. $\circ P : +P\bar{\circ}$	116°18'	116°17 $\frac{1}{2}$ '	—	—	116°18' 0''
4. $\infty P\bar{\circ} : +P\bar{\circ}$	128°18'	128 18 $\frac{1}{2}$ '	—	—	128°18' 0''
5. $\frac{1}{2}P\bar{\circ} : \infty P\bar{\circ}$	—	—	129°10'	129°10 $\frac{1}{2}$ '	129°12' 1''
6. $\frac{1}{2}P\bar{\circ} : \frac{1}{2}P\bar{\circ}$ üb. $\infty P\bar{\circ}$	—	—	78°20'	78°19'	78°24' 2''
7. $P\bar{\circ} : \circ P$	121°30'	121°31'	—	—	121°30'38''
8. $P\bar{\circ} : P\bar{\circ}$ über $\infty P\bar{\circ}$	—	—	116°56'	—	116°58'44''
9. $P\bar{\circ} : \infty P\bar{\circ}$	—	—	148°28'	148°30'	148°29'22''
10. $\infty P : \infty P$ über $\infty P\bar{\circ}$	—	—	110° 0'	110° 0'	109°59'30''
11. $\infty P : \infty P\bar{\circ}$	125° 0'	125° 0'	125° 0'	—	125° 0'15''
12. $\infty P : \infty P\bar{\circ}$	—	—	144°58'	144°59'	144°59'45''
13. $\infty P\bar{2} : \infty P\bar{2}$ über $\infty P\bar{\circ}$	—	—	71° 0'	71° 0'	71° 3' 4''
14. $\infty P\bar{2} : \infty P\bar{\circ}$	144°29'	144°28'	—	—	144°28'28''
15. $\infty P\bar{2} : \infty P\bar{\circ}$	—	—	125°32'	125°30'	125°31'32''
16. $+P : \infty P\bar{\circ}$	110°53'	—	—	110°54'	110°56'14''
17. $+P : +P$ über $\infty P\bar{\circ}$	109°32'	—	109°32'	109°32 $\frac{1}{2}$ '	109°34'52''
18. $+P : \infty P$	150°56'	—	150°54'	150 56 $\frac{1}{2}$ '	150°57'18''
19. $+P : +2P$	165°30'	—	165°26'	165°30'	165°29'47''
20. $+P : -P$ über $P\bar{\circ}$	—	—	118°53'	118°54 $\frac{1}{2}$ '	118°56'32''
21. $+P : P\bar{\circ}$	146° 4'	—	146° 5'	146° 4'	146° 6'28''
22. $-P : P\bar{\circ}$	152°52'	—	152°50'	152°50'	152°50' 4''
23. $\infty P : +2P$	—	—	165°30'	165°28'	165°27'31''
24. $\infty P\bar{\circ} : +2P\bar{2}$	—	—	—	134°50 $\frac{1}{2}$ '	134°51'49''

Ferner wurde gefunden am Krystall No. 5, der, wie oben bemerkt, ein Zwilling ist:

$$\infty P : \infty P \bar{\infty} = 115^{\circ}24'$$

$$\underline{oP} : \underline{\infty P \bar{\infty}} = 115^{\circ}24'$$

$$oP : \underline{oP} = 129^{\circ}11\frac{1}{2}'$$

$$\infty P \bar{\infty} : \underline{\infty P \bar{\infty}} = 0^{\circ} 0'$$

Vergleicht man diese Resultate mit den Messungen und Rechnungen KOKSCHAROW'S (Mat. z. Min. Russl. 1858, Bd. III.), so ergibt sich, namentlich in Bezug auf die Fundamentalwinkel, die erfreulichste Übereinstimmung, dagegen weichen sie nicht unbeträchtlich von den Werthen ab, die DESCLOIZEAUX, Mineralogie 1862, p. 243 u. f. aus seinen Fundamentalwinkeln berechnet hat. Zur Übersicht finden sich die Fundamentalwinkel beider Forscher anbei zusammengestellt:

	KOKSCHAROW 1858.	DESCLOIZEAUX 1862.
1.	$\infty P : \infty P = 70^{\circ}1\frac{1}{2}'$	$69^{\circ}56'$
2.	$oP : \infty P \bar{\infty} = 115^{\circ}24'$	$115^{\circ}17'$
3.	$+P \bar{\infty} : \infty P \bar{\infty} = 128^{\circ}18'$	—
4.	$P \bar{\infty} : P \bar{\infty} = \text{—}$ über oP .	$62^{\circ}48'$

An meinen Epidotkrystallen fand ich:

$$1. \infty P : \infty P = 70^{\circ} 0'$$

$$2. oP : \infty P \bar{\infty} = 115^{\circ}24'$$

$$3. +P \bar{\infty} : \infty P \bar{\infty} = 128^{\circ}18'$$

$$4. P \bar{\infty} : P \bar{\infty} = 63^{\circ} 1'$$

Letzteren Winkel habe ich, der Ausbildung der Krystalle wegen, nicht direct messen können; er ist umgerechnet aus $oP : P \bar{\infty} = 121^{\circ}30\frac{1}{2}'$.

Die geringste Übereinstimmung weist der Winkel $P \bar{\infty} : P \bar{\infty}$ auf; die Epidote aus dem Sulzbachthale lassen jedoch bezüglich dieses Winkels, respective der Winkel $oP : P \bar{\infty}$, und $P \bar{\infty} : P \bar{\infty}$ über $\infty P \bar{\infty}$ mit Entschiedenheit die grösste Annäherung an die KOKSCHAROW'SCHEN Werthe erkennen. Das Gleiche gilt für den Winkel $oP : \infty P \bar{\infty}$, während für $\infty P : \infty P$, d. h. für die Winkel $\infty P : \infty P \bar{\infty}$, $\infty P : \infty P \bar{\infty}$, $\infty P : \infty P$ über $\infty P \bar{\infty}$, zuweilen Werthe

gefunden werden, die zwischen den Angaben beider Gelehrten schwanken.

Man kann und darf natürlich meinen, nur an 5 Krystallen vorgenommenen Messungen keinen allgemein gültigen Werth zuerkennen, jedenfalls ist aber die Behauptung gerechtfertigt, dass es unter den Sulzbacher Epidoten Krystalle gibt, die sich den Werthen, wie sie aus KOKSCHAROW'S Axenverhältniss folgen, sehr nähern. Es muss grösseren Beobachtungsreihen vorbehalten bleiben zu ermitteln, in wie weit dies für die grosse Mehrzahl der Krystalle dieses Vorkommens gilt.

Für unsere Zwecke aber und die folgenden Berechnungen werden wir KOKSCHAROW'S Axenverhältniss adoptiren; es lautet:

$$\begin{aligned} a : b : c &= 1 : 0,63262 : 1,14234 \\ L &= 64^{\circ}36'. \end{aligned}$$

An den Sulzbacher Epidoten, die mir bei der Untersuchung zu Gebote standen, haben sich untenstehende 27 Gestalten * vorgefunden; es sind für dieselben, soweit sie bereits bekannt sind, die KOKSCHAROW'SCHEN Buchstaben beibehalten worden.

$$\begin{aligned} & oP, \infty P\bar{\infty}, \infty P\bar{\infty}, \infty P\bar{2}, \infty P, \infty P\bar{2}, P\bar{\infty}, \frac{1}{2}P\bar{\infty}, \frac{1}{3}P\bar{\infty}, \\ & M, T, P, u, z, \eta, o, k, \gamma, \\ \frac{1}{6}P\bar{\infty}, -P\bar{\infty}, -\frac{1}{2}P\bar{\infty}, -\frac{3}{4}P\bar{\infty}, +\frac{1}{2}P\bar{\infty}, +P\bar{\infty}, +2P\bar{\infty}, +3P\bar{\infty}, \\ & p, e, m, \vartheta, i, r, l, f, \\ & +P, +2P, +\frac{1}{2}P, -P, -\frac{1}{6}P, -\frac{1}{15}P, +2P\bar{2}, +3P\bar{3}, \\ & n, q, x, d, \mu, \lambda, y, c, \\ & +P\bar{\frac{3}{2}} \text{ und } -6P\bar{6}. \\ & \qquad \qquad \qquad b \qquad \qquad \qquad \chi \end{aligned}$$

Von diesen Gestalten sind die Pyramiden μ , λ , χ , ferner die Domen p und ϑ neu. Sicherlich wird sich bei grösserem Material und fortgesetztem Studium, sowohl die Zahl der bekannten, als auch der neuen Formen vermehren. Bis jetzt wären sonach am Epidot 73 verschiedene Formen bekannt.

Gehen wir zur Betrachtung der vorstehend genannten neuen Formen über, so sind sie sämmtlich als seltene Gestalten zu bezeichnen: p wurde an 3, λ an 2 Krystallen, die übrigen nur ein Mal beobachtet. Sie treten als kleine, schmale Flächen auf, sind nur bei starker Beleuchtung, dann aber hinreichend genau, messbar.

* Vergl. den am Schluss sich befindenden Nachtrag.

1) $\mu = -6a : 6b : c = -\frac{1}{6}P$ findet sich als ein Glied der Zone $-P : oP$.

Es wurde zur Ableitung gemessen $oP : -\frac{1}{6}P = 163^{\circ}30'$.

Dieser Winkel ist nach Rechnung $= 163^{\circ}26'14''$.

Ferner berechnen sich:

Die Neigung der Fläche zum klinod. Hauptschn. $X' = 76^{\circ} 3'36''$

" " " " " orthod. " $Y' = 56^{\circ}42'53''$

" " " " " basischen " $Z' = 16^{\circ}33'46''$

" " " klinod. Polkante zur Axe c $\mu' = 55^{\circ}33'56''$

" " " " " " " a $\nu' = 9^{\circ} 2' 4''$

" " " orthod. Polkante zur Axe c $\rho' = 73^{\circ}15' 2''$

" " " Mittelkante zur Axe a $\sigma' = 32^{\circ}19' 6''$.

2) $\lambda = -15a : 15b : c = -\frac{1}{15}P$ findet sich gleichfalls als Glied der Zone $-P : oP$.

Durch Messung ergab sich sehr constant $oP : -\frac{1}{15}P = 172^{\circ}52'$.

Dieser Winkel berechnet sich zu $= 172^{\circ}53'49''$.

Ferner erhält man:

$$X' = 84^{\circ} 0' 6''$$

$$Y' = 60^{\circ}57'50''$$

$$Z' = 7^{\circ} 6'11''$$

$$\mu' = 60^{\circ}47'19''$$

$$\nu' = 3^{\circ}48'41''$$

$$\rho' = 83^{\circ} 8' 8''$$

$$\sigma' = 32^{\circ}19' 6''.$$

3) $\chi = -\frac{1}{6}a : b : c = -6P\bar{6}$ ist ein Glied der Zone $\infty P\bar{6} : -P$.

Man erhält durch Messung $\infty P\bar{6} : -6P\bar{6} = 165^{\circ}40'$

und findet durch Rechnung $= 165^{\circ}38'22''$.

Ferner folgen:

$$X' = 77^{\circ}28' 7''$$

$$Y' = 14^{\circ}21'38''$$

$$Z' = 58^{\circ}23'38''$$

$$\mu' = 7^{\circ} 4'14''$$

$$\nu' = 57^{\circ}31'46''$$

$$\rho' = 28^{\circ}58'39''$$

$$\sigma' = 75^{\circ}14'26''.$$

4) $p = \infty a : 6b : c = \frac{1}{6}P\bar{6}$ wurde constatirt als Glied der Zone $oP : P\bar{6}$.

Man erhält durch Messung $oP : \frac{1}{6}P\bar{6} = 164^{\circ}45'$

Durch Rechnung $oP : \frac{1}{6}P\bar{6} = 164^{\circ}47'28''$

$$\frac{1}{6}P\bar{6} : \frac{1}{6}P\bar{6} \text{ über } oP = 149^{\circ}34'56''$$

$$\frac{1}{6}P\bar{6} : \infty P\bar{6} = 105^{\circ}12'32''$$

$$\frac{1}{6}P\bar{6} : \frac{1}{6}P\bar{6} \text{ über } \infty P\bar{6} = 30^{\circ}25' 4''$$

$$\frac{1}{6}P\bar{6} : \infty P\bar{6} = 114^{\circ}27' 3''.$$

5) $\mathcal{S} = -\frac{4}{3a} : \infty b : c = -\frac{3}{4}P\bar{\infty}$ ist ein Glied der Zone $oP : -P\bar{\infty} : \infty P\bar{\infty}$.

Durch Messung findet sich $oP : -\frac{3}{4}P\bar{\infty} = 150^{\circ}20'$

Nach Rechnung $oP : -\frac{3}{4}P\bar{\infty} = 150^{\circ}29'32''$

$\infty P\bar{\infty} : -\frac{3}{4}P\bar{\infty} = 144^{\circ}54'28''$

$\infty P\bar{\infty} : -\frac{3}{4}P\bar{\infty} = 90^{\circ} 0' 0''$.

Um einen Einblick in die Zonenverhältnisse zu erlangen, sind in Fig. 1 sämmtliche am Epidot vom Sulzbachthale bis jetzt beobachtete Gestalten, mit Ausnahme von $-\frac{1}{15}P$, auf oP projectirt.

Für $\mu = -\frac{1}{6}P$ erweisen sich ausser der Hauptzone $-P : oP$ als wichtig die mit 1, 2, 3, 4, 5, 6 bezeichneten Zonen, von denen von besonderer Wichtigkeit die drei letzteren sind, weil gegeben durch Schnitte von Sectionslinien bereits bekannter Gestalten.

Für $\chi = -6P\bar{6}$ werden ausser der Hauptzone $-P : \infty P\bar{\infty}$ von Interesse die Zonen 1, 7, 9, 10, 11, von denen 7, 9, 10 aus dem oben erwähnten Grunde besonderes Interesse bieten.

Für $p = \frac{1}{6}P\bar{\infty}$ wird, ausser der Hauptzone $oP : P\bar{\infty}$, noch wichtig die Zone 2.

Was λ und \mathcal{S} anlangt, so kommen für sie, ausser den bei Gelegenheit ihrer Berechnung angeführten, keine weitere Zonen, die in der vorstehenden Entwicklung gegeben wären, in Betracht. Sämmtliche Zonen erweisen sich, wenn sie der Zonencontrole unterzogen werden, als richtig (vgl. d. Jahrb. 1871, pag. 481).

In Bezug auf den Fundort herrscht noch nicht völlige Klarheit, während Herr BREZINA angibt, mit dem Besitzer des Bruchs die Fundstelle, die Knappenwand im oberen Sulzbachthale, besucht zu haben, gibt der Letztere allgemein und noch in einer jüngsten brieflichen Mittheilung das untere Sulzbachthal als Fundort an; einstweilen habe ich daher den genauen Fundort noch nicht mit aller Sicherheit anführen können.

Auf die Form der Epidote, Art ihres Vorkommens, Combinationsverhältnisse, Flächenbeschaffenheit und Spaltbarkeit brauche ich hier nicht näher einzugehen, da H. BREZINA am obengenannten Orte schon das Nöthige gesagt hat. Nur in Bezug auf die Zwillinge möchte ich bemerken, dass auch vollständige Durchkreuzungszwillinge neben Contactzwillingen beobachtet werden, wenngleich im Allgemeinen selten; sie sind überdies schon früher am Epidot vom Zillerthal durch G. VOM RATH nachgewiesen worden (Vergl. Pogg. Annalen 1862. Bd. 115, p. 478.). Überhaupt

scheint die Zwillingsbildung bei diesem Epidotvorkommen, wie auch BREZINA beimerkt, ganz ausserordentlich durchgreifend zu sein.

Was die optischen Eigenschaften anlangt, so hat namentlich der Trichroismus für den praktischen Mineralogen Bedeutung und Interesse, indem es durch ihn, wenn die Krystalle nur noch etwas durchscheinend sind, leicht und rasch gelingt, deren richtige Stellung zu finden. Wie im Eingang erwähnt, werde ich jedoch in Bezug auf die interessanten optischen Eigenschaften dieses Minerals der in Aussicht stehenden Arbeit nicht vorgreifen, und es bleibe mir sonach nur noch Einiges über specifisches Gewicht und chemische Constitution zu bemerken übrig.

Es war natürlich von grossem Interesse, so reines Material auch in dieser Hinsicht zu prüfen, und bin ich Herrn R. von DRASCHE-WARTINBERG aus Wien sehr verpflichtet für die Geneigtheit, mit der er sich den nachfolgenden Arbeiten unterzog und für die Sorgfalt, mit welcher er sie ausführte.

Das specifische Gewicht sowohl, als die chemische Zusammensetzung wurden von genanntem Herrn im BUNSEN'schen Laboratorium ermittelt. Zu den beiden Untersuchungen verwandte er reine, vollkommen durchsichtige Krystalle, die ich derselben Druse, von der die oben erwähnten Krystalle No. 1, 2, 4, 5 stammen, entnommen.

Es wurde gefunden	$\text{SiO}_2 = 38,37$	—	$38,37$
	$\text{Al}_2\text{O}_3 = 22,09$	}	— $35,86$
	$\text{Fe}_2\text{O}_3 = 13,77$		
	$\text{FeO} = 0,88$		
	$\text{CaO} = 17,94$	}	— $22,90$
	$\text{MgO} = 4,08$		
	$\text{Glühverlust} = 2,11$	—	$2,11$
	$99,24.$		

Ausserdem fanden sich Spuren von Mangan und Natrium.

Das Sauerstoffverhältniss von $\text{RO} : \text{R}_2\text{O}_3 : \text{SiO}_2$ berechnet sich * hieraus

$$= 6,952 : 14,445 : 20,328$$

$$= 1 : 2,077 : 2,924$$

Es stimmt also sehr nahe mit 1 : 2 : 3 dem von RAMMELSBERG (Mineralchemie 1860, p. 756—58) für den Epidot angenommenen. Es ist jedoch nicht unberücksichtigt zu lassen, dass RAMMELSBERG sich seiner Zeit bei der Ausrechnung der Ana-

* $\text{Si} = 14,2 \cdot \text{Al}_2\text{O}_3 = 13,7 \cdot \text{Fe} = 28 \cdot \text{Ca} = 20 \cdot \text{Mg} = 12 \cdot \text{O} = 8.$

lysen etwas geänderter Äquivalentverhältnisse bediente. In der seiner Zeit von RAMMELSBERG aufgestellten Epidotformel ist der Wassergehalt nicht berücksichtigt; in neuester Zeit hat jedoch KENNGOTT (vergl. dies. Jahrb. 1871, pag. 449) das Wasser in die Formel aufgenommen und auf Grund der vorhandenen Analysen für die Epidote der verschiedenen Fundorte die mittlere Zusammensetzung berechnet. Die vorstehende Analyse stimmt am besten mit der von KENNGOTT für die schweizerischen Epidote auf p. 451 gegebenen mittleren Zusammensetzung. Vorzüglich stimmen SiO_2 und die Summe der Basen R_2O_3 , weniger die Summe der Basen RO; im Allgemeinen stimmt die Analyse jedoch nicht schlechter, als viele der von KENNGOTT auf pag. 450 angeführten. Auffallend ist nur der hohe Magnesiagehalt; derselbe ist aber offenbar zu bedeutend, um von einem Beobachtungsfehler herrühren zu können, zudem wurden zur Analyse ganz ausgezeichnete Krystalle verwandt, so dass auch von Verunreinigungen keine Rede sein kann.

Das spezifische Gewicht des grobgepulverten Minerals wurde = 3,5 gefunden, die Farbe des feinen Pulvers ist schmutzigschwefelgelb.

8. Apatit von demselben Fundorte.

Durch die Anwesenheit des Herrn BERGMANN wurde der Vorrath an losen Apatitkrystallen natürlich ebenfalls beträchtlich vermehrt, und namentlich zogen die mit der vollflächigen Pyramide $3\text{P}^{3/2}$ die Aufmerksamkeit auf sich. War ich sonach früher (vgl. dieses Jahrb. 1871, p. 485) nur in der Lage, zwei Exemplare als Belegstücke unter Händen gehabt zu haben, so besitze ich jetzt deren eine ganze Reihe. Als Nachtrag zu den an genanntem Orte aufgeführten Flächen, erlaube ich mir noch $3/2\text{P}$ und $\frac{\text{r}}{\text{l}}$ $\frac{10/3\text{P}^{10/7}}{2}$ anzuführen.

Letztere Gestalt ist neu und ein Glied der Zone $\infty\text{P} : 2\text{P}^2$, gelegen zwischen $\frac{\text{r}}{\text{l}} \frac{3\text{P}^{3/2}}{2}$ und $\frac{\text{r}}{\text{l}} \frac{4\text{P}^{4/3}}{2}$, daher, wie diese, vom allgemeinen Zeichen $m\text{P} \frac{m}{m-1}$.

Zur Ableitung dieser Gestalt $\psi = \frac{1}{2} (c : a : \sqrt[3]{10a' : \sqrt[3]{7a''}})$
 $= \frac{r}{1} \frac{\sqrt[10]{3P^{10/7}}}{2}$ war eine Messung genügend.

Es wurde gefunden $\infty P : \frac{r}{1} \frac{\sqrt[10]{3P^{10/7}}}{2} = 152^{\circ}40'$

Man findet durch Rechnung diesen Winkel $= 152^{\circ}38'56''$, wenn man, da ganz genaue Messungen an den vorhandenen Krystallen nicht auszuführen waren, einstweilen mit KOKSCHAROW (Mat. z. Min. R. Bd. II, pag. 78) die Hauptaxe c des Apatits $= 0,732456$ setzt.

Ferner ergeben sich für die vollflächige Pyramide $\sqrt[10]{3P^{10/7}}$:
 die normale Polkante $X = 155^{\circ}52'27''$
 die diagonale Polkante $Y = 148^{\circ}29'38''$
 die Mittelkante $Z = 136^{\circ}29'18''$.

Die Flächen der Gestalt sind selten glatt, öfters gewölbt und in manchen Fällen beobachtet man ein Verlaufen der Combinationsecken zu $3P^{3/2}$ und $4P^{4/3}$ hin. Nur eine Stelle zeigte sich am Krystalle zur Messung genügend gebildet.

Im Allgemeinen lassen sich alle Pyramiden von der Form $mP \frac{m}{m-1}$, wie sie am Quarz, Beryll und Apatit, wenngleich sehr verschieden in der Art ihrer Erscheinungsweise, auftreten, leicht aus der Kenntniss der Neigung zu ∞P durch ein sphärisches Dreieck berechnen. Man braucht nur für die betreffende Substanz ein für alle Male den ebenen Winkel zu rechnen, den die Combinationsecke von $2P2 : \infty P$ mit der Combinationsecke $\infty P : \infty P$ bildet. Dieser Winkel ist offenbar für alle $mP \frac{m}{m-1}$, unter welchem Zeichen auch $2P2$ steht, derselbe. Für den Apatit beträgt er ($c = 0,73456$) $127^{\circ}13'16''$. Nimmt man nun noch den halben Prismenwinkel $= 60^{\circ}$ in Rechnung, so hat man die zu derselben nöthigen 3 Elemente und findet leicht den gewünschten Werth mc .

9. Über die Zonenverhältnisse und allgemeinen Zeichen der bekannten Achtundvierzigflächner.

Die QUENSTEDT'sche Projectionsmethode, deren Vortrefflichkeit von so vielen Krystallographen und Mineralogen anerkannt wird, hat bis jetzt

noch wenig Anwendung zur Feststellung allgemeiner Werthe gefunden, meist sind es specielle Fälle gewesen, in denen sie mit Vortheil zur Ermittlung von gewissen Zahlenwerthen angewandt worden ist. Es liegt jedoch nicht entfernt an der Methode selbst, dass sie in allgemeinen Fällen nicht häufiger zur Anwendung kam, sie hat sogar im Gegentheil Manches vor der Anwendung der Zonengleichung, die ihr häufig vorgezogen wird, voraus; ich möchte nur des Umstandes gedenken, dass sie eine Aufgabe aus der Geometrie des Raumes in eine solche aus der Geometrie der Ebene verwandelt, die Betrachtung also vereinfacht und überdies durch graphische Darlegung der Verhältnisse ganz wesentlich unterstützt.

Im Folgenden werde ich versuchen, an der Hand der Projectionsmethode die Zonen des regulären Systems mit besonderer Berücksichtigung der allgemeinen Zeichen der bekannten Hexakisoktaëder zu untersuchen. Bezüglich der dabei in Anwendung kommenden Rechnungsmethoden sowohl, als der Projection selbst, darf ich wohl auf die beiden Hauptwerke meines verehrten Lehrers, Prof. QUENSTEDT (Methode d. Krystallographie 1840, p. 1—114; Mineralogie 1863, p. 35—52), verweisen.

Die Hauptzonen des Regulärsystems sind mit besonderer Berücksichtigung der Hexakisoktaëder bereits eingehend von WEISS (Theorie der Hexakisoktaëder, Berl. Ac. 1837) und namentlich auch von NAUMANN (Lehrb. d. rein. u. angew. Kryst. 1830, besonders aber in den Elementen der theor. Kryst. 1856, p. 122—29) behandelt worden. Die Resultate, welche beide Forscher erhalten haben, werden, des Zusammenhangs halber, an der Hand der Projectionsmethode hier nochmals abgeleitet werden.

Wenn man, wie in Figur 2 geschehen, O , $\infty O \infty$ und ∞O auf eine Fläche von $\infty O \infty$ projicirt, so entsteht, wie bekannt, eine Figur mit 25 Zonenpunkten.

Sechs dieser Zonenpunkte, gebildet durch die Sectionslinien von O , $\infty O \infty$, ∞O heissen Kantenzonenpunkte von O . Vier derselben sind endliche, zwei im Unendlichen liegende Zonenpunkte.

Drei derselben, gebildet durch die Sectionslinien von $\infty O \infty$ und ∞O spricht man als Kantenzonenpunkte von $\infty O \infty$ an; nur einer derselben liegt im Endlichen (Projectionsmittelpunkt), zwei dagegen in der Unendlichkeit.

Vier weitere Zonenpunkte, Schnittpunkte je dreier Sectionslinien von ∞O , heissen Kantenzonenpunkte von ∞O ; sie sind sämmtlich im Endlichen gelegen.

Zwölf Zonenpunkte schliesslich, gebildet durch den Schnitt einer Sectionslinie von O und einer von ∞O , nennt man Diagonalzonenpunkte von O ; auch sie sind sämmtlich endliche Zonenpunkte.

Beginnen wir mit der Untersuchung der Kantenzonenpunkte von $\infty O \infty$ und legen wir uns die Frage vor, welche Gestalten können mit Sectionslinien ihrer Flächen darin auftreten? — Fassen wir den endlichen Zonenpunkt in's Auge! Offenbar können zu dieser Zone nur Flächen beitragen, die der vertikal gerichteten Axe parallel gehen, denn wie wir auch um den festen Mittelpunkt die Sectionslinie drehen mögen, immer geht die ihr

entsprechende Fläche der soeben gedachten Axe parallel. Gehen wir von einer Sectionslinie von $\infty O \infty$ aus, so liegen zwischen ihr und der Sectionslinie von ∞O sämtliche $\infty O n$. Der Werth ∞ im Zeichen von $\infty O \infty$ wird endlich, dann immer kleiner und kleiner, bis er schliesslich $= 1$ wird und ∞O resultirt. Für die im Unendlichen liegenden Zonenpunkte gilt dieselbe Betrachtung, nur stellen sich hier die in einer Zone gelegenen Flächen als ein System paralleler Linien dar.

Die sechs Kantenzonenpunkte von O liefern uns vor allen Dingen die drei Körper, deren Sectionslinien sie constituiren: $\infty O \infty$, O , ∞O . Gehen wir von einem der endlichen Kantenzonenpunkte aus und lassen die Sectionslinie in dem Winkel zwischen den Sectionslinien von $\infty O \infty$ und O variiren, so zeigt sie uns sämtliche $m O n$ an, durch Bewegung zwischen den Sectionslinien von O und ∞O sämtliche $m O$. Beide Werthe ∞ , im Zeichen $\infty O \infty$, werden also endlich, dann immer kleiner und kleiner, bis sie gleich der Einheit werden und O resultirt; ein Werth wird hierauf wieder grösser, wächst bis zur Grenze ∞ , mit Erreichung derer ∞O folgt. Für die zwei im Unendlichen gelegenen Zonenpunkte gilt dieselbe Betrachtung.

Die nun folgenden Zonen liefern, ausser Körpern von Zeichen, wie die sind, denen wir begegneten, auch Körper vom Zeichen $m O n$, Hexakisoktaëder. Ehe wir jedoch mit deren Betrachtung beginnen, müssen einige Definitionen und Vereinfachungen vorausgeschickt werden. Zuerst bezeichnen wir in der Projection die von vorn nach hinten ziehende Axe mit a , die auf ihr senkrechte, von rechts nach links sich erstreckende mit b und gehen ein für alle Male vom Quadranten vorn rechts als dem positiven aus; dann legen wir ebenso ein für alle Male der Betrachtung die Sectionslinie zu Grunde, welche der Fläche $o . v . r = c : na : mb$ entspricht. Diese und neben ihr noch die Sectionslinie der Fläche $o . v . r = c : ma : nb$ sind im positiven Quadranten die einzigen, denen die Werthe m und n rein zukommen. In beiden Fällen sei $m > n > 1$.

Berücksichtigen wir nun den Dodekaëderkantenzonenpunkt im positiven Quadranten, so kommen ihm, nach dem Kantenzonengesetz, die Coordinaten $a : b$ zu. In diesem Zonenpunkt liegt die Sectionslinie von $m O n$, auf a das kleinere Stück na , auf b das grössere mb abschneidend, die Aufgabe geht dahin, den Werth n in Werthen von m darzustellen.

Für den Axenschnitt auf a gilt der entsprechende Theil der Sectionslinienformel, nämlich:

$$\frac{m'n - mn'}{mm'(n - n')} a$$

Werden in diese Formel die Werthe $m = 1$, $n = 1$, $m' = \infty$, $n' = 1/m$ substituirt, so folgt:

$$\frac{(\infty \cdot 1) - (1 \cdot 1/m)}{1 \cdot \infty (1 - 1/m)} a$$

ein Ausdruck, der nach der Reduction in $\frac{m}{m-1}$ übergeht, den Werth des Axenschnittes na darstellend.

Das allgemeine Zeichen der Hexakisoktaëder dieser Zone ist daher

$mO \frac{m}{m-1}$. Untersucht man, zwischen welche Grenzgestalten die mOn dieser Zone fallen, so ergibt sich, dass ∞O einerseits, $2O2$ andererseits die Grenze bilden. In der That kann, für die oben definirte Lage der Sectionslinie $na : mb$, der Schnitt auf a nur fallen zwischen a und $2a$, der auf b zwischen ∞b und $2b$. — Von den 3 anderen Kantenzonen von ∞O kann keine unter den bestehenden Bedingungen Sectionslinien liefern. Die wichtigsten mOn dieser Zone sind $3O^{3/2}$ und $4O^{4/3}$, man nennt sie auch, da ihre längsten Kanten liegen, wie die des eingeschriebenen Rhombendodekaëders, parallelkantige Hexakisoktaëder, Pyramidengranatoëder.

Von den 12 Diagonalzonen des Oktaëders können für den positiven Quadranten und für die bestimmte Lage der Sectionslinie nur 3 in Betracht kommen.

Der erste Diagonalzonenpunkt liegt im Quadranten der Halbaxen $a : -b$ und wird gebildet von den Sectionslinien $a : b$ und $\infty a : -b$; es kommen ihm daher, wie durch Einsetzen der entsprechenden Werthe in die Zonenpunktformel folgt, die Coordinaten $2a : -b$ zu.

Man hat also $m = 1/2$, $n = -1$, $m' = \infty$, $n' = 1/m$ und es folgt, nach Einsetzung dieser Werthe in die obenstehende Formel und passender Reduction der Werth $\frac{2m}{m+1}$ für den Axenschnitt auf a . Das allgemeine

Zeichen ist daher $mO \frac{2m}{m+1}$. Die Grenzgestalten sind O und $\infty O2$, der Axenschnitt auf a bewegt sich innerhalb der Grenzen a und $2a$, der auf b zwischen b und ∞b . — Die wichtigsten mOn dieser Zone sind $3O^{3/2}$ und $5O^{5/3}$. Man nennt sie auch isogonale mOn , da sie in ihren längsten und kürzesten Kanten gleiches Winkelmaass besitzen. Es folgt dies aus dem Umstande, dass sie mit O und $\infty O2$ in eine Zone fallen, letztere Gestalt aber in ihren beiderlei Kanten gleiche Winkel hat.

Der zweite Diagonalzonenpunkt, im positiven Quadranten gelegen, wird gebildet von den Sectionslinien $a : -b$ und $\infty a : b$; er hat die Coordinaten $2a : b$, daher folgt, die Lage der Sectionslinie, wie früher betrachtet:

$$m = 1/2, n = 1, m' = \infty, n' = 1/m.$$

Die Formel gibt nach der Reduction $\frac{2m}{m-1}$ für den Axenschnitt auf a .

Das allgemeine Zeichen ist $mO \frac{2m}{m-1}$. Die Grenzgestalten sind $\infty O2$ und $3O3$, der Axenschnitt auf a variirt zwischen $2a$ und $3a$, der auf b zwischen ∞b und $3b$. Die einzig bekannte Art, die in diese Zone fällt, ist $7O^{7/3}$.

Der dritte Diagonalzonenpunkt, von gleicher Lage, wie der zweite, wird gebildet von den Sectionslinien $-a : b$ und $a : \infty b$. Die Coordinaten sind $a : 2b$. Es folgt daher:

$$m = 1, n = 1/2, m' = \infty, n' = 1/m$$

und man hat schliesslich $\frac{m}{m-2}$ für den Axenschnitt auf a . Das allge-

meine Zeichen ist $mO \frac{m}{m-2}$. Die Grenzgestalten sind ∞O und $3O3$, der Axenschnitt auf a schwankt von a bis $3a$, darauf b von ∞b bis $3b$. — $5O^{5/3}$ und $4O2$ gehören u. A. dieser Zone an.

Von den bis jetzt genannten Zonen kann die Kantenzone des Rhombendodekaeders mit der ersten Diagonalzone des Oktaeders durch eine, der Lage nach einem mOn angehörende Sectionslinie verbunden werden. Die Gestalt, die diesen beiden Zonen angehört, ist $3O^{3/2}$, das einzige Hexakisoktaeder, was sowohl parallelkantig, als isogonal ist. Da es in beide Zonen fällt, muss sein Werth für n beiden allgemeinen Werthen genügen und folglich $\frac{m}{m-1} = \frac{2m}{m+1}$ sein. Dies ergibt $m = 3$ und durch Einsetzen dieses Werthes in eine der beiden Gleichungen folgt $n = 3/2$.

Die erste Diagonalzone von O kann aber auch noch mit der dritten durch eine, einem mOn angehörende Sectionslinie verbunden werden. Die Gestalt ist $5O^{5/3}$, denn man hat $\frac{2m}{m+1} = \frac{m}{m-2}$, woraus $m = 5$ und $n = 5/3$ folgt.

Die genannten Zonen sind für das Regulärsystem die wichtigsten; die zahlreichen Forschungen der letzten Jahre haben jedoch eine ganze Reihe mOn zu Tage gefördert, die nicht in diese Zonen fallen, in ihren Zahlenwerthen jenen allgemeinen Werthen nicht genügen. Um einen Fortschritt zu bewirken, könnte man in derselben Art, wie oben dargelegt, alle Zonen, die nur irgend in Betracht kommen können, auf das allgemeine Zeichen der in ihnen liegenden mOn untersuchen, allein ein solches Verfahren würde doch, neben einer unendlichen Langwierigkeit, wenig Befriedigung gewähren, da die meisten mOn , die sich so darstellen lassen, in der Natur nicht beobachtet sind. Umgekehrt ist das Verfahren weit lohnender, nämlich durch Eintragen der Sectionslinien der beobachteten mOn in die Projection die wichtigsten Zonen zu finden, diese nöthigenfalls durch die Zonencontrole zu prüfen, und mit der so erlangten Kenntniss die allgemeinen Zeichen der in ihnen liegenden mOn darzustellen.

Entwirft man sich, ähnlich Figur 3, nur in vergrössertem Massstabe, eine Projectionsfigur und trägt die bekannten Hexakisoktaeder, ein jedes mit einer Sectionslinie von der oftmals schon erörterten Lage $na : mb$ ein, so erhält man ein sehr anschauliches Bild dessen, was bis jetzt bekannt ist. Vor allen Dingen fällt in demselben die stark einseitige Entwicklung auf und, wenn auch naturgemäss die Schnitte auf b weiter hinausfallen müssen, als auf a , da ja $mb > na$, so ist doch ein Hauptgrund der Einseitigkeit in der mangelhaften Zonenentwicklung nach a hin zu suchen. Für die Lage $ma : nb$ würde das Umgekehrte stattfinden, das Gesamtbild also symmetrisch werden; es kommt jedoch hier allein auf die Symmetrie jedes einzelnen Bildes an.

Fassen wir eine der schönsten Entwicklungen, die auf der Sectionslinie von $a : \infty b$ in's Auge, so kann man eine solche Reihe von Zonen, wie sie sich uns hier darbietet (und in Figur 3 durch die Zonenpunkte

versinnlicht ist), eine Zonenfolge nennen. Wir werden die Zonenfolgen auf den in Betracht kommenden Sectionslinien von $\infty O \infty$, O und ∞O die Hauptzonenfolgen nennen und als Nebenzonenfolgen, die auf den Sectionslinien anderer Gestalten, z. B. der mOm , ∞On , mO , mOn bezeichnen. Innerhalb einer jeden Hauptzonenfolge, auf welche wir uns hier beschränken, werden zwei Arten von Zonen zu unterscheiden sein, die Hauptzonen erster Ordnung, bei denen die Coordinaten der Zonenpunkte ganze Zahlen, die Hauptzonen zweiter Ordnung, bei denen die Coordinaten der Zonenpunkte ganz oder theilweise Brüche sind. Am wichtigsten sind die Hauptzonen erster Ordnung, unter denen die, welche als Kreuzungspunkte zweier Hauptzonenfolgen auftreten, sich durch die reichste Entwicklung auszeichnen und die wichtigsten mOn in sich bergen. — Wenden wir uns nun zur eingehenden Untersuchung der gedachten Zonenfolge!

Hauptzonenfolge im positiven Quadranten, gelegen auf der Sectionslinie $a : \infty b$.

Generalzeichen sämmtlicher der Hauptzonenfolge angehörnden Gestalten

$$= mO \frac{m}{m-p}$$

p bedeutet hierbei, bei constanter Coordinate $a = 1$, den wechselnden Werth der Coordinate b . Dieser kann sein O , positive Brüche und ganze Zahlen. — Wird $p = O$, so geht das Zeichen in mO , das allgemeine Zeichen sämmtlicher Triakisoktaëder über, wird dazu $m = 1$, so resultirt das Zeichen des Oktaëders O , wird $m = \infty$, so folgt für alle endlichen Werthe von p ∞O , das Zeichen des Rhombendodekaëders. Für die mOn bedeutet also p nur positive Brüche oder ganze Zahlen. Der Werth von m bewegt sich für jeden Zonenpunkt, also für jede Zone, innerhalb der Werthe der Grenzgestalten. Diese sind für sämmtliche Zonen vorab ∞O und weiter ein mOm , was mit der wechselnden Coordinate b der Zonenpunkte variirt, allgemein aber stets $(p+1)O(p+1)$ ist, wenn p die wechselnde Coordinate b der Zonenpunkte bedeutet.

A. Hauptzonen erster Ordnung.

I. Zone *. Kantenzone von ∞O , Kreuzungspunkt der Hauptzonenfolgen auf

$a : \infty b$ und $\infty a : b$. Allgemeines Zeichen $mO \frac{m}{m-1}$, parallel-

kantige Hexakisoktaëder, Pyramidengranatoëder. — Coordinaten des Zonenpunktes $a : b$.

* Bei der nun folgenden Aufzählung sind, soweit dem Verfasser die Literatur zu Gebote stand, die bis jetzt bekannten mOn , 25 an der Zahl, aber ohne Rücksicht auf ihre holoëdrische oder hemiëdrische Erscheinungsweise zusammengestellt. Daneben wurden Autor und Mineral, an dem sie zuerst beobachtet worden, angeführt. Wissentlich ausgeschlossen sind die unsicheren Gestalten, die PHILLIPS angibt, ferner $4O^{16/7}$ bei LÉVY und DUFÉRENOY, das der 3. Diagonalzone von O , in die es fallen soll, nicht angehören kann. Für die PHILLIPS'sche Gestalt $15/7O^{15/11}$, als Dyakisdodekaëder am Kobaltkies beobachtet, wurde nach dem Vorgange von NAUMANN $2O^{4/3}$ gesetzt.

- $12\frac{1}{5}O^{12/7}$ $\left(\frac{6m}{m+6}\right)^*$ HESSENBERG am Fahlerz.
 $30^{3/2}$ $\left(\frac{2m}{m+1}\right)$ R. DE L'ISLE u. HAUY an diversen Mineralien.
 $40^{4/3}$ $\left(\frac{2m}{m+2}\right)$ G. ROSE am Granat.
 $64O^{64/63}$ ** PHILLIPS am Granat.

II. Zone. Dritte Diagonalzone von O. Kreuzungspunkt der Zonenfolgen auf $a : \infty b$ und $-a : b$. Allgemeines Zeichen $mO \frac{m}{m-2}$. Coordinaten des Zonenpunktes $a : 2b$.

- $10\frac{1}{3}O^{5/2}$ $\left(\frac{7m}{m+6}\right)$. HESSENBERG am Flussspath.
 $11\frac{1}{3}O^{11/6}$ $\left(\frac{4m}{m+3}\right)$. G. ROSE am Flussspath.
 402 $\left(\frac{3m}{m+2}\right)$. HAUY an diversen Mineralien.
 $50^{5/3}$ $\left(\frac{3m}{m+4}\right)$. HAUY am Eisenkies.

III. Zone. Allgemeines Zeichen $mO \frac{m}{m-3}$. C. d. Z. $a : 3b$.

- $9\frac{1}{2}O3$ $\left(\frac{7m}{m+6}\right)$. STRÜVER am Eisenkies.
 $11\frac{1}{2}O^{11/5}$ $\left(\frac{3m}{m+2}\right)$. id.
 $80^{8/5}$ $\left(\frac{2m}{m+2}\right)$. FRIEDEL id. (DESCLOIZEAUX, *Leçons de Crist.* 1861, p. 36.)

IV. Zone. Allgemeines Zeichen $mO \frac{m}{m-4}$. C. d. Z. $a : 4b$.

- $70^{7/3}$ $\left(\frac{2m}{m-1}\right)$ $\left(\frac{7m}{4m-7}\right)$. G. ROSE am Flussspath.
 802 $\left(\frac{3m}{m+4}\right)$. STRÜVER am Eisenkies.
 $100^{5/3}$ $\left(\frac{2m}{m+2}\right)$. DESCLOIZEAUX am Eisenkies.

V. Zone. Allgemeines Zeichen $mO \frac{m}{m-5}$. C. d. Z. $a : 5b$.

- 1002 $\left(\frac{5m}{2m+5}\right)$. DESCLOIZEAUX am Eisenkies.

* Der in Klammern hinter dem Flächenzeichen stehende Ausdruck bedeutet das allgemeine Zeichen aus einer zweiten Hauptzone erster oder zweiter Ordnung, der die betreffende Gestalt angehört.

** Diese Gestalt ist wohl nur, um mit NAUMANN zu reden, ein Angriff der Natur, um die entscheidende Form — hier ∞O — hervorzubringen. Vergl. KOKSCHAROW, Vorl. über Mineralogie, 1865, pag. 295.

VL Zone. Allgemeines Zeichen $mO \frac{m}{m-6}$. C. d. Z. a : 6b.

804 $\left(\frac{9m}{2m+2}\right)$. BERNHARDI am Bleiglanz.

150^{5/3} $\left(\frac{3m}{2m-3}\right)$. G. ROSE am Gold.

B. Hauptzonen zweiter Ordnung.

I. Zone. Allgemeines Zeichen $mO \frac{7m}{7m-2}$. C. d. Z. a : ²/₇b.

¹⁰/₇O^{5/4} $\left(\frac{3m}{m+2}\right)$. STRÜVER am Eisenkies.

II. Zone. Allgemeines Zeichen $mO \frac{3m}{3m-1}$. C. d. Z. a : ¹/₃b.

⁵/₃O^{5/4} $\left(\frac{2m}{m+1}\right)$. LEVY am Eisenkies.

III. Zone. Allgemeines Zeichen $mO \frac{2m}{2m-1}$. C. d. Z. a : ¹/₂b.

20^{4/3} $\left(\frac{2m}{m+1}\right)$. PHILLIPS am Kobaltkies.

IV. Zone. Allgemeines Zeichen $mO \frac{2m}{2m-3}$. C. d. Z. a : ³/₂b.

302 $\left(\frac{4m}{m+3}\right)$. STRÜVER am Eisenkies.

V. Zone. Allgemeines Zeichen $mO \frac{2m}{2m-5}$. C. d. Z. a : ⁵/₂b.

⁹/₂O^{9/4} $\left(\frac{3m}{2m-3}\right)$. HESSENBERG am Perowskit*.

VI. Zone. Allgemeines Zeichen $mO \frac{5m}{5m-14}$. C. d. Z. a : ¹⁴/₅b.

²¹/₅O₃ $\left(\frac{7m}{4m-7}\right)$. KOKSCHAROW am Magneteisen.

VII. Zone. Allgemeines Zeichen $mO \frac{3m}{3m-10}$. C. d. Z. a : ¹⁰/₃b.

¹⁶/₃O^{8/3} $\left(\frac{16m}{3m+16}\right)$. STRÜVER am Eisenkies.

VIII. Zone. Allgemeines Zeichen $mO \frac{2m}{2m-19}$. C. d. Z. a : ¹⁹/₂b.

²⁵/₂O^{25/6} $\left(\frac{9m}{2m+2}\right)$. GRAILICH am Flusspath.

In dieser Zusammenstellung sind die erste und die zweite Diagonalzonen von O nicht enthalten; es vertheilen sich die in ihnen vorkommenden mOn auf andere Zonen.

* Nach den neuesten Forschungen dieses ausgezeichneten Gelehrten ist der betreffende Krystall optisch einaxig, während er der äusseren Form und seinen Dimensionen nach auf ein reguläres Axensystem bezogen werden kann. — ⁹/₂O^{9/4} gehört daher nur mit Vorbehalt hierher.

Die erste Diagonalzone von O wird ebenfalls zu einer Hauptzone erster Ordnung und ist überdies noch durch die Kreuzung der Hauptzonenfolgen, gelegen auf den Sectionslinien von $a : b$ und $\infty a : -b$ ausgezeichnet. Das allgemeine Zeichen ist $mO \frac{2m}{m+1}$. Die Coordinaten des Zonenpunktes $2a : -b$. Die bekannten, dieser Zone angehörenden Gestalten sind: ${}^5_3O^{5/4}$, $2O^{2/3}$, $3O^{3/2}$, $5O^{5/3}$.

Die zweite Diagonalzone von O ist ebenfalls eine Hauptzone erster Ordnung, gleichfalls durch die Kreuzung zweier Hauptzonenfolgen ausgezeichnet, nämlich von $a : -b$ und $\infty a : b$. Das allgemeine Zeichen ist $mO \frac{2m}{m-1}$. Die Coordinaten des Zonenpunktes sind $2a : b$. Die einzige, in dieser Zone beobachtete Gestalt ist $7O^{7/3}$.

Ausser dieser einen, vorstehend entwickelten Zonenfolge können noch weitere 9 Hauptzonenfolgen, im Ganzen also deren 10*, für den Quadranten der positiven Halbaxen Sectionslinien von der Form $na : mb$ liefern.

Ohne diese Zonenfolgen eingehend betrachten zu wollen, was zu weit führen würde, sollen sie nur mit ihren wichtigsten Merkmalen der Reihe nach angeführt werden.

I. Hauptzonenfolge, gelegen auf $-a : -b$. Generalzeichen $mO \frac{p'm}{m+p}$. $p' =$ Coordinate a , $p =$ Coordinate $-b$ **, $p > p'$, $p > -2$, $p' > 1$. Die Grenzgestalten sind ein mO , was durch Verbindung des betreffenden Zonenpunktes mit dem Axenschnitt $a = 1$ sich darstellt, ferner ein ∞On , was durch Ziehen einer Parallele zur Axe b aus dem betreffenden Zonenpunkt erhalten wird. Hiernach sind die Grenzgestalten leicht zu construiren; man könnte für sie auch allgemeine Zeichen ermitteln, doch ist der angegebene Weg anschaulicher.

II. Hauptzonenfolge, gelegen auf $\frac{a}{\infty} : \frac{b}{\infty}$. Generalzeichen $mO \frac{p'm}{m+p}$. $p' =$ Coordinate a , $p =$ Coordinate $-b$, $p' = p$, $p' > 1$ und $p > 1$. Die Grenzgestalten sind ein mO und ein ∞On , die sich, wie im vorigen Falle angeben, bestimmen.

III. Hauptzonenfolge, gelegen auf $a : b$. Generalzeichen $mO \frac{p'm}{m+p}$. $p' =$ Coordinate a , $p =$ Coordinate $-b$, $p' > p$, $p' > 1$, $p > 0$ und negativ. Die Grenzgestalten sind O und das aus dem betreffenden Zonenpunkt, parallel b , zu construierende ∞On .

IV. Hauptzonenfolge, gelegen auf $\infty a : -b$. Generalzeichen $mO \frac{p'm}{m+1}$. $p' =$ Coordinate $a > 1$. Die Grenzgestalten sind für alle Zonenpunkte vorab ein ∞On , durch Ziehen einer Parallele aus dem betreffenden Zonenpunkt

* Mit den Hauptzonenfolgen auf den Axen sind es im Ganzen 12; doch sind diese, wie man leicht einsieht, zur Ableitung allgemeiner Zeichen nicht geeignet, da Zonenpunkt und Axenschnitt zusammenfallen.

** Im Generalzeichen erscheint der Werth der Coordinate $-b$ stets mit positivem Vorzeichen.

zur Axe b zu construiren, ferner für die Zonenpunkte mit den Coordinaten $p' > 1 < 2$, ein mO , durch Verbinden des Zonenpunktes mit dem Axenschnitt $a = 1$ zu erhalten. Für den Werth der Coordinate $p' = 2 : 0$ selbst, für Werthe der Coordinate $p' > 2$ ein mOm , durch Ziehen einer Parallele zu $a : b$ aus dem Zonenpunkt zu erhalten.

V. Hauptzonenfolge, gelegen auf $\infty a : b$. Generalzeichen $mO \frac{p'm}{m-1}$.
 $p' =$ Coordinate $a > 0$. Die Grenzgestalten sind für $p' > 1$ ein ∞On und ein mOm , wie bei IV. angegeben, zu construiren; für $p' = 1 : \infty O$ und $2O2$, für $p' > 0 < 1$ ein mO und ein mOm , ersteres durch Verbindung des Zonenpunktes mit $a = 1$, letzteres, wie bei IV. angegeben, zu construiren.

VI. Hauptzonenfolge, gelegen auf $a : -b$. Generalzeichen $mO \frac{p'm}{m-p}$.
 $p' =$ Coordinate a , $p =$ Coordinate b , $p' > p$, $p' > 1$, $p > 0$ und positiv. Die Grenzgestalten sind ein mOm und ein ∞On , wie bei IV. angegeben, zu construiren.

VII. Hauptzonenfolge, gelegen auf $\frac{a}{\infty} : -\frac{b}{\infty}$. Generalzeichen $mO \frac{p'm}{m-p}$.
 $p' =$ Coordinate a , $p =$ Coordinate b , $p' = p$, p' und $p > 1/2$. Die Grenzgestalten sind für p' und $p > 1$ ein mOm und ein ∞On , wie bei IV. angegeben, zu construiren. Für $p' = p = 1$ sind die Grenzgestalten ∞O und $2O2$, für $p' = p > 1/2 < 1$ sind die Grenzgestalten ein mO und ein mOm , wie bei V. angegeben, zu construiren.

VIII. Hauptzonenfolge, gelegen auf $-a : b$. Generalzeichen $mO \frac{p'm}{m-p}$.
 $p' =$ Coordinate a , $p =$ Coordinate b , $p > p'$, $p > 1$, $p' > 0$. Die Grenzgestalten sind für $p' > 1$ und $p > 2$: mOm und ∞On , wie oben; für $p' = 1$ und $p = 2 : 3O3$ und ∞O , für $p' > 0 < 1$ und $p > 1 < 2$ ein mO durch Verbindung des Zonenpunktes mit $a = 1$ und ein mOm durch Ziehen einer Parallele zu $a : b$ zu construiren.

IX. Hauptzonenfolge, gelegen auf $a : \infty b$ und oben ausführlich entwickelt. Generalzeichen $mO \frac{m}{m-p}$, $p =$ Coordinate $b > 0$. Grenzgestalten ∞O und ein mOm aus dem Zonenpunkte durch eine Parallele zur Sectionslinie $a : b$ zu construiren.

X. Hauptzonenfolge, gelegen auf $-a : \infty b$. Generalzeichen $mO \frac{m}{p-m}$.
 $p =$ Coordinate $b > 2$. Die Grenzgestalten sind ein mO durch Verbindung des Zonenpunktes mit dem Axenschnitt $a = 1$ und ein mOm durch Ziehen einer Parallele zur Sectionslinie $a : b$ zu construiren.

Auf diesen Hauptzonenfolgen sind die wichtigsten die Hauptzonen erster Ordnung; von denselben ist womöglich bei Feststellung der allgemeinen Zeichen der mOn auszugehen. Für jeden Achtundvierzigflächner konnten wir, wie wir sahen, mindestens die Zugehörigkeit zu zwei Hauptzonen nachweisen, die im Allgemeinen einfache, meistens aber sehr einfache Coordinaten besitzen. Sehr häufig sind diese Zonenpunkte durch die Schnitte

von Sectionslinien der gewöhnlichsten Gestalten gebildet, immer durch die Schnitte der Sectionslinien krystallonomisch möglicher Gestalten. Die Hauptzonen zweiter Ordnung sind im Allgemeinen minder wichtig und weniger Gestalten treten in ihnen auf. Die Entwicklung der Hauptzonenfolge auf $a : \infty b$ zeigte diese Hauptzonen zweiter Ordnung, immer nur eine Gestalt enthaltend. Es darf jedoch nicht übersehen werden, dass die betreffenden mOn auf anderen Hauptzonenfolgen in entwickeltere Zonen fallen.

Die Nebenzonenfolgen wurden vorläufig nicht näher betrachtet, sie sind indessen nicht unwichtig und mit der Zeit wird man ihnen vermehrte Aufmerksamkeit schenken müssen. Namentlich werden die Zonenfolgen, auf den Sectionslinien von $\infty O2$ gelegen*, zuerst das Interesse fesseln. Die mOn bekommen auf diesen Nebenzonenfolgen in der Mehrzahl der Fälle complicirtere allgemeine Zeichen.

Die bekannten Beziehungen eines mOn zu seinem zugehörigen ∞On , $m'O m'$, $m'O$ lassen sich ebenfalls sehr leicht durch die Projectionsmethode darstellen. Die unmittelbarsten sind die Beziehungen zur Gestalt ∞On , die die mittleren Kanten des mOn gerade abstumpft; sie sind in der Projection einfach abzulesen und die Gruppen von mOn , die in die Diagonalzonen der betreffenden ∞On fallen, auf der Axe a direct ersichtlich.

An der Hand der Projectionsmethode haben wir sonach, nicht allein, wie früher geschehen, die Zonen der Hauptkörper, sondern, von einem allgemeineren Gesichtspunkt ausgehend, die Zonenfolgen auf den Sectionslinien der Hauptkörper untersucht. Es ergaben sich für die bekannten mOn schickliche allgemeine Zeichen, und die Möglichkeit ihrer Einreihung in den allgemeinen Zonenzusammenhang des Systems trat hervor. Es wird von Interesse sein, derartige Untersuchungen auch auf die anderen Systeme, namentlich auf das hexagonale, auszudehnen.

Heidelberg, 6. Januar 1872.

Nachtrag.

Nach Vollendung vorstehender Arbeit kam ich in Besitz weiterer Epidotkrystalle, an denen sich noch ferner vorfanden: $+4P4$, $+3/2P3/2$, $+3P3$, $1/3P\infty$. Hiervon sind $+3P3$ und $1/3P\infty$ neu, die Zahl der am Epidot beobachteten Gestalten erhöht sich

* Die von STRÜVER am Eisenkies entdeckten $\pm \pi^{16/3} O^{8/3}$ gehören solchen Nebenzonen an. Für unsere Sectionslinie von der bekannten Lage finden sich die Coordinaten des Schnittpunktes auf der Sectionslinie $2a : \infty b$ zu $2a : 4/3b$ und dem mOn kommt aus dieser Zone das einfachere allgemeine Zeichen $mO \frac{6m}{3m-4}$ zu.

somit auf 75, und am Sulzbacher Epidotvorkommen sind davon 31 nachgewiesen.

Beide Gestalten sind für die Ergänzung der Formenreihe des Epidots werthvolle Entdeckungen.

$\triangle = a : \frac{1}{3}b : c = +3P\bar{3}$ ist durch Zonenverband bestimmt und liegt in den Zonen $\infty P\bar{\infty} : +P$. C. d. Z. $a : ob$
und $+2P : \infty P'$. C. d. Z. $\frac{1}{4}a : \frac{1}{4}b$.

Weitere Zonen ergeben sich durch Eintragen der Sectionslinien von $+3P\bar{3}$ in die Projection. Von den $+mPm$ wären somit die Glieder von 1 bis 6, ausserdem die Gestalten mit Werthen von $m = \frac{3}{2}$, $m = 17$ bekannt.

Zur Ableitung wurden gemessen $oP : +3P\bar{3} = 95^{\circ}42'$

$\infty P\bar{\infty} : +3P\bar{3} = 166^{\circ}52'$.

Diese Winkel berechnen sich zu $95^{\circ}49'22''$ und $166^{\circ}45'48''$.

Ferner finden sich nach Rechnung

$$X = 13^{\circ}14'12''$$

$$Y = 81^{\circ}50'29''$$

$$Z = 84^{\circ}10'38''$$

$$\mu = 51^{\circ}42'$$

$$\nu = 63^{\circ}42'$$

$$\varrho = 10^{\circ}27'32''$$

$$\sigma = 11^{\circ}54'28''.$$

$\Sigma = \infty a : 5b : c = \frac{1}{5}P\bar{\infty}$ ist ein Glied der Zone $oP : \infty P\bar{\infty}$.

Gemessen an 2 Krystallen $oP : \frac{1}{5}P\bar{\infty} = 161^{\circ}48'$ und $56'$.

Nach Rechnung $= 161^{\circ}55'55''$.

Ferner hat man $\frac{1}{5}P\bar{\infty} : \frac{1}{5}P\bar{\infty}$ über $oP = 143^{\circ}51'50''$

$\frac{1}{5}P\bar{\infty} : \frac{1}{5}P\bar{\infty}$ über $\infty P\bar{\infty} = 36^{\circ} 8'10''$

$\frac{1}{5}P\bar{\infty} : \infty P\bar{\infty} = 114^{\circ} 3'56''$.

Durch Eintragen der Sectionslinien von $\frac{1}{5}P\bar{\infty}$ resultiren mehrere interessante Zonen, von denen zwei hier näher erörtert werden müssen.

1. Zonenpunkt, gebildet von Σ, ϑ, c . Coordinaten $-\frac{4}{3}a : 5b$.

2. Zonenpunkt, gebildet von Σ, λ, η . Coordinaten $-10a : 5b$.

Die hohe Bedeutung dieser Zonen liegt auf der Hand. Durch

sie werden $\vartheta = -\frac{3}{4}P\bar{\infty}$ und $\lambda = -\frac{1}{15}P$, für die in der vorstehenden Abhandlung auf Grund der beobachteten Gestalten nur je eine Zone angegeben werden konnte, jetzt in den Deductions-zusammenhang des Ganzen aufgenommen; sie sind durch dessen Zonenzusammenhang gegeben und die Richtigkeit ihrer Werthe dadurch verbürgt, ein Umstand, der für die Pyramide $-\frac{1}{15}P$ ganz besonders wichtig ist.

Von den Klinodomen bliebe nur noch $\frac{1}{4}P\bar{\infty}$ aufzufinden, um eine absteigende Reihe von $P\bar{\infty}$ bis $\frac{1}{6}P\bar{\infty}$ zu vollenden.

Fig. 1

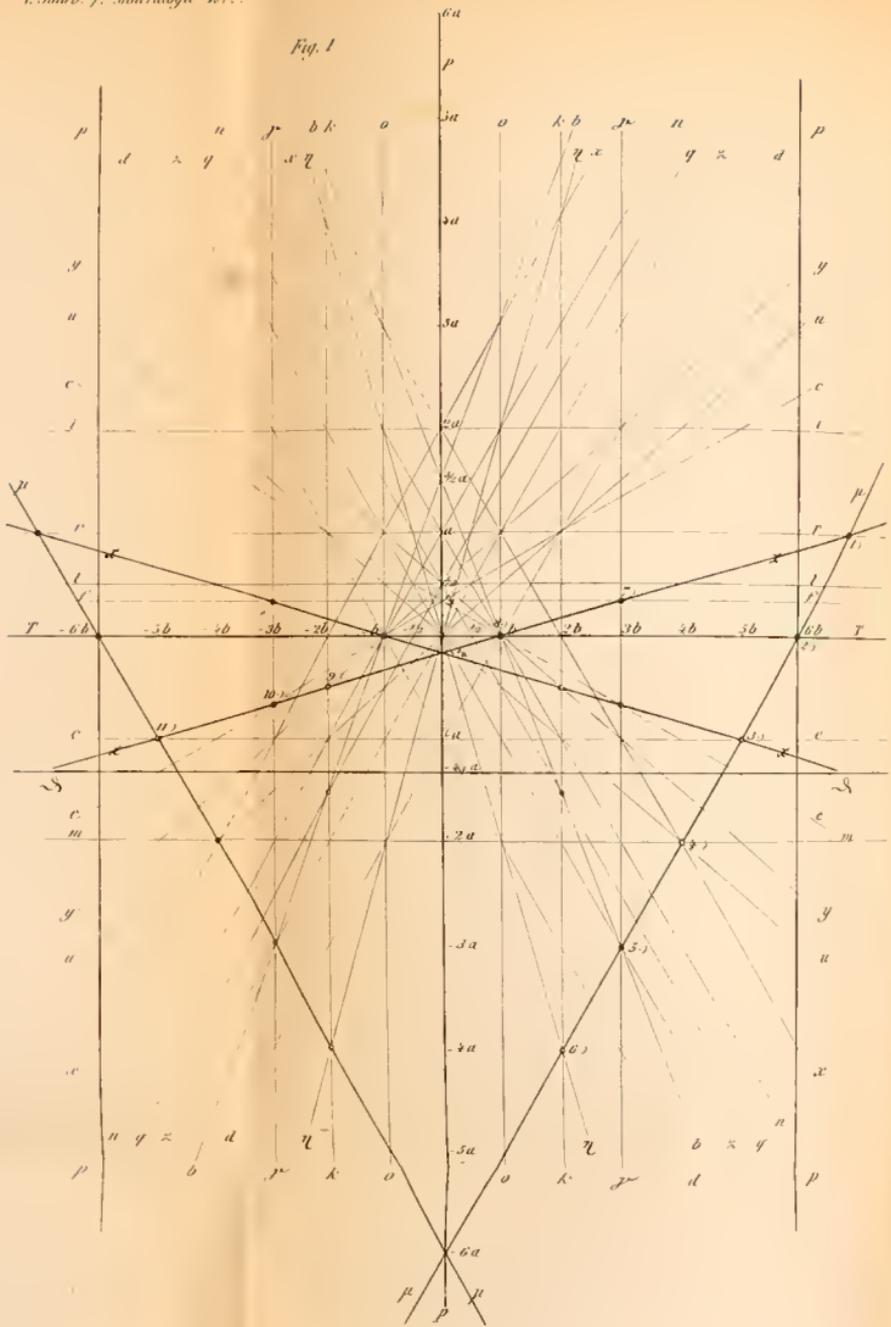


Fig. 3

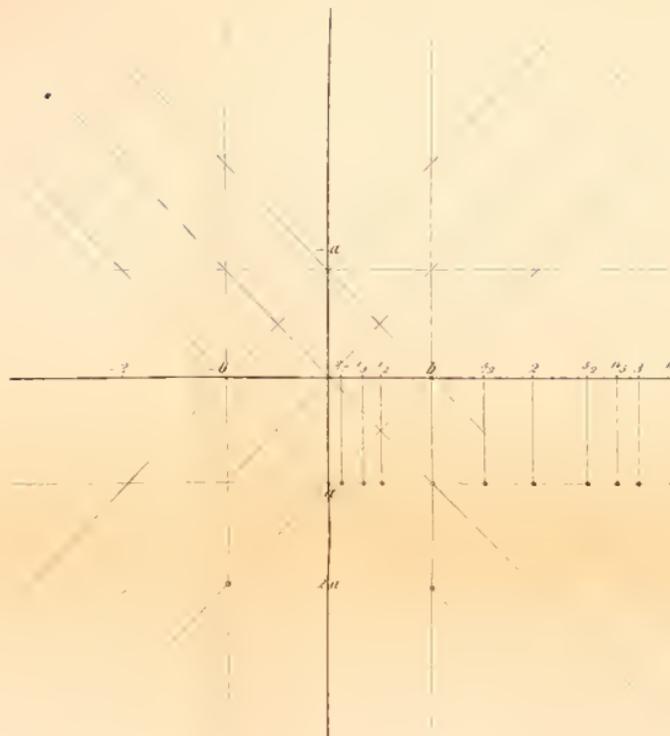
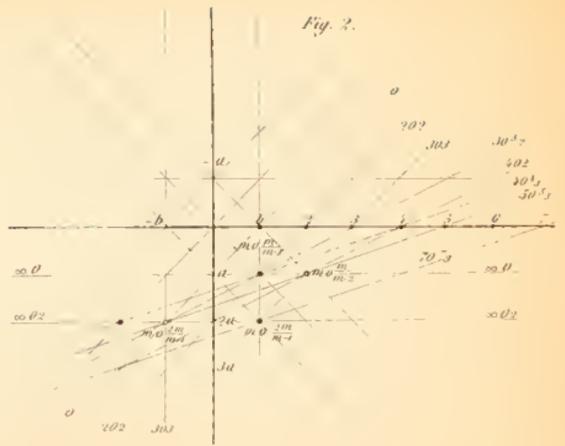


Fig. 2



ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: [Neues Jahrbuch für Mineralogie, Geologie und Paläontologie](#)

Jahr/Year: 1872

Band/Volume: [1872](#)

Autor(en)/Author(s): Klein Carl

Artikel/Article: [Mineralogische Mittheilungen 113-134](#)