

# Die Zonen des Baryts

Objektyp: **Chapter**

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

Band (Jahr): **49 (1959)**

PDF erstellt am: **18.07.2024**

## **Nutzungsbedingungen**

Die ETH-Bibliothek ist Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Inhalten der Zeitschriften. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern.

Die auf der Plattform e-periodica veröffentlichten Dokumente stehen für nicht-kommerzielle Zwecke in Lehre und Forschung sowie für die private Nutzung frei zur Verfügung. Einzelne Dateien oder Ausdrucke aus diesem Angebot können zusammen mit diesen Nutzungsbedingungen und den korrekten Herkunftsbezeichnungen weitergegeben werden.

Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Die systematische Speicherung von Teilen des elektronischen Angebots auf anderen Servern bedarf ebenfalls des schriftlichen Einverständnisses der Rechteinhaber.

## **Haftungsausschluss**

Alle Angaben erfolgen ohne Gewähr für Vollständigkeit oder Richtigkeit. Es wird keine Haftung übernommen für Schäden durch die Verwendung von Informationen aus diesem Online-Angebot oder durch das Fehlen von Informationen. Dies gilt auch für Inhalte Dritter, die über dieses Angebot zugänglich sind.

Drittel, während 110 noch mit nahezu einem Siebentel an der Oberflächenbegrenzung teilhat. Bei den Baryttrachten der Ausbildung « tafelig nach 001 und gestreckt nach der b-Achse » wird die Basis noch gewichtiger und 110 mißt von der Raumbegrenzung mehr als ein Viertel. So prägen die andern Formen – es sind bloß 011 und 102 noch auszunehmen – kaum den Habitus mit, wie dieses auch für die Kristalle der ersterwähnten Ausbildungstendenz gilt. Von den übrigen Typen: *tafelig nach 001 und gestreckt nach der a-Achse* (77 Atlasbilder; die Anzahl der entsprechenden Figuren ist in den Klammern angegeben), *prismatisch nach der a-Achse* (74), *prismatisch nach der b-Achse* (82), *prismatisch nach der c-Achse* (60) und *kugelig isometrisch* (22) fallen vor allem die letzteren auf, da sie nur 3,6 % der studierten Baryte ausmachen.

Schließlich verdient noch Beachtung, daß auch kleine Flächen häufig die Barytkristalle bilden. Die Summe der k-Zahlen übersteigt mit 2650 jene der g auch noch, nachdem letztere mit drei multipliziert wurde ( $877 \times 3$ ). Von der für die Auswertung angelegten Tabelle fielen alle jene Formen weg, welche darin als g, m oder k zusammen nicht wenigstens 15mal Aufnahme fanden. Diese – es sind nach abnehmender Wichtigkeit 205, 154, 105, 116, 021, 312, 916, 035, 1.16.16, 166, 188, 155 – würden das Total 6537 ( $= g \times 3 + m \times 2 + k$ ), welches aus den 616 untersuchten Kristallen folgt, nur um 103 auf 6640 erhöhen.

## D. Die Zonen des Baryts

Nach P. Niggli entsprechen die Achsen der stärkstbesetzten Zonen eines Kristalls den Hauptbindungsrichtungen im Punktgitter. Zu je zweien – bisweilen sind es auch mehr – bestimmen die kräftigsten dieser letzteren die Lage der wichtigsten Wachstumsflächen. Die Klarlegung des gegenseitigen Verhältnisses von Zonen und Flächen ist somit eine Grundaufgabe der beschreibenden Kristallographie.

### 1. Die Erfassung der Barytformen durch eine Mindestzahl von Zonen

Die schematische Dreiecksprojektion der Fig. 11 umfaßt alle in Tab. 2 aufgeführten Barytformen, gleichgültig, ob sie sich an den Atlasfiguren vorfinden oder nicht. Ihre Zugehörigkeit zu den verschiedenen Persistenzgraden ist durch besondere Zeichen angegeben. Um die Figur nicht zu überlasten, wurden die individuellen Formen (Tab. 6) mit den am Atlasmaterial nicht nachgewiesenen (Tab. 2, L. Nr. mit <sup>o</sup>) zusammengenommen. Im allgemeinen sind sie durch ein kurzes, quer zur Zonengerade gezogenes Strichlein angegeben. Liegen sie aber im

Schnittpunkt zweier oder gar mehrerer Zonen, so werden sie durch ein leeres Kreislein vermerkt.

Sofort zeigt sich, daß die 278 Flächenpole im Projektionsdreieck (Fig. 11) nicht regellos verteilt sind, sondern sich in überwiegender Mehrzahl verhältnismäßig wenigen Zonengeraden einordnen.  $[100]$ ,  $[1\bar{1}0]$ ,  $[010]$  und  $[001]$  springen in die Augen. Sie umfassen – bis auf die Bipyramide 122 – die Gesamtheit der überindividuellen Formen (Tab. 9) und zählen 62 % des ganzen Formenbestandes. Darum drängt

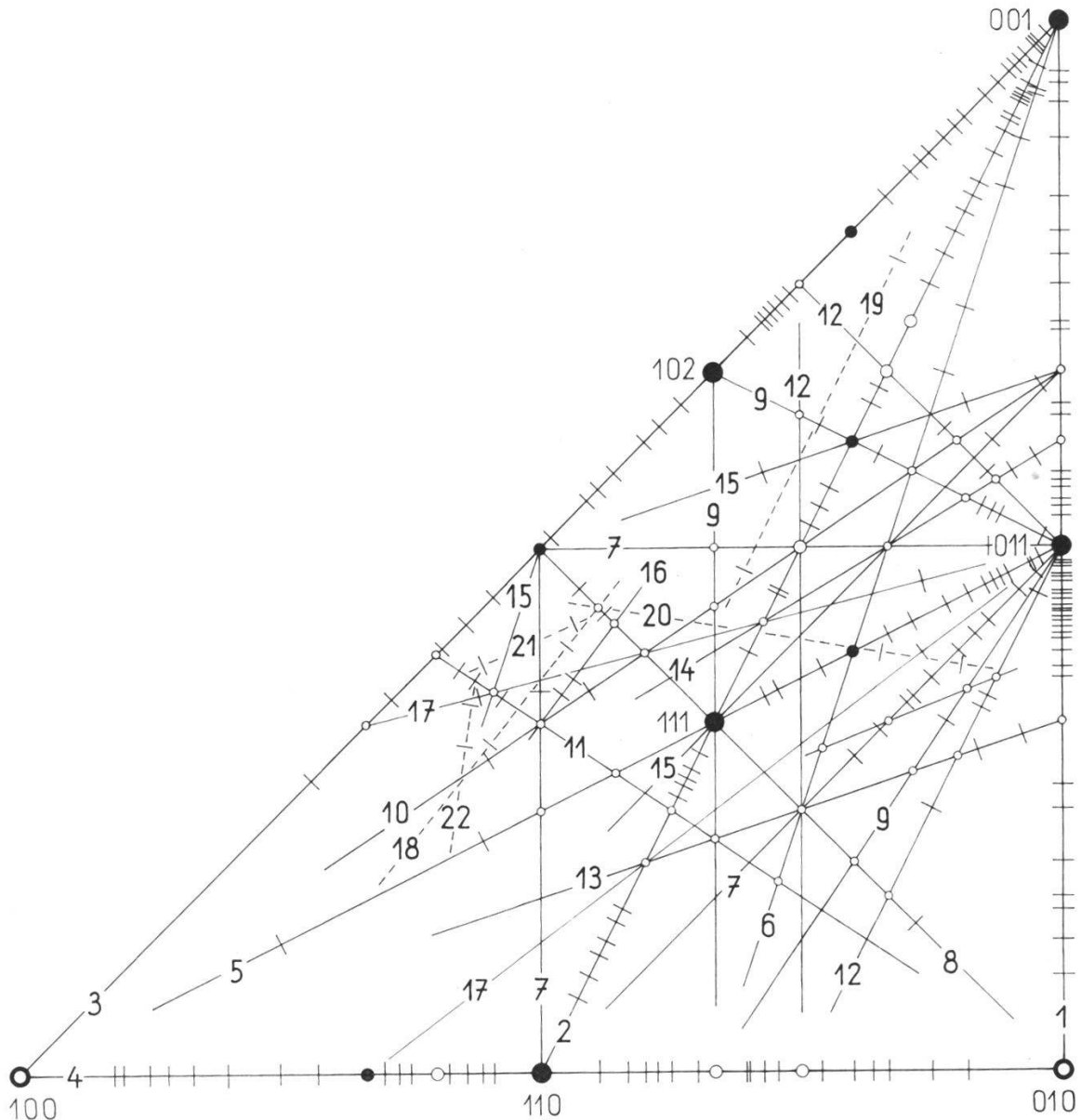


Fig. 11. Schematische Dreiecksprojektion. Die nummerierten Zonen 1-22 fangen die 278 Barytflächen (S. 151 f.) vollzählig ein und sind zumeist nur ein gewisses Stück ausgezogen. Beträgt  $Z_{fl}$  (Tab. 10) nicht mehr als zehn, so erscheinen die Geraden gestrichelt.

sich die Frage auf, ob nicht sämtliche Barytformen durch wenige, aber möglichst gutbesetzte Zonen einzufangen wären. Um die Sachlage abzuklären, wurde auf einer großen, genauen Zeichnung (Dreieckseite  $100 \rightarrow 010 = 50$  cm) ein Lineal derart verschoben, daß es zahlreiche Pole berührte, namentlich solche, die auf keiner zuvor gezogenen Zone lagen. Hierbei war allerdings zu bedenken, daß keine Transversale des Dreiecks die ganze Zone veranschaulicht, ja nicht einmal die halbe Zone, mit der sich wegen der Zentrosymmetrie des Baryts die Beschreibung begnügen kann. Immerhin erfaßt jede durch einen Eckpunkt gehende Transversale sämtliche der entsprechenden Zone zugehörigen Formen. Damit aber auch alle der Halbzone eigenen Flächen erhalten werden, müssen die zwischen den Enden der Transversale gelegenen Pole doppelt gezählt werden, wobei natürlich das Vorzeichen der auf bestimmte Achsen bezogenen Indizes zu wechseln ist. Eine Halbzone allgemeiner Art  $[uvw]$ , welche zwei Dreieckseiten der Fig. 11 beliebig schneidet, setzt sich aus drei Stücken zusammen. Ist sie beispielsweise durch die Pole  $hk0$  und  $0x\lambda$  bestimmt, so geht sie auch durch die Fläche  $h\bar{x}.0.k\lambda$  und zerfällt damit in die drei Strecken  $hk0 \rightarrow 0x\lambda$ ;  $0x\lambda \rightarrow h\bar{x}.0.k\lambda$ ;  $h\bar{x}.0.k\lambda \rightarrow \bar{h}\bar{k}0$ .  $\bar{h}\bar{k}0$  gehört als parallele Gegenfläche von  $hk0$  nicht mehr zur angenommenen Halbzone. Das zweite und das dritte Stück liegen außerhalb des Projektionsdreiecks, werden aber durch die Transversalen  $0x\lambda \rightarrow hx.0.k\lambda$  und  $hx.0.k\lambda \rightarrow hk0$  (diese Fläche nicht mehr gezählt) vollwertig vertreten. Natürlich sind die Vorzeichen der Flächenindizes dieser beiden Teile sinngemäß zu ändern.

Tab. 10 führt die 22 numerierten Zonen an, die in Fig. 11 – ausgezogen oder gestrichelt – streckenweise eingetragen sind. Die Dreiecksprojektion kennzeichnet nur wenige der 278 Formen mit ihren Symbolen. Alle werden sie jedoch durch die zu jeder Zone notierten Flächensymbole bestimmt. Die betreffende Flächenmenge  $Z_{fl}$  – die Zonen wurden nach dieser Größe numeriert – jeder Halbzone folgt als erste Zahl hinter der Formenaufzählung (z. B. Nr. 1,  $Z_{fl}$  100). Hernach findet sich die Formenzahl  $Z_{fo}$ . Bei einer Zone, deren Symbolisierung eine oder zwei Nullen aufweist, ist  $Z_{fl}$  um 2 kleiner als das Doppelte von  $Z_{fo}$  (z. B. Nr. 3). Von der zweiten Zone ab stellen sich überall Formen ein, die schon zuvor notiert waren und darum beim zweiten, dritten Auftreten usw. mit dem Zeichen \* versehen sind. Bei  $Z_{fo}$  und den folgenden Bezeichnungen erscheint eine zweite Zahl – von der ersten durch Komma getrennt – welche die Menge der neuen

Formen nennt (z. B. Nr. 2,  $Z_{fo}$  45,44). Schließlich wird angegeben, wie viele der Formen den verschiedenen Persistenzgraden angehören (I, II, III, IV, V) oder an den Atlasfiguren fehlen (nb).

*Tab. 10. Die versuchte Mindestzahl der Barytzenen mit ihren Formen*

1.  $[100]$ : 010, 0.10.1, 071, 0.11.2, 051, 041, 031, 083, 021, 053, 085, 032, 0.10.7, 075, 0.15.11, 043, 0.17.13, 097, 0.14.11, 054, 0.11.9, 065, 0.13.11, 087, 098, 0.10.9, 0.14.13, 0.17.16, 0.20.19, 011, 089, 067, 056, 045, 079, 034, 023, 035, 047, 012, 0.5.12, 025, 013, 027, 014, 015, 018, 0.1.12, 0.1.16, 0.1.20, 001.  $Z_{fl}$  100;  $Z_{fo}$  51, 51. I 2, 2; II 1, 1; V 22, 22; nb 26, 26.

2.  $[1\bar{1}0]$ : 110, 20.20.3, 551, 441, 772, 331, 19.19.7, 221, 332, 775, 443, 997, 21.21.17, 887, 111, 334, 223, 335, 10.10.17, 112, 6.6.13, 337, 225, 113, 227, 4.4.15, 114, 115, 116, 117, 118, 119, 1.1.10, 1.1.11, 1.1.14, 1.1.17, 1.1.19, 1.1.20, 1.1.24, 1.1.25, 1.1.26, 1.1.27, 2.2.63, 1.1.46, 001\*.  $Z_{fl}$  88;  $Z_{fo}$  45, 44. I 3, 2; III 1, 1; IV 3, 3; V 13, 13; nb 25, 25.

3.  $[010]$ : 100, 18.0.7, 201, 905, 302, 22.0.15, 403, 605, 101, 23.0.24, 506, 405, 304, 203, 508, 407, 102, 307, 205, 19.0.48, 5.0.13, 308, 4.0.11, 7.0.20, 103, 104, 105, 106, 2.0.13, 107, 108, 109, 1.0.10, 1.0.13, 1.0.16, 1.0.20, 1.0.22, 1.0.25, 1.0.30, 1.0.40, 1.0.44, 1.0.50, 1.0.80, 001\*.  $Z_{fl}$  86;  $Z_{fo}$  44, 43. I 2, 1; II 1, 1; III 2, 2; V 22, 22; nb 17, 17.

4.  $[001]$ : 100\*, 10.1.0, 910, 710, 610, 510, 410, 310, 520, 210, 13.7.0, 740, 530, 320, 10.7.0, 430, 540, 650, 110\*, 450, 570, 230, 7.11.0, 350, 7.13.0, 120, 10.23.0, 370, 250, 380, 130, 3.10.0, 140, 290, 150, 170, 1.10.0, 010\*.  $Z_{fl}$  74;  $Z_{fo}$  38, 35; I 1, 0; II 2, 0; III 1, 1; IV 3, 3; V 13, 13; nb 18, 18.

5.  $[01\bar{1}]$ : 100\*, 611, 522, 211, 322, 111\*, 455, 344, 355, 122, 255, 133, 144, 155, 166, 177, 188, 199, 1.15.15, 1.16.16, 1.22.22, 011\*.  $Z_{fl}$  42;  $Z_{fo}$  22, 19. I 2, 0; II 1, 0; III 1, 1; V 9, 9; nb 9, 9.

6.  $[2\bar{1}0]$ : 120\*, 362, 121, 364, 122\*, 123, 124, 126, 128, 1.2.16, 1.2.24, 1.2.40, 1.2.44, 001\*.  $Z_{fl}$  26;  $Z_{fo}$  14, 11. I 1, 0; III 1, 0; IV 1, 0; V 4, 4; nb 7, 7.

7.  $[1\bar{1}1]$ : 110\*, 121\*, 253, 7.20.13, 132, 3.10.7, 275, 143, 154, 165, 176, 1.12.11, 1.19.18, 011\*,  $\bar{1}67$ ,  $\bar{1}23^*$ ,  $\bar{1}12^*$ ,  $\bar{2}13$ ,  $\bar{1}01^*$ ,  $\bar{1}\bar{1}.3.8$ ,  $\bar{3}\bar{1}2$ ,  $\bar{2}\bar{1}\bar{1}^*$ .  $Z_{fl}$  22;  $Z_{fo}$  22, 15. I 2, 0; III 1, 0; IV 1, 0; V 11, 9; nb 7, 6.

8.  $[10\bar{1}]$ : 010\*, 151, 141, 131, 121\*, 111\*, 212, 313, 727, 414, 616, 101\*.  $Z_{fl}$  22;  $Z_{fo}$  12, 8. I 1, 0; II 1, 0; III 1, 0; V 9, 8.

9.  $[2\bar{1}\bar{1}]$ : 120\*, 131\*, 142, 153, 164, 011\*,  $\bar{1}.25.27$ ,  $\bar{1}79$ ,  $\bar{1}68$ ,  $\bar{1}57$ ,  $\bar{1}46$ ,  $\bar{1}\bar{2}4^*$ ,  $\bar{3}.4.10$ ,  $\bar{1}\bar{1}3^*$ ,  $\bar{3}\bar{2}8$ ,  $\bar{2}\bar{1}5$ ,  $\bar{1}\bar{0}2^*$ ,  $\bar{2}\bar{1}3^*$ ,  $\bar{3}\bar{2}4$ ,  $\bar{1}\bar{1}\bar{1}^*$ ,  $\bar{3}\bar{4}2$ .  $Z_{fl}$  21;  $Z_{fo}$  21, 13. I 3, 0; III 1, 0; IV 1, 0; V 11, 9; nb 5, 4.

10.  $[0\bar{2}1]$ : 100\*, 11.3.6, 312\*, 524, 212\*, 324\*, 112\*, 124\*, 136, 1.16.32, 012\*.  $Z_{fl}$  20;  $Z_{fo}$  11, 4. II 1, 0; IV 1, 0; V 9, 4.

11.  $[20\bar{3}]$ : 010\*, 362\*, 342\*, 332\*, 322\*, 312\*, 15.3.10, 614, 916, 15.1.10, 302\*.  $Z_{fl}$  20;  $Z_{fo}$  11, 4. II 1, 0; V 7, 4; nb 3, 0.
12.  $[3\bar{1}1]$ : 130\*, 141\*, 152, 163, 2.15.9, 185, 196, 1.23.20, 011\*,  $\bar{1}69$ ,  $\bar{1}58$ ,  $\bar{1}36^*$ , 2.5.11,  $\bar{1}14^*$ ,  $\bar{1}03^*$ ,  $\bar{2}\bar{1}5^*$ ,  $\bar{1}\bar{1}2^*$ ,  $\bar{1}\bar{2}1^*$ .  $Z_{fl}$  18;  $Z_{fo}$  18, 9. I 1, 0; IV 3, 0; V 9, 5; nb 5, 4.
13.  $[0\bar{1}2]$ : 100\*, 221\*, 342\*, 121\*, 142\*, 163\*, 3.22.11, 1.16.8, 021\*.  $Z_{fl}$  16;  $Z_{fo}$  9, 2. II 1, 0; V 5, 0; nb 3, 2.
14.  $[0\bar{3}2]$ : 100\*, 223\*, 123\*, 146\*, 169\*, 1.8.12, 1.16.24, 023\*.  $Z_{fl}$  14;  $Z_{fo}$  8, 2. II 1, 0; V 7, 2.
15.  $[1\bar{2}1]$ : 210\*, 111\*, 123\*, 159, 012\*,  $\bar{1}37$ ,  $\bar{1}13^*$ ,  $\bar{2}14$ ,  $\bar{1}01^*$ ,  $\bar{6}\bar{1}4^*$ .  $Z_{fl}$  10;  $Z_{fo}$  10, 3. I 1, 0; III 3, 0; V 3, 0; nb 3, 3.
16.  $[1\bar{3}0]$ : 310\*, 312\*, 12.4.9, 15.5.12, 313\*, 001\*.  $Z_{fl}$  10;  $Z_{fo}$  6, 2. I 1, 0; V 4, 1; nb 1, 1.
17.  $[1\bar{2}\bar{2}]$ : 201\*, 14.2.9, 614\*, 212\*, 223\*, 267, 011\*,  $\bar{2}76$ ,  $\bar{2}21^*$ ,  $\bar{2}10^*$ .  $Z_{fl}$  10;  $Z_{fo}$  10, 3. I 1, 0; III 1, 0; V 7, 3; nb 1, 0.
18.  $[1\bar{4}0]$ : 410\*, 28.7.16, 28.7.24, 414\*, 001\*.  $Z_{fl}$  8;  $Z_{fo}$  5, 2. I 1, 0; V 4, 2.
19.  $[\bar{5}\bar{5}.66.5]$ : 650\*, 7.5.11, 11.5.55.  $Z_{fl}$  3;  $Z_{fo}$  3, 2. V 1, 1; nb 2, 1.
20.  $[52.36.\bar{6}\bar{1}]$ : 414\*, 7.17.16, 3.16.12.  $Z_{fl}$  3;  $Z_{fo}$  3, 2. V 2, 1; nb 1, 1.
21.  $[23.78.\bar{4}\bar{4}]$ : 10.1.7; 36.8.33.  $Z_{fl}$  2;  $Z_{fo}$  2, 2. V 1, 1; nb 1, 1.
22.  $[\bar{1}\bar{4}\bar{5}.245.176]$ : 56.8.35, 55.11.30.  $Z_{fl}$  2;  $Z_{fo}$  2, 2. V 2, 2.

Ein Blick auf Tab. 10 zeigt, daß die vier ersten Zonen besonders reich entwickelt sind und im Mittel je 43 neue Formen aufweisen, wogegen bei den Zonen 6 bis 9 die Zahl der neu hinzugekommenen Formen auf rund ein Viertel reduziert ist. Nr. 5 nimmt eine ausgesprochene Mittelstellung ein. Die 8 folgenden Halbzononen, die mit ca. 15 Flächen bereits zu den schwachbesetzten Zonen überleiten, führen insgesamt nur noch 29 neue Formen. Es hält übrigens gar nicht schwer, Halbzononen zu finden, denen trotz verhältnismäßig komplizierten Symbolen ungefähr ein Dutzend Flächen zukommen. Genannt seien z. B.  $[30\bar{1}]$  mit 16 –  $[20\bar{1}]$  und  $[3\bar{1}0]$  mit 14 –  $[4\bar{1}1]$  mit 13 –  $[1\bar{2}0]$ ,  $[0\bar{2}3]$ ,  $[2\bar{3}1]$  und  $[21\bar{3}]$  mit 12 –  $[2\bar{4}1]$  und  $[2\bar{2}1]$  mit 11 Flächen. Gemäß dem oben angeführten Anordnungsprinzip würden sich  $[30\bar{1}]$  gerade vor Nr. 14 und die neun andern unmittelbar nachher in Tab. 10 einfügen. Die Zonen 18 bis 22 weisen mit einer Ausnahme sehr komplizierte Indizes auf.

Sie wurden willkürlich gewählt, um die 10 restlichen Formen zu erfassen. Diese ließen sich selbstverständlich durch andere Zonen einfangen, denn es ist ja immer möglich, zwei nicht eingereihte Formen zonar zu verbinden.

Es ist interessant, die obige Fig. 11 mit P. Niggli's Dreiecksprojektion der Fig. 231 (32, II, Baryt zusammen mit Anglesit) zu vergleichen. Gemeinschaftlich sind 12 Zonen:  $[100]$ ,  $[1\bar{1}0]$ ,  $[010]$ ,  $[001]$ ,  $[0\bar{1}1]$ ,  $[2\bar{1}0]$ ,  $[1\bar{1}1]$ ,  $[10\bar{1}]$ ,  $[2\bar{1}1]$ ,  $[0\bar{2}1]$ ,  $[3\bar{1}1]$  und  $[0\bar{1}2]$ . Dagegen stehen  $[4\bar{1}0]$ ,  $[2\bar{3}0]$ ,  $[20\bar{1}]$ ,  $[40\bar{1}]$  nur bei Niggli, während – von den vier komplizierten Zonen 19 bis 22 abgesehen –  $[20\bar{3}]$ ,  $[0\bar{3}2]$ ,  $[1\bar{2}1]$ ,  $[1\bar{3}0]$ ,  $[1\bar{2}2]$ ,  $[1\bar{4}0]$  in Tab. 10 aufgezeichnet sind.

Baumhauer (3,383) beschreibt – auch mit eingefügten « Komplikationen » – die « Primärreihen »  $110 \rightarrow 100 = [001]$ ,  $110 \rightarrow 010 = [001]$ ,  $011 \rightarrow 010 = [100]$ ,  $102 \rightarrow 001 = [010]$ ,  $111 \rightarrow 001 = [1\bar{1}0]$ ,  $111 \rightarrow 011 = [0\bar{1}1]$ ,  $111 \rightarrow 010 = [10\bar{1}]$ ,  $111 \rightarrow 101 = [10\bar{1}]$ ,  $120 \rightarrow 001 = [2\bar{1}0]$ ,  $130 \rightarrow 001 = [3\bar{1}0]$ ,  $102 \rightarrow 011 = [21\bar{1}]$ ,  $102 \rightarrow 010 = [20\bar{1}]$ . Weniger flächenreich sind  $[4\bar{1}0]$  und  $[5\bar{1}0]$ . Durch Kreuzung mehrerer Zonenstücke ergibt sich z. B. die primäre Reihe  $110 \rightarrow 011 = [1\bar{1}1]$ .

Henglein (20), welcher nach der von Goldschmidt (16) dargelegten Art die Zonen aufteilt und so die durch die Schwerspäte des Freiburger Bergreviers gegebenen Formen untersucht, führt in seiner Zonendiskussion 18 Reihen an.  $[221]$  findet sich zweimal vor und  $[001]$  ist in zwei Stücke aufgeteilt. Von den sechzehn Henglein-Zonen gehören also  $[100]$ ,  $[110]$ ,  $[010]$ ,  $[001]$ ,  $[011]$ ,  $[101]$ ,  $[211]$ ,  $[021]$ ,  $[203]$ ,  $[012]$  zu Fig. 11, während  $[201]$ ,  $[301]$ ,  $[601]$ ,  $[112]$ ,  $[221]$ ,  $[321]$  andere Tripel bezeichnen.

## 2. Die Persistenz der Zonen an den Barytfiguren des Atlas

Im vorhergehenden Abschnitt war von den Zonen die Rede, welche sich aus den Formen der Dreiecksprojektion (Fig. 11) ableiten lassen. Es ist nicht selbstverständlich, daß diese am Kristall wirklich in Erscheinung treten. Darum scheint es bedeutungsvoll zu sein, die Atlasfiguren des Baryts auf die Richtungen ihrer ausgebildeten Kanten zu prüfen. Von den 685 Darstellungen (Tab. 1), welche für die Kombinationspersistenz der Flächen ausgewertet wurden, eigneten sich 79 nicht zur Ermittlung der Kanten. Vor allem fielen die Verzerrungen und Parallelverwachsungen weg, weil gewisse Schnittlinien dem idealen Kristallbild z. T. fremd sind. So verblieben zur Zonenuntersuchung nur noch 606 Figuren. Für alle wurden die Indizes der auftretenden Kanten errechnet. Das Symbol  $[uvw]$  umfaßt die Gesamtheit aller parallelen und symmetriebedingten Richtungen. Für ihre Zählung usw. wurde genau wie bei den Formen vorgegangen (vgl. S. 111). Im gan-

zen ergaben sich 469 Zonenkombinationen vom Range 2 bis 19. Es gibt also deren 137 weniger als Figuren, da

405 37 8 9 1 6 2 1 Zonenkombinationen  
zu 1 2 3 4 5 6 7 12 Figuren gehören (vgl. S. 113). Daß nur 64 Zonenkombinationen (= *Zo-Kombinationen*) zwei oder mehreren Figuren zukommen, mag auffallen. Bei den Formenkombinationen (= *Fo-Kombinationen*) waren es nämlich 77 (Tab. 3). Es ist aber zu beachten, daß Figuren mit den gleichen Formen sich in der Zahl der Zonen mehrmals unterscheiden. Die 24 Bilder der S. 114 ff. ausführlich besprochenen Fo-Kombination 001,011,102,110 – drei fielen für die Zonenberechnung weg – ergaben 6 verschiedene Zo-Kombinationen des Ranges 4-6.

An den 469 Zo-Kombinationen beteiligen sich 210 Zonen. Ihre Zahl ist um 57 höher als die der Formen, welche an den Atlasfiguren festgestellt wurden (Tab. 6). Die Symbole beider weichen merklich voneinander ab, indem den Kanten und Formen bloß 65 gemeinsam sind<sup>1</sup>. In Tab. 11 sind alle 210 Zonen aufgeführt. Sie folgen sich nach abnehmender Häufigkeit des Auftretens ( $S_z$ ). Auch ist angegeben, mit welcher Zahl sie sich an den einzelnen Rängen beteiligen. Um die Tabelle zu vereinfachen, sind die seltenern Zonen mit gleichem  $S_z$ -Wert zusammengenommen (vgl.  $\alpha$ ,  $\beta$  ...  $\zeta$ ). Insgesamt treten die 210 Zonen 4147 mal auf. Demgemäß haben die 469 Zo-Kombinationen im Mittel 8,84 Zonen (vgl. S. 116).

<sup>1</sup> Der Vergleich jener Tripel, welche den Formen und Zonen gemeinsam sind, könnte zu einer interessanten Untersuchung Anlaß geben. Hier seien lediglich einige sich aufdrängende Bemerkungen angeführt. Wenn die Werte der Tabellen 9(M-Persistenzen), 10(Zahl  $Z_{fl}$  der Flächen), 11(Zonenpersistenz), 13(Prozente am Total der Kanten) und die Wichtigkeit der Formen als Kristallbegrenzung (S. 150 f.) in Anschlag gebracht werden, eignet den gemeinsamen Indizes (g. I.) ein ganz anderes Verhalten. Wenige derselben behaupten sich durchgehend. An erster Stelle verdienen 110 und 001 genannt zu werden. Dem Symbol 001 kommt ja als Form eine überragende Stellung zu, wogegen es als Zone hinter 110 eher etwas zurücktritt. Zu den zwei genannten g. I. stoßen – nach abnehmendem M notiert – 011,111,010,100,101 und 210. Daneben gibt es eine ganze Reihe Tripel, die nur als Form bedeutungsvoll sind, z. B. 102,122, 104,113,320,130,112,114,115 und 120. Hier sticht das Symbol 102 mit  $M = 88,0$  hervor, weil es als Zone nirgends erscheint. Den zehn soeben erwähnten g. I. können 211,221,201,411,121,231,311 und 241 (alles überindividuelle Zonen, nach abnehmendem  $P_z$ ) gegenübergehalten werden, da sie im Formencharakter fast vollständig verschwinden.



Tab. 11. Die Zonen der Barytfiguren des Atlas mit ihrer Beteiligungszahl an den einzelnen Kombinationsrängen und der Zonenpersistenz; die selteneren Zonen mit gleicher Auftretenszahl sind zusammengekommen

NB. Die den Zonen und Formen gemeinsamen Tripel sind mit \* oder ° versehen, das letztere Zeichen nennt die an den Atlasfiguren nicht belegten Flächen (vgl. Tab. 2)

Zonen	Zahl des Auftretens der Zonen in den Kombinationen vom Range n =																			S <sub>Z</sub>	P <sub>Z</sub>
	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19			
010*	.	9	27	21	43	46	55	57	45	30	40	18	18	6	7	2	6	1	431	91,9	
100*	.	8	20	19	35	44	51	55	43	30	36	18	19	7	7	2	7	1	402	85,7	
110*	1	6	17	11	31	36	43	51	43	31	39	19	19	7	7	3	7	1	372	79,3	
001*	2	7	17	14	27	37	47	47	41	30	38	15	18	7	7	3	6	1	364	77,6	
211°	.	1	11	6	25	26	40	44	39	27	34	16	16	6	7	2	6	1	307	65,5	
011*	.	3	5	6	20	26	35	47	38	30	35	19	18	7	7	3	6	.	305	65,0	
111*	.	1	10	15	27	30	36	29	26	15	20	12	13	7	5	1	3	1	251	53,5	
221°	.	2	6	9	19	25	25	41	30	18	26	14	13	7	5	3	6	.	249	53,1	
101*	.	1	4	2	8	8	8	5	11	13	16	8	7	2	3	3	6	1	106	22,6	
201*	.	1	1	.	3	8	5	12	11	15	15	13	7	3	2	3	3	1	103	22,0	
411	.	.	2	2	7	3	4	17	10	12	18	8	8	3	3	1	4	1	103	22,0	
121*	.	.	.	1	1	8	16	9	9	8	14	9	5	4	2	.	5	1	92	19,6	
210*	.	.	.	.	2	5	5	10	13	12	17	6	10	1	1	3	4	.	89	19,0	
231	.	.	2	1	5	4	11	11	12	4	9	5	9	3	3	2	5	.	86	18,3	
311	.	.	.	.	.	3	5	5	8	13	12	12	9	4	5	1	5	.	82	17,5	
241	.	.	1	.	2	6	8	9	3	4	9	4	4	3	4	.	3	.	60	12,8	
401	.	.	.	1	.	1	1	2	5	10	4	3	4	1	4	1	5	1	43	9,2	
431	.	.	.	.	.	2	4	11	8	3	6	2	3	.	1	1	1	1	42	9,0	
621	.	.	.	.	.	.	.	2	5	4	8	3	5	2	1	2	.	.	32	6,8	
312*, 441*	.	.	1	3	5	4	8	8	4	4	8	2	4	1	3	.	1	.	2 × 28	6,0	
120*	1	1	2	1	1	2	5	2	2	.	2	2	2	.	.	.	1	.	24	5,1	

301, 310*, 321	.	.	.	1	1	4	4	7	2	8	9	5	7	1	3	2	5	1	3 × 20	4,3
232	.	.	.	2	3	1	3	1	3	.	6	1	1	1	.	.	1	1	19	4,1
421	.	1	.	.	1	1	3	1	3	.	4	.	3	1	1	1	1	1	17	3,6
361	.	.	.	1	2	2	1	1	2	1	2	1	.	2	1	.	.	.	15	3,2
031*	.	.	.	1	1	3	2	2	2	.	1	.	.	2	1	.	1	.	14	3,0
412	.	.	1	.	.	.	.	.	1	.	1	1	2	2	2	.	3	.	13	2,8
501	.	1	1	2	1	1	.	1	.	.	1	2	.	1	2	.	.	1	12	2,6
041*, 510°, 130*	.	.	2	.	5	1	3	2	1	4	4	3	1	1	3	1	1	.	3 × 11	2,3
112*, 212*	.	.	.	.	2	2	1	3	3	2	2	2	2	2	1	.	1	.	2 × 10	2,1
511	.	1	.	.	.	.	.	.	1	1	2	.	1	2	.	.	1	.	9	1,9
122*, 512, 611°	.	.	.	.	.	2	3	3	1	3	3	4	2	2	2	1	1	.	3 × 8	1,7
α	.	.	.	.	1	2	1	5	7	3	4	3	2	1	.	1	.	.	5 × 6	1,3
β	.	.	.	1	1	1	1	3	4	4	8	4	5	.	3	3	2	.	8 × 5	1,1
γ	.	.	1	1	1	2	.	.	1	1	3	1	2	2	1	.	.	.	4 × 4	0,9
δ	.	1	1	1	2	5	3	7	10	2	10	5	4	2	1	2	4	.	20 × 3	0,6
ε	.	.	1	2	5	4	4	7	7	1	11	3	12	2	1	1	5	.	33 × 2	0,4
ζ	.	.	1	1	6	7	7	6	5	12	15	4	11	3	6	3	10	3	100 × 1	0,2

α. 223\*, 334°, 332°, 532, 2.12.1

β. 012\*, 021\*, 051°, 061, 601, 410\*, 170\*, 190

γ. 243, 16.9.8, 641, 461

δ. 045\*, 810, 710°, 230\*, 140\*, 150\*, 134, 887\*, 10.2.5, 322°, 443°, 552, 331°, 14.32.7, 261, 551°, 831, 651, 481, 4.19.2

ε. 023\*, 032\*, 801, 16.1.0, 520°, 1.10.0\*, 114\*, 213°, 245, 133\*, 15.15.22, 779, 747, 445, 145.245.176, 998, 613, 776, 665,

7.14.8, 12.9.7, 453, 653, 352, 131\*, 853, 472, 10.18.5, 711, 631, 821, 2.13.1, 8.12.1

ζ. 0.12.5, 0.17.1, 104\*, 203\*, 17.0.1, 20.0.1, 22.1.0, 12.1.0, 910°, 610°, 10.3.0, 20.7.0, 5.11.0, 160, 113\*, 6.1.10, 538,

123\*, 8.6.13, 2.9.10, 559, 234, 313\*, 467, 535, 10.3.8, 413, 556, 614\*, 275°, 645, 465, 22.22.21, 12.5.8, 12.1.6, 766, 10.1.5,

475, 454, 364°, 253\*, 14.1.6, 6.12.7, 17.14.12, 10.3.5, 855, 623, 834, 654, 775°, 10.7.6, 16.7.8, 11.1.4, 754, 574, 10.12.7,

12.7.6, 854, 643, 463, 16.11.8, 522°, 432, 774, 14.12.7, 694, 16.15.8, 8.12.5, 452, 362°, 912, 13.7.4, 783, 141\*, 12.4.3,

6.10.3, 50.11.11, 932, 20.11.5, 10.3.2, 16.4.3, 521, 251, 531, 6.20.3, 541, 281, 10.1.1, 661, 13.1.1, 10.4.1, 14.1.1, 691, 12.4.1,

15.2.1, 981, 19.1.1, 4.16.1, 10.15.1, 14.15.1

Für jede Zone wurde die Persistenz berechnet ( $P_z$ ). Nur 16 haben überindividuellen Charakter ;

010,100,110,001 *Leitzonen*,  
 211,011,111,221 *Nebenleitzonen*,  
 keine *Spezialzonen* und  
 101,201,411,121,210,231,311,241 *Ergänzungszonen*.

Das gänzliche Fehlen der Spezialzonen ist auffallend. [221] als letzte der Nebenleitzonen besitzt 53,1 als  $P_z$ , während für die folgende Zone [401] nur noch 22,6 kommt. Die  $P_z$ -Sprünge sind hier viel ausgesprochener als bei den P- und F-Werten. 100 Zonen sind nur einmal belegt, 33 zwei- und 20 dreimal. 35 Zonen gehören dem  $P_z$ -Intervall 0,9-5, die restlichen 6 einem von 5-10 an.

Die Leitzonen sind identisch mit den vier Geraden, welche in Fig. 11 durch starke Flächenbesetzung hervortreten. Daß eine Umstellung erfolgt, ist begreiflich, da den beiden Bewertungen (Tab. 10, 11) nicht nur andere Gesichtspunkte, sondern auch andere Mengen zugrunde liegen. Von den 12 weiteren, überindividuellen Zonen wurden nur noch [211], [011], [111], [101], [121], [210], [311] ausgezogen.

Den Grund anzugeben, daß diese 16 Zonen – und nur diese und gerade in ihrer Reihenfolge – überindividuellen Charakter haben, ist keine leichte Aufgabe. Die Angabe der bloßen Flächenbesetzung, selbst unter Beschränkung auf Formen, die an den Atlasfiguren gezeichnet sind, bietet kein hinreichendes Maß. [221] wird in dieser Hinsicht von allen Ergänzungszonen, außer [121] und [241], erreicht und z. T. ziemlich übertroffen. So ist es gewissermaßen ein Zufall, daß die mittlere Flächenzahl der Leit-, Nebenleit- und Ergänzungszonen die abnehmende Reihe 44,  $15\frac{3}{4}$ ,  $11\frac{3}{8}$  ergibt (Tab. 12, Kol. 6). Es verdient jedoch Beachtung, daß bei den Leitzonen die  $P_z$ -Werte den Zahlen der Flächenbesetzung parallel verlaufen.

Daß hohe  $Z_o$ - und  $F_o$ -Persistenzen in enger Beziehung stehen, beweist die Zahl der ihr angehörenden überindividuellen Formen. In Tab. 12 sind diese neben den Zonensymbolen notiert und zwar in der gleichen Reihenfolge und Wiederholung, wie sie auf dem Zonenhalbkreis der stereographischen Projektion erscheinen (vgl. Tab. 10,  $Z_{fl}$  und  $Z_{fo}$ ). Mit I, II, III und IV ist der Persistenzcharakter der Formen angegeben. Um die durch die überindividuellen Formen gegebene Wichtigkeit der Zonen noch besser hervorzuheben, scheint es angebracht,

Tab. 12. Wichtige Charakteristiken zu den 16 überindividuellen Zonen

NB. Kol. 4 : M-Summe (Tab. 9) der Formen I-IV ;

Kol. 5 : Summe der V-Flächen (Tab. 10) ;

Kol. 6 : Summe der Flächen I-V (Tab. 10).

Zonen	überindividuelle Formen auf dem Zonenhalbkreis	Persistenzcharakter der überindividuellen Formen	Kol. 4	Kol. 5	Kol. 6	$P_z$
010	100,101,102,104,001...	I 3, II 1, III 4	481.5	44	52	91.9
100	010,011,001...	I 3, II 1	333.9	44	48	85.7
1 $\bar{1}$ 0	110,111,112,113,114,115,001...	I 4, III 2, IV 6	483.0	26	38	79.3
001	100,210,320,110,120,130,010...	I 2, II 2, III 2, IV 6	489.4	26	38	77.6
2 $\bar{1}$ 1	120,011, $\bar{1}$ 13, $\bar{1}$ 02, $\bar{1}$ $\bar{1}$ 1	I 3, III 1, IV 1	287.2	11	16	65.5
0 $\bar{1}$ 1	100,111,122,011...	I 3, II 1, III 2	361.5	18	24	65.0
1 $\bar{1}$ 1	110,011, $\bar{1}$ 12, $\bar{1}$ 01	I 2, III 1, IV 1	237.8	11	15	53.5
2 $\bar{2}$ 1	110,122, $\bar{1}$ 14, $\bar{1}$ 02	I 2, III 1, IV 1	234.4	4	8	53.1
10 $\bar{1}$	010,111,101...	I 2, II 1, III 1	243.6	18	22	22.6
20 $\bar{1}$	010,122,112,102...	I 1, II 1, III 2, IV 2	264.4	6	12	22.0
411	122,113,104,1 $\bar{1}$ 5,0 $\bar{1}$ 1	I 1, III 3, IV 1	206.0	5	10	22.0
1 $\bar{2}$ 1	210,111, $\bar{1}$ 13, $\bar{1}$ 01	I 1, III 3	168.9	3	7	19.6
2 $\bar{1}$ 0	120,122,001...	I 1, III 2, IV 1	184.8	8	12	19.0
2 $\bar{3}$ 1	320,111, $\bar{1}$ 15, $\bar{1}$ 02	I 2, IV 2	199.0	4	8	18.3
3 $\bar{1}$ 1	130,011, $\bar{1}$ 14, $\bar{1}$ $\bar{1}$ 2	I 1, IV 3	148.2	9	13	17.5
2 $\bar{4}$ 1	210,112, $\bar{1}$ 02	I 1, III 1, IV 1	138.9	4	7	12.8

die aus P und F ermittelten M-Persistenzen (Tab. 9) der Flächen I-IV zu addieren. Wenn die Flächen der Kolonne 5 (Tab. 12) auch noch mit einem kleinen Gewicht versehen werden – das berechnete Mittel der M-Persistenzen für die individuellen Formen beträgt 1,0 –, so verlaufen die erhaltenen Beträge den Zo-Persistenzen (diese sind zum bessern Vergleich in der  $P_z$ -Kolonne angegeben) zwar nicht durchwegs parallel, aber passen sich doch besser an als die Einschätzung nach der Flächenzahl.

### 3. Die Zonen mit Berücksichtigung ihrer Entwicklungszahl an den Baryfiguren des Atlas

Neben den  $P_z$ -Werten interessierte auch die Zahl, welche angibt, wievielmals jede Zone am Kristall als Kante entwickelt ist. Zu den [uvw]-Symbolen wurden auch jeweils diese Mengen notiert (Tab. 13,  $M_k$ -Kolonne). Zur Behandlung gelangten 606 Barytzeichnungen (vgl. S. 156). Begreiflicherweise erfährt bei Berücksichtigung der  $M_k$  die Zo-

Tab. 13. Berücksichtigung der Barytzenen in bezug auf ihre Entwicklungszahl an den Atlasfiguren

Zonen	Kantenzahl in den M <sub>k</sub> -Kombinationen vom Range n =																			M <sub>k</sub>	%
	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19			
110	8	64	236	184	484	648	800	1004	708	720	856	560	384	272	232	56	256	56	7528	15,52	
211	.	16	104	88	320	424	656	704	456	544	496	232	272	136	152	40	120	8	4768	9,83	
010	.	46	204	226	470	436	628	646	512	366	442	224	216	86	80	30	70	16	4698	9,69	
011	.	28	28	60	204	344	456	664	524	424	496	288	280	80	96	80	96	.	4148	8,55	
001	8	36	126	94	246	336	512	498	474	298	428	184	242	100	116	28	132	16	3874	7,99	
111	.	8	152	208	472	440	504	400	320	216	256	168	160	88	64	8	56	8	3528	7,28	
100	.	48	158	152	348	398	456	500	350	224	258	134	152	46	48	28	70	8	3378	6,97	
221	.	16	72	144	288	320	352	536	320	176	288	152	168	64	48	40	64	.	3048	6,29	
201	.	8	8	.	24	112	72	192	160	244	184	188	112	40	48	28	48	8	1476	3,04	
411	.	.	16	16	56	24	56	184	120	192	168	88	72	40	40	8	64	16	1160	2,39	
101	.	4	36	16	76	84	92	44	68	120	148	52	80	16	24	28	60	16	964	1,99	
210	.	.	.	.	16	48	40	112	180	140	152	64	104	8	16	32	48	.	960	1,98	
231	.	.	24	8	48	40	120	104	136	40	88	48	80	40	32	24	48	.	880	1,81	
121	.	.	.	16	16	80	144	72	72	72	136	72	56	32	16	.	40	8	832	1,72	
311	.	.	.	.	.	24	48	40	80	136	136	104	96	40	64	8	48	.	824	1,70	
241	.	.	8	.	24	56	64	72	24	32	72	32	32	24	32	.	32	.	504	1,04	
431	.	.	.	.	.	16	32	120	80	24	48	16	24	.	.	8	8	8	384	0,79	
401	.	.	.	8	.	16	16	16	36	68	24	24	32	4	24	16	36	16	336	0,69	
441	.	.	8	40	72	48	40	40	8	.	8	.	24	8	8	.	.	.	304	0,63	
621	.	.	.	.	.	.	.	16	48	40	64	24	40	16	8	24	.	.	280	0,58	
120	8	8	24	8	8	16	48	16	16	.	12	24	32	.	.	4	.	.	224	0,46	
312	.	.	.	.	.	8	24	32	24	32	56	16	8	.	16	.	8	.	224	0,46	
232	.	.	.	.	16	.	32	8	24	.	48	8	8	.	.	.	8	8	160	0,33	
321	.	.	.	.	.	.	8	16	.	16	32	16	16	8	16	.	32	.	160	0,33	
310	.	.	.	12	8	8	8	16	4	8	24	8	24	.	.	16	.	.	136	0,28	
421	.	.	8	.	.	.	8	8	24	.	32	.	24	.	8	8	8	8	136	0,28	
361	.	.	.	.	8	16	16	8	16	8	16	8	.	16	8	.	.	.	120	0,25	
301	.	.	.	.	.	8	4	24	4	24	4	12	16	.	4	4	4	8	116	0,24	



Kombinationszahl eine Vermehrung. So erhält man 560 Kombinationen, indem

531	19	5	3	2	$M_k$ -Kombinationen
zu	1	2	3	4	5 Figuren gehören.

Während bei den Zo-Kombinationen noch 64 (S. 157) an 2 oder mehr Figuren auftreten, sind es hier infolge der zunehmenden Komplikation nur mehr 29. Tab. 13 gibt, wie das früher schon für die Formen (Tab. 6) und die Zonen (Tab. 11) der Fall war, über die Auswertung der  $M_k$ -Kombinationen Auskunft. Die 210 Zonen folgen sich nach abnehmenden  $M_k$ -Größen, wobei zur Vereinfachung die selteneren Zonen wieder zusammengekommen sind.

Es blieb noch die Frage nach der relativen Häufigkeit des vielfältigen Auftretens einer Zone als Kante offen. Um hier ein Bild zu bekommen, wurden die  $M_k$  einer Zone zur Gesamtmenge 48498 der Kanten in Beziehung gesetzt. Die erhaltenen Prozente (Tab. 13) variieren von 15,52 bis 0,008. 16 liegen über 1,0 und entsprechen gerade den früher als überindividuell erkannten Zonen.

Zusammenfassend sei darauf hingewiesen, daß der Verlauf der Kombinations- und Fundortspersistenzen des Baryts eine Ausgeglichenheit hat, wie sie bisher kaum an einem Mineral festgestellt wurde. Der versuchten minimalen Zonenzahl zur Erfassung aller 278 Barytformen kommt eine andere Wichtigkeitsvariation zu als den Zonenpersistenzen, welche sich aus den Atlasfiguren errechnen lassen. Die enge Beziehung der Zonen- und Formenpersistenz wird durch das Einfügen der überindividuellen Formen in die hochpersistenten Zonen schön bestätigt. Die Prozentzahl der einzelnen Zonen am Gesamttotal der Kanten unterstreicht die Bedeutung einer verhältnismäßig kleinen Zonenzahl.