

**Zeitschrift:** Bulletin de la Société Fribourgeoise des Sciences Naturelles = Bulletin der Naturforschenden Gesellschaft Freiburg  
**Herausgeber:** Société Fribourgeoise des Sciences Naturelles  
**Band:** 39 (1947-1949)

**Artikel:** Morphologische Verschiedenheit italienischer und schweizer Quarze  
**Autor:** Fagnani, G. / Weber, L.  
**DOI:** <https://doi.org/10.5169/seals-308255>

### **Nutzungsbedingungen**

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. 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. [Siehe Rechtliche Hinweise.](#)

### **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. [Voir Informations légales.](#)

### **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. [See Legal notice.](#)

**Download PDF:** 16.03.2025

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

# Morphologische Verschiedenheit italienischer und schweizerischer Quarze

VON G. FAGNANI UND L. WEBER.

Durch die Kriegereignisse in die gastliche Schweiz verschlagen, hatte der an erster Stelle zeichnende Autor die grosse Freude, eine Zeitlang im Mineralogischen Institut der Universität Freiburg kristallographischen Arbeiten obliegen zu dürfen. Vergleichende morphologische Studien an italienischen und schweizerischen Mineralien lagen nahe. Dass hierzu *Goldschmidts Atlas der Kristallformen* (Lit. 1) ausgiebig benutzt wurde, ist selbstverständlich. Beim vielmaligen Durchblättern des grossen Werkes drängte sich nach und nach die Überzeugung auf, dass es sich lohnen müsste, die in Bd. VII zusammengestellten Quarzbilder zahlreicher italienischer und schweizerischer Fundstellen (insgesamt 166, bezw. 91 Figurenummern) auf ihre gemeinsamen und unterschiedlichen Begrenzungselemente zu prüfen. Zwar sind die Mineralbildungsprozesse nicht an zufällige Landesgrenzen gebunden; sie unterliegen aber trotzdem gewissen physikalisch-chemischen Bedingungen, die von Gegend zu Gegend mannigfach wechseln und den Habitus einer Mineralart — hier des Quarzes — mehr oder weniger tiefgreifend zu beeinflussen vermögen. So erschien die Fragestellung zum vorneherein als sinnvoll.

1. Die *richtige Deutung der Atlasfiguren* war im allgemeinen umständlich und mühsam, da die Flächenbezeichnung (Buchstaben und Indizes) wegen des rauhen, filzigen Druckpapiers zu einem grossen Teil unleserlich ist. Es wurde darum regelmässig auf die Originalliteratur zurückgegriffen. In deren Ermangelung (z. B. Artini, Rossignoli) wurden die Auszüge der zugänglichen Zeitschriften mit Erfolg zu Rate gezogen. Nach Lit. 9 kann es z. B. in Fig. 447, wo sich bei der zweitobersten Rhomboederfläche die Lesung  $13.\bar{8}.\bar{8}$  (oder gar  $1.3.8\bar{8}$ ) aufdrängt<sup>1</sup>, nur  $13.\bar{2}.\bar{2}$  heissen,

---

<sup>1</sup> Besonderer Umstände wegen wird bei einem zweistelligem negativen Index nur die letzte Ziffer mit dem Minuszeichen versehen.

während in Fig. 543 links aussen nicht  $4\bar{1}4$ , sondern  $4\bar{7}4$  zu nehmen ist (Lit. 7). Mitunter — und das gilt vorab für den Fall, dass die eine oder andere Fläche nicht bezeichnet ist — führt die Berücksichtigung des Zonenverbandes rasch zum gewünschten Ziel. So sind in der schönen Fig. 136 die Buchstaben der links oben gelegenen negativen Rhomboeder-(horizontal gestreift) und der rechts anstossenden Trapezoederfläche nicht zu entziffern. Wegen der Zugehörigkeit dieser Flächen zu den Zonen  $3r$  ( $0\bar{3}31$ ):  $u$  ( $4\bar{1}31$ ) und  $1\bar{1}01:1\bar{1}00$  bzw.  $10\bar{1}1:1\bar{1}00$  erhalten sie aber eindeutig die Symbole  $2\bar{2}01$  bzw.  $8\bar{5}33$ . Ganz ähnlich wird die unbenannte gestreifte Rhomboederfläche der Fig. 220 mit grösster Wahrscheinlichkeit als  $60\bar{6}1$  erwiesen. Zur Deutung der Fig. 447, an der die Rundung der vom hexagonalen Prisma und negativen Grundrhomboeder gebildeten Kante in die Augen springt, muss die Form  $03\bar{3}1$  hinzugenommen werden, da der beschreibende Text (Lit. 9, S. 627) gerade sie für diese charakteristische Kantenausbildung verantwortlich macht. Dagegen ist von  $0.1.\bar{1}.23$  abzusehen, weil diese Form, wiewohl sie im Text ausdrücklich genannt ist, nichts zur betreffenden Rundung beitragen kann (Fehlrechnung oder Verschrieb statt  $0.23.2\bar{3}.1$  ?). Bei Fig. 448, an der sich die flächenreiche Zone  $10\bar{1}0:10\bar{1}1$  im Druck allzu undeutlich ausnimmt, wurde von einer Vervollständigung abgesehen. Hier und überall, wo es nicht gelang, die gezeichneten, aber unbenannt gebliebenen Flächen mit Sicherheit oder doch grösster Wahrscheinlichkeit zu symbolisieren (Fig. 216, 221, 254, 259, 260/1, 276, 448), sind die zugeordneten Kombinationen der Tab. I<sup>a</sup> und I<sup>b</sup> leider lückenhaft. Das kann auch der Fall sein, wenn die Zeichnung nur einen Teil des studierten Kristalls wiedergibt oder wenn von diesem selber bloss ein Bruchstück zur Untersuchung vorgelegen hat (Fig. 242, 364, 374, 701 usw.; dazu zahlreiche Einender und einige Japanerzwillinge). Gewisse Zeichnungen stellen bewusste Vereinfachungen dar. So zeigt Fig. 580/1 nur die hauptsächlichsten Formen, die an diesem sonderbaren Grindelwalder Kristall gemessen wurden (Lit. 10). Natürlich hält sich die entsprechende Kombination  $S_{31}$  streng an das Bild.

2. Auf die genaue Unterscheidung von *rechts und links, positiv und negativ, einfach und verzwilligt* wurde scharf geachtet, ohne dass aber in jedem Falle volle Gewähr für die Richtigkeit der ge-

troffenen Deutung geboten werden könnte. Die Schwierigkeiten sind mannigfaltig. Vor allem sind gewisse Figuren falsch gestellt (z. B. 71, 78; in beiden soll  $p$  nicht positives, sondern negatives Rhomboeder sein). Aber es ist zumeist ein kühnes Unterfangen, an rein geometrischen Bildern  $+R$  und  $-R$  auseinanderzuhalten. Bei Fig. 58, wo sich an einer Ecke drei Trapezoederflächen vorfinden, dürfte die Unterscheidung noch gesichert sein. Dagegen lassen ideale Dauphinerzwillinge, wie etwa Fig. 80, sofort berechtigte Zweifel aufkommen, ob die vermerkten Symbole  $p$  und  $e^{1/2}$  wirklich zu Recht bestehen. Trotzdem wurden in den Zusammenstellungen der Tab. I<sup>a</sup> und I<sup>b</sup> immer beide Rhomboeder als vorhanden aufgeführt, sofern die Flächensignierung dahin lautete. Gelegentlich sind sie auch ohne diese Bezeichnung anzunehmen, z. B. im Dauphineerzwilling der Fig. 133. Die Endbegrenzung des normalgestellten und des verdrehten Individuums ist durchgehends als positives Grundrhomboeder erklärt. Eingezeichnete Zwillingnähte nötigen aber, gewisse Stellen dieser Flächen dem negativen Rhomboeder zuzuweisen. Das zugehörige Symbol ist darum dem Formenkomplex  $S_{25}$  zugefügt, wie wohl es in der Figur selber nur ein einziges Mal, ganz klein und leicht übersehbar als  $r$  neben  $R$  gesetzt ist. Viele Autoren schreiben die grossen R-Flächen willkürlich der positiven Stellung zu, ohne auf die physikalische Beschaffenheit, Zeichnung usw. zu achten. Dieses Vorgehen führt mitunter zu unannehmbaren Folgerungen, etwa der, dass eine vereinzelt auftretende  $x$ -Fläche negative Stellung bekommt (Fig. 788). Hier wurde natürlich eine Umstellung vorgenommen, die  $x$  positiv werden lässt. Von Streifungen abgesehen, ist der Feinbau der Flächen selten dargestellt. Eine typische Ausnahme macht Fig. 131, wo (durch verschiedenen Glanz gekennzeichnet)  $+R$  und  $-R$  durcheinandergewachsen und als solche bezeichnet sind. Diese Deutung wurde auch auf Fig. 132 übertragen, obschon hier das negative Rhomboeder nicht mit seinem Buchstaben angedeutet ist. Dagegen boten die Zeichnungen auf  $p$  der Fig. 172 keine Veranlassung,  $e^{1/2}$  als vorhanden anzunehmen.

3. Anscheinend *hexagonale Bilder* wurden hinsichtlich Bipyramiden und Trapezoeder, wenn immer möglich, als Dauphineerzwillinge gedeutet (z. B. Fig. 80). Gelegentliche Willkür musste in Kauf genommen werden. Fig. 77, deren Aussehen von idealer Hexa-

gonalität ist, hat Lévy rhomboedrisch aufgefasst. Es lag kein Grund vor, davon abzugehen. Gleichwohl wurden in  $S_{14}$  die zwölf  $11\bar{2}1$ -Flächen zur einen Hälfte als zwillingsbedingte Wiederholung der andern Hälfte (= trigonale Bipyramide) gezählt. Das vollzählige oder wenigstens überzählige Auftreten der  $\xi(11\bar{2}2)$ -Flächen hat Gebh. vom Rath eingehend diskutiert (Lit. 6, S. 623). Hinsichtlich E(9.4.13.6) hat er S. 625 das Vorliegen einer Zwillingsbildung in Erwägung gezogen, vermochte aber keine Beweise beizubringen. Darum wurde in der Deutung seiner Figuren (341 ff) alle Formen in der von ihm gezeichneten Wiederholung angenommen. Dass die grosse, aber überzählige  $s$ -Fläche der durchaus trigonalen Fig. 546 durch Zwillingsbildung erklärt wurde, dürfte keinem Einwand begegnen. Durch Lage und Streifung einer kleinen  $s$ -Fläche ist auch Fig. 700 vieldeutig. Dauphineergesetz ausgeschlossen, Brasilianerzwilling möglich. Der Kristall wurde jedoch für einfach gehalten;  $s$  und  $x$  erscheinen somit, voneinander getrennt, als Links- und Rechtsform an der  $10\bar{1}0$ -Fläche.

4. In diesem Zusammenhang soll auf die bemerkenswerte *Ausbildung einiger Zwillinge* hingewiesen werden. Fig. 80 ist ein idealer Dauphineerzwilling, dessen übliche Erklärung in Fig. 144 schematisch dargestellt ist. Kompliziert ist Fig. 145. Dieser Kristall ist in sechs obere und sechs untere Sektoren zerteilt. Erstere sind von  $x$ -Flächen begleitet, den letztern fehlen sie. Drei abwechselnde obere Sektoren bilden, wie die Signierung verrät, mit den gegenüberliegenden untern Sektoren den homogenen Grundstock. Die verbleibenden drei obern bzw. drei untern Sektoren sind mit den erstgenannten *oben* nach dem D-, *unten* nach dem B-Gesetz verzwillingt. Ähnlich lässt sich Fig. 72 (Isère; darum weder in Tab. I<sup>a</sup> noch I<sup>b</sup> aufgenommen) deuten. Oberer und unterer Teil sind ideale D-Zwillinge mit Links- und Rechtscharakter; sie sind sich also gegenseitig nach dem B-Gesetz zugeordnet. Das tragende Grundindividuum zeigt sich nur noch in der normalen Verteilung der positiven und negativen Rhomboederflächen. Höchst interessant ist Fig. 219. Obere und untere Hälfte sind, jede für sich, unverzwillingt, aber untereinander durch das D-Gesetz verbunden. Das Auftreten der Trapezoeder behebt jeden Zweifel. Die stark entwickelten  $+R$ -Flächen liegen demgemäss oben und unten genau übereinander und täuschen eine trigonale Bipyramide vor.

Genau die gleichen Verhältnisse, nur bei oberflächlicher Betrachtung weniger leicht erkennbar, liegen in Fig. 178 vor. Sie wiederholen sich auch in Fig. 234 und sind hier insofern bedeutungsvoll, als an den  $x$ -freien Kantenteilen schmale Flächen des triognalen Prismas auftreten, eingerahmt von feinen Streifen des ditrigonalen Prismas 8. 5.  $\bar{1}\bar{3}$ . 0. Diese Flächenkombination erscheint der Zwillingbildung gemäss an allen Kanten des hexagonalen Prismas, abwechselnd oben und unten. Noch auffallender ist die nach der  $c$ -Achse polare Verteilung der Zwillingmassen in Fig. 344, indem sich die verdrehten Partien schichtweise viermal wiederholen. Die Basis wird damit zur ausgesprochenen Verwachsungsfläche. Sonst sind Berührungszwillinge selten. Genannt seien Fig. 410 nach dem D- und Fig. 504 nach dem B-Gesetz. Komplizierteren Gesetzen folgen die in Fig. 752 und Fig. 765 dargestellten Verwachsungen, um von den bekannten Zündelschen Figuren (824 ff), zu denen Aminoff interessante norwegische, schwedische und ungarische Analoga gefunden hat, ganz zu schweigen.

5. Ein Hauptaugenmerk wurde stets auf die *miteinander auftretenden Trapezoederflächen verschiedener Stellung* gerichtet. Vielleicht hat man sich etwas zu stark an die Regel gewöhnt, dass am einfachen Kristall nur solche Trapezoeder erscheinen, die sich rings um eine  $s$ -Fläche scharen. Dem widerspricht die Ausbildung einer schönen Zahl untersuchter Figuren. Insbesondere muss  $\pi$  ( $8\bar{5}\bar{3}\bar{3}$ ) hervorgehoben werden. In Fig. 213, 234/6, 239 liegt  $\pi$  ganz offensichtlich im andern Sextanten wie  $s$ . Auch Fig. 315 lässt dies erkennen, namentlich bei Berücksichtigung der Erläuterungen Scharffs (Lit. 8, S. 825). Im gleichen Sinne ist, trotz fehlender Bezeichnung, Fig. 210 zu deuten. An Fig. 342 tritt  $\pi$  ( $3\bar{5}\bar{8}\bar{3}$ ) zugleich mit  $3\bar{1}\bar{2}\bar{2}$  auf; beides sind Linksformen, aber unterschiedlichen Vorzeichens. Doch ist  $\pi$  nicht auf diese zu  $s$  entgegengesetzte Lage beschränkt. Es liegt zuweilen — infolge Zwillingsbildung? — neben  $s$  an der nämlichen Ecke, aber stets im negativen Sextanten (Fig. 136, 191, 194, 216, 546). Ist es Zufall oder Gesetzmässigkeit, dass der Schweizerquarz nur die letztere Art des Auftretens zeigt, wogegen mit der einzigen Ausnahme von Fig. 546 die erstere für Italien charakteristisch ist?

Figuren, die Links- und Rechtstrapezoeder — beide in positiver oder beide in negativer Stellung — aufweisen, sind sehr zahl-

reich. Es genüge 175/82, 191, 208, 224, 341/6, 765 (das kleine Individuum) zu nennen. Die Zurückführungsmöglichkeit solcher Kombinationen auf bestimmte Zwillingsgesetze wäre nicht ausgeschlossen. Aber es kommt doch öfters vor, dass die miteinander auftretenden Trapezoeder gleicher Wendung ganz verschiedene Indizes haben, so dass ihre gegenseitige Unabhängigkeit wahrscheinlich wird. Beweiskräftig ist vor allem Fig. 441 mit zahlreichen rechtspositiven und linksnegativen Trapezoedern, alle schön um  $s$  gelagert, zu denen dann die positive Linksform  $3\bar{1}\bar{2}3$  kommt. Die komplizierten Indizes, die vielen solchen « Formen regelwidriger Lage » eigentümlich sind, deuten auf *Lösungsflächen* hin. Bekanntlich treten diese gerade an jenen Kanten und Ecken auf, die nie oder doch nur selten von richtigen Wachstumsflächen abgestumpft sind.

6. Das einlässliche Studium der vielen Quarzbilder förderte, wie zu erwarten war, allerlei *Unstimmigkeiten, Verschiebe und Fehler* zutage. Fig. 733 steht auf dem Kopf. Figuren, die Verzerrungen oder ungewöhnliche Trachten darstellen, sind des öfters schief eingesetzt (725, 736, 740, 754 usw.). In Fig. 78 steht  $e^{5/7}$  statt  $e^{7/5}$ . Das Symbol  $e^{23}$  ( $80\bar{8}7$ ), welches in Fig. 208 neben  $e^{32}$  ( $11.0.1\bar{1}.10.$ ) vorkommt, hat schon Goldschmidt (Textbd. VII, S. 61) in Frage gezogen. Auf  $1.0.\bar{1}.23$  wurde bereits oben (S. 68) hingewiesen. Fig. 546 verzeigt zwischen  $14\bar{2}$  und  $11\bar{2}$  eine Fläche, deren Symbol als  $\bar{1}.10.5$  gelesen werden kann. In dieser Schreibweise ist es aber mit Rücksicht auf die Neigung gegenüber der  $c$ -Achse sicher falsch. Denkbar wäre  $\bar{7}.10.5$  mit Umstellung zu  $5.7.1\bar{0}$ . Diese Form wird aber in Lit. 7 nicht erwähnt. Nach Prüfung aller Möglichkeiten wurde  $14\bar{.}10.5$  gewählt. Es wäre also aus Versehen die Zahl 4 weggefallen. Natürlich muss die Reihenfolge der Indizes in  $5.14.1\bar{0}$  abgeändert werden. Falsch ist weiterhin das von Gonnard für  $F$  der Fig. 691 ermittelte Symbol  $22.\bar{9}.1\bar{3}.21$ . Gonnard (Lit. 2, S. 93) gibt an, dass  $F$  augenscheinlich in der Zone  $y'$  ( $27.\bar{5}.2\bar{2}.5$ ):  $p$  ( $10\bar{1}1$ ) gelegen sei und  $161^\circ 31'$  (Innenwinkel) mit  $p$  ( $10\bar{1}1$ ) einschliesse. Nun kann  $22.\bar{9}.1\bar{3}.21$  als Vizinale zu  $2\bar{1}\bar{1}2$  nicht im entferntesten dieser Zonenbeziehung genügen. Die Neuberechnung führt auf  $40.\bar{5}.3\bar{5}.18$  und liefert statt des angegebenen Winkels die vorzügliche Annäherung von  $18^\circ 32' 4\frac{1}{2}''$  (Aussenwinkel). Nach Fig. 691 sollte  $F$  auch mit  $40\bar{4}1 : 5\bar{2}\bar{3}3 : 10\bar{1}1$  genau

oder angenähert in einer Zone liegen. Da aber diese drei Flächen überhaupt nicht tautozonal sind, so ist jede rechnerische Nachprüfung der Neubestimmten Flächenlage natürlich sinn- und zwecklos.

7. *Nicht alle Quarzbilder* italienischer und schweizerischer Fundstellen waren für die vorliegenden Zwecke *verwendbar*. An den Fig. 318/40, 389, 405/7, die Lösungsgebilde und unvollkommene Skelettkristalle darstellen, sind zwar die wichtigsten Formen sofort zu bestimmen, aber durch gerundete Kanten und fazettierte Übergänge derart kompliziert miteinander verbunden, dass eine befriedigende Deutung der Kombination unmöglich wird. Alle diese Bilder wurden darum übergangen. Auch Fig. 531 fiel weg. Molengraaff, ihr Urheber, hat sich über die kristallographische Indizierung ihrer Einzelheiten nicht nur bewusst hinweggesetzt, sondern ein solches Unterfangen geradezu ins Lächerliche gezogen (Lit. 3, S. 157). In Wegfall kommen weiter Fig. 134 als Idealbild von Fig. 133 und Fig. 138 als Einzelheit zu Fig. 137. Fig. 692/3 wurden als Varianten der s-Flächenentwicklung der Fig. 691 nicht gezählt. Vorder- und Hinteransicht des gleichen Kristalls (bei Descloizeaux' naturgetreuen Darstellungen sehr häufig) sind im allgemeinen im Atlas unter eine Nummer zusammengenommen. Eine Ausnahme macht nur das Figuren paar 580/1.

8. So verbleiben für Italien 137 und die Schweiz 86 Figuren. Auf sie entfallen 85 (Fig. 345 liefert zwei) bzw. 52 *verschiedene Kombinationen*. Um bei ihrer Symboldarstellung von der zufälligen Rechts- oder Linksausbildung unabhängig zu sein, wurden *alle Figuren mit Linkscharakter durch eine gedachte Spiegelung in die Rechtsform umgewandelt*. Massgebend war die Lage von  $t$ ,  $u$ ,  $x$ ,  $y$  und ähnlichen Flächen. Aber gar oft fehlten diese (Fig. 175/82, 224 usw.), und es waren nur negative Trapezoeder entwickelt. Falls sie sich alle einer einzigen Stellung zuordneten, wurden sie der bevorzugten Rechtsform entsprechend in der negativen Linkslage symbolisiert, sonst aber in der gezeichneten Doppelstellung belassen. Alle ermittelten Kombinationen sind in Tab. I<sup>a</sup> (Italien) und Tab. I<sup>b</sup> (Schweiz) übersichtlich zusammengestellt. Hierbei wurde je mit der formenärmsten Kombination begonnen und zur formenreichsten fortgeschritten. In jeder Kombination wurden, wenn vorhanden, die Basis und die Prismen (diese in der Reihenfolge der Tab. III) vorangestellt. Es folgen darauf im Sinne wachsender Steilheit



zuerst die positiven, dann die negativen Rhomboeder und hernach die trigonalen Bipyramiden (rechts, links). Zuletzt sind die Trapezoeder aufgeführt (Aufeinanderfolge aller vier Gruppen wie in Tab. III). Kombinationen mit gleicher Formenzahl sind so geordnet, dass bei keiner, die z. B. basisfrei ist, mehr Prismen auftreten als in der vorangehenden oder dass bei gleicher Prismenzahl eine spätere mehr positive Rhomboeder enthält als eine frühere. So bekommt jede Kombination ihren bestimmten Platz, also auch eine feste Nummer: 1—85 bzw. 1—52. Symbole wie  $J_4$ ,  $S_{16}$  usw. bezeichnen die Kombination 4 der italienischen bzw. 16 der schweizerischen Reihe. Die neben den fortlaufenden Nummern stehenden Zahlen beziehen sich auf die Figuren in Goldschmidts Atlas. Es zeigt sich sofort, dass die ungewöhnlichen und flächenreichen Kombinationen nicht, wie vielleicht zu erwarten war, allein gezeichnet wurden, sondern dass auch einfachste Trachten volle Beachtung fanden. Mehr als ein Fünftel aller italienischen und schweizerischen Quarzbilder gehört zur trivialen Kombination des hexagonalen Prismas mit dem positiven und negativen Grundrhomboeder.

9. In Tab. I<sup>a</sup> und I<sup>b</sup> kommen *sehr formenreiche* und *ganz formenarme Kombinationen nur vereinzelt* vor. Sowohl für Italien wie die Schweiz sind die zu 7 und 8 Formen am stärksten vertreten.

Tab. I<sup>a</sup>. Die Kombinationen der italienischen Quarze des Atlas.

1.	408/9	$10\bar{1}1, 01\bar{1}1$	
2. *	I	$10\bar{1}0, 10\bar{1}1, 01\bar{1}1$	I: 260/1, 365, 719/20, 722, 725, 728/9, 731/7, 739/40, 742, 745/9, 751/2, 755, 791/7, 831, 833
3.	248	$10\bar{1}0, 10\bar{1}1, 01\bar{1}2, 01\bar{1}1$	
4. *	II	$10\bar{1}0, 10\bar{1}1, 01\bar{1}1, 11\bar{2}1$	II: 717/8, 721, 723/4, 726/7, 738, 741, 743/4, 750, 754, 787, 790, 832
5.	696	$10\bar{1}0, 10\bar{1}1, 01\bar{1}1, 41\bar{5}5$	
6.	695	$10\bar{1}0, 10\bar{1}1, 01\bar{1}1, 7\bar{5}27$	
7.	701	$10\bar{1}1, 40\bar{4}1, 01\bar{1}1, 04\bar{4}1$	
8.	807	$10\bar{1}0, 2\bar{1}\bar{1}0, 10\bar{1}1, 01\bar{1}1, 51\bar{6}1$	
9.	183	$10\bar{1}0, 10\bar{1}1, 01\bar{1}1, 05\bar{5}4, 1.11.1\bar{2}.11$	
10.	71	$10\bar{1}1, 10\bar{1}1, 01\bar{1}1, 03\bar{3}1, 51\bar{6}1$	
11.	108/9	$10\bar{1}1, 10\bar{1}1, 01\bar{1}1, 07\bar{7}1, 51\bar{6}1$	
12. *	448	$10\bar{1}1, 10\bar{1}1, 01\bar{1}1, 11\bar{2}1, 51\bar{6}1$	
13.	504	$10\bar{1}0, 10\bar{1}1, 01\bar{1}1, 11\bar{2}1, 7.15.2\bar{2}.7$	
14.	259	$10\bar{1}0, 10\bar{1}1, 01\bar{1}1, 1.9.1\bar{0}.9, 14\bar{5}4$	

15. 110  $10\bar{1}0, 2\bar{1}\bar{1}0, 10\bar{1}1, 01\bar{1}1, 07\bar{7}1, 51\bar{6}1$   
16. 258  $10\bar{1}0, 10\bar{1}1, 70\bar{7}6, 20\bar{2}1, 01\bar{1}1, 03\bar{3}2$   
17. 74  $10\bar{1}0, 10\bar{1}1, 30\bar{3}1, 01\bar{1}1, 11\bar{2}1, 51\bar{6}1$   
18. 175  $10\bar{1}0, 10\bar{1}1, 01\bar{1}1, 09\bar{9}9, 27\bar{9}9, 15.1\bar{4}.\bar{1}.14$   
19. 179  $10\bar{1}0, 10\bar{1}1, 01\bar{1}1, 09\bar{9}8, 1.14.1\bar{5}.14, 10.9.\bar{1}.9$   
20. 176/7  $10\bar{1}0, 10\bar{1}1, 01\bar{1}1, 09\bar{9}8, 1.11.1\bar{2}.11, 15.1\bar{4}.\bar{1}.14$   
21. 363  $10\bar{1}0, 10\bar{1}1, 01\bar{1}1, 11\bar{2}2, 11\bar{2}1, 32\bar{5}3$   
22. 789  $10\bar{1}0, 10\bar{1}1, 01\bar{1}1, 11\bar{2}2, 31\bar{4}4, 13\bar{4}4$
23. 235  $10\bar{1}0, 7\bar{3}\bar{4}0, 11\bar{2}0, 10\bar{1}1, 01\bar{1}1, 11\bar{2}1, 8\bar{5}\bar{3}3$   
24. 204  $10\bar{1}0, 2\bar{1}\bar{1}0, 10\bar{1}1, 01\bar{1}1, 08\bar{8}1, 51\bar{6}1, 31.1\bar{6}.1\bar{5}.2$   
25. 315  $10\bar{1}0, 2\bar{1}\bar{1}0, 10\bar{1}1, 01\bar{1}1, 51\bar{6}1, 5.10.1\bar{5}.2, 8\bar{5}\bar{3}3$   
26. 510  $10\bar{1}0, 10\bar{1}1, 16.0.1\bar{6}.13, 40\bar{4}1, 01\bar{1}1, 11\bar{2}1, 24.2\bar{0}.\bar{4}.21$   
27. 500  $10\bar{1}0, 10\bar{1}1, 20\bar{2}1, 30\bar{3}1, 01\bar{2}1, 02\bar{2}1, 03\bar{3}1$   
28. 545  $10\bar{1}0, 10\bar{1}1, 70\bar{7}6, 01\bar{1}1, 11\bar{2}1, 7.9.1\bar{6}.7, 5.7.1\bar{2}.5$   
29. 544  $10\bar{1}0, 10\bar{1}1, 30\bar{3}2, 01\bar{1}1, 11\bar{2}1, 1.12.1\bar{3}.10, 6.13.1\bar{9}.6$   
30. 345<sup>I</sup>  $10\bar{1}0, 10\bar{1}1, 40\bar{4}1, 01\bar{1}2, 01\bar{1}1, 9.4.1\bar{3}.6, 8.11.1\bar{9}.2$   
31. 135  $10\bar{1}0, 10\bar{1}1, 40\bar{4}1, 01\bar{1}1, 11\bar{2}1, 32\bar{5}3, 51\bar{6}1$   
32. 539  $10\bar{1}0, 10\bar{1}1, 13.0.1\bar{3}.1, 01\bar{1}1, 11\bar{2}1, 14\bar{5}4, 3.7.1\bar{0}.3$   
33. 730  $10\bar{1}0, 10\bar{1}1, 01\bar{1}1, 05\bar{5}2, 04\bar{4}1, 11\bar{2}1, 11.9.2.11$   
34. 182  $10\bar{1}0, 10\bar{1}1, 01\bar{1}1, 05\bar{5}4, 1.11.1\bar{2}.11, 15.1\bar{4}.\bar{1}.14, 12.1\bar{1}.\bar{1}.11$   
35. 542  $10\bar{1}0, 10\bar{1}1, 01\bar{1}1, 04\bar{4}3, 11\bar{2}1, 9.1.1\bar{0}.9, 14\bar{5}4$   
36. 364  $10\bar{1}0, 10\bar{1}1, 01\bar{1}1, 11\bar{2}2, 11\bar{2}1, 32\bar{5}3, 51\bar{6}1$   
37. 58  $10\bar{1}0, 10\bar{1}1, 01\bar{1}1, 11\bar{2}1, 19.1.2\bar{0}.15, 32\bar{5}3, 51\bar{6}1$   
38. 546  $10\bar{1}0, 10\bar{1}1, 01\bar{1}1, 11\bar{2}1, 9.1.1\bar{0}.9, 35\bar{8}3, 12\bar{3}1$
39. 798  $10\bar{1}0, 52\bar{7}0, 10\bar{1}1, 01\bar{1}2, 01\bar{1}1, 11\bar{2}1, 11\bar{2}3, 9.2.\bar{7}.16$   
40. 239  $10\bar{1}0, 43\bar{7}0, 10\bar{1}1, 60\bar{6}1, 01\bar{1}1, 11\bar{2}1, 12.13.2\bar{5}.2, 8\bar{5}\bar{3}3$   
41. 344  $10\bar{1}0, 52\bar{3}0, 10\bar{1}1, 40\bar{4}1, 01\bar{1}2, 01\bar{1}1, 11\bar{2}2, 2\bar{1}\bar{1}2$   
42. 181  $10\bar{1}0, 10\bar{1}1, 90\bar{9}8, 20\bar{2}1, 01\bar{1}1, 05\bar{5}4, 14\bar{5}4, 7\bar{6}\bar{1}6$   
43. 766  $10\bar{1}0, 10\bar{1}1, 50\bar{5}3, 40\bar{4}1, 01\bar{1}1, 11\bar{2}1, 51\bar{6}1, 15\bar{6}1$   
44. 700  $10\bar{1}0, 10\bar{1}1, 30\bar{3}1, 11.0.1\bar{1}.2, 01\bar{1}1, 0.23.2\bar{3}.7, 2\bar{1}\bar{1}1, 51\bar{6}1$   
45. 543  $10\bar{1}0, 10\bar{1}1, 30\bar{3}2, 01\bar{1}1, 0.11.1\bar{1}.1, 11\bar{2}1, 25\bar{7}2, 40.3.3\bar{7}.31$   
46. 187  $10\bar{1}0, 10\bar{1}1, 20\bar{2}1, 01\bar{1}1, 09\bar{9}8, 04\bar{4}3, 1.9.1\bar{0}.9, 5\bar{4}\bar{1}4$   
47. 346  $10\bar{1}0, 10\bar{1}1, 40\bar{4}1, 01\bar{1}2, 9.4.1\bar{3}.6, 7.12.1\bar{9}.13, 8.11.1\bar{9}.2, 19.1\bar{2}.\bar{7}.13$   
48. 691  $10\bar{1}0, 10\bar{1}1, 40\bar{4}1, 01\bar{1}1, 11\bar{2}1, 32\bar{5}3, 35.5.4\bar{0}.18, 22.5.2\bar{7}.5$   
49. 694  $10\bar{1}0, 10\bar{1}1, 40\bar{4}1, 01\bar{1}1, 11\bar{2}1, 32\bar{5}3, 31\bar{4}1, 51\bar{6}1$   
50. 788  $10\bar{1}0, 10\bar{1}1, 10.0.1\bar{0}.1, 01\bar{1}1, 11\bar{2}1, 31\bar{4}1, 51\bar{6}1, 13\bar{4}4$   
51. 178  $10\bar{1}0, 10\bar{1}1, 01\bar{1}1, 09\bar{9}8, 1.14.1\bar{5}.14, 1.11.1\bar{2}.11, 15.1\bar{4}.\bar{1}.14, 12.1\bar{1}.\bar{1}.11$   
52. 540  $10\bar{1}0, 10\bar{1}1, 01\bar{1}1, 02\bar{2}1, 11\bar{2}1, 37.3.4\bar{0}.31, 3.7.1\bar{0}.3, 13\bar{4}1$   
53. 502  $10\bar{1}0, 10\bar{1}1, 01\bar{1}1, 11\bar{2}1, 9.1.1\bar{0}.9, 14\bar{5}4, 45\bar{9}4, 7.9.1\bar{6}.7$   
54. 509  $10\bar{1}0, 10\bar{1}1, 01\bar{1}1, 11\bar{2}1, 14\bar{5}4, 2.12.1\bar{4}.11, 1.12.1\bar{3}.10, 34\bar{7}3$   
55. 242  $10\bar{1}1, 11.0.1\bar{1}.2, 01\bar{1}1, 0.11.1\bar{1}.1, 11\bar{2}1, 14.3.1\bar{7}.17, 51\bar{6}1, 1.27.2\bar{8}.1$

56. 767  $10\bar{1}0, 10\bar{1}1, 50\bar{5}3, 40\bar{4}1, 60\bar{6}1, 13.0.1\bar{3}.1, 01\bar{1}1, 11\bar{2}1, 51\bar{6}1$
57. 511  $10\bar{1}0, 10\bar{1}1, 40\bar{4}1, 60\bar{6}1, 80\bar{8}1, 01\bar{1}1, 11\bar{2}1, 1.12.1\bar{3}.10, 7.15.2\bar{2}.7$
58. 507  $10\bar{1}0, 10\bar{1}1, 16.0.1\bar{6}.13, 40\bar{4}1, 01\bar{1}1, 02\bar{2}1, 11\bar{2}1, 14\bar{5}4, 7.15.2\bar{2}.7$
59. 199  $10\bar{1}0, 10\bar{1}1, 14.0.1\bar{4}.3, 10.0.1\bar{0}.1, 01\bar{1}1, 0.14.1\bar{4}.3, 07\bar{7}1, 51\bar{6}1, 17.1.1\bar{8}.1$
60. 213  $10\bar{1}0, 10\bar{1}1, 60\bar{6}1, 01\bar{1}1, 07\bar{7}1, 11\bar{2}1, 51\bar{6}1, 10.5.1\bar{5}.2, 8\bar{5}33$
61. 505  $10\bar{1}0, 10\bar{1}1, 01\bar{1}1, 04\bar{4}3, 11\bar{2}1, 71\bar{8}7, 54\bar{9}5, 14\bar{5}4, 8.9.1\bar{7}.8$
62. 541  $10\bar{1}0, 10\bar{1}1, 01\bar{1}1, 05\bar{5}3, 11\bar{2}1, 37.3.4\bar{0}.31, 5.7.1\bar{2}.5, 25\bar{7}2, 13\bar{4}1$
63. 236  $10\bar{1}0, 19.8.1\bar{1}.0, 11\bar{2}0, 2\bar{1}10, 10\bar{1}1, 01\bar{1}1, 08\bar{8}1, 11\bar{2}1, 8\bar{5}33, 31.1\bar{6}.1\bar{5}.2$
64. 342  $10\bar{1}0, 21\bar{3}0, 52\bar{3}0, 10\bar{1}1, 11.0.1\bar{1}.10, 40\bar{4}1, 01\bar{1}2, 21\bar{3}2, 8.11.1\bar{9}.2, 8\bar{5}33$
65. 210  $10\bar{1}0, 52\bar{3}0, 10\bar{1}1, 01\bar{1}1, 07\bar{7}1, 11\bar{2}1, 51\bar{6}1, 9\bar{1}81, 6\bar{1}51, 8\bar{5}33$
66. 447  $10\bar{1}0, 10\bar{1}1, 50\bar{5}3, 30\bar{3}1, 40\bar{4}1, 01\bar{1}1, 03\bar{3}1, 11\bar{2}1, 51\bar{6}1, 12\bar{3}1$
67. 186  $10\bar{1}0, 10\bar{1}1, 11.0.1\bar{1}.10, 90\bar{9}8, 01\bar{1}1, 04\bar{4}3, 17.1.1\bar{8}.17, 14\bar{5}4, 13\bar{4}3, 10.9.1\bar{1}.9$
68. 185  $10\bar{1}0, 10\bar{1}1, 11.0.1\bar{1}.10, 60\bar{6}5, 01\bar{1}1, 04\bar{4}3, 03\bar{3}2, 17.1.1\bar{8}.17, 14\bar{5}4, 18.1.1\bar{7}.17$
69. 753  $10\bar{1}0, 10\bar{1}1, 40\bar{4}1, 01\bar{1}1, 05\bar{5}2, 04\bar{4}1, 8.3.1\bar{1}.11, 2.9.1\bar{1}.11, 2.15.1\bar{7}.17, 1.12.1\bar{3}.13$
70. 512  $10\bar{1}0, 10\bar{1}1, 01\bar{1}1, 04\bar{4}3, 11\bar{2}1, 9.1.1\bar{0}.9, 54\bar{9}4, 14\bar{5}4, 12\bar{3}1, 7.15.2\bar{2}.7$
71. 234  $10\bar{1}0, 13.5.8.0, 2\bar{1}10, 10\bar{1}1, 60\bar{6}1, 01\bar{1}1, 07\bar{7}1, 11\bar{2}1, 51\bar{6}1, 10.5.1\bar{5}.2, 8\bar{5}33$
72. 503  $10\bar{1}0, 10\bar{1}1, 40\bar{4}1, 13.0.1\bar{3}.3, 50\bar{5}1, 60\bar{6}1, 13.0.1\bar{3}.2, 70\bar{7}1, 01\bar{1}1, 11\bar{2}1, 1.12.1\bar{3}.10$
73. 180  $10\bar{1}0, 10\bar{1}1, 20\bar{2}1, 30\bar{3}1, 13.0.1\bar{3}.1, 01\bar{1}1, 05\bar{5}4, 03\bar{3}2, 13\bar{4}3, 14\bar{5}4, 87\bar{1}7$
74. 184  $10\bar{1}0, 10\bar{1}1, 11.0.1\bar{1}.10, 90\bar{9}2, 01\bar{1}1, 03\bar{3}2, 17.1.1\bar{8}.17, 1.9.1\bar{0}.9, 14\bar{5}4, 18.1.1\bar{7}.17, 43\bar{1}3$
75. 513  $10\bar{1}0, 10\bar{1}1, 16.0.1\bar{6}.13, 40\bar{4}1, 01\bar{1}1, 11\bar{2}1, 8.5.1\bar{3}.8, 7.6.1\bar{3}.7, 1.12.1\bar{3}.10, 11.12.2\bar{3}.11, 7.15.2\bar{2}.7$
76. 341  $10\bar{1}0, 21\bar{3}0, 52\bar{3}0, 10\bar{1}1, 40\bar{4}1, 01\bar{1}2, 01\bar{1}1, 11\bar{2}2, 2\bar{1}12, 9.4.1\bar{3}.6, 7.12.1\bar{9}.13, 8.11.1\bar{9}.2$
77. 508  $10\bar{1}0, 10\bar{1}1, 40\bar{4}1, 70\bar{7}1, 13.0.1\bar{3}.1, 01\bar{1}1, 04\bar{4}3, 11\bar{2}1, 14\bar{5}4, 2.12.1\bar{4}.11, 1.12.1\bar{3}.10, 7.15.2\bar{2}.7$
78. 208  $10\bar{1}0, 10\bar{1}1, 11.0.1\bar{1}.10, 80\bar{8}7, 01\bar{1}1, 04\bar{4}3, 0.23.2\bar{3}.16, 0.35.3\bar{5}.1, 17.1.1\bar{8}.17, 1.9.1\bar{0}.9, 18.1.1\bar{7}.17, 54\bar{1}4$
79. 223  $10\bar{1}0, 10\bar{1}1, 30\bar{3}2, 30\bar{3}1, 40\bar{4}1, 60\bar{6}1, 01\bar{1}1, 07\bar{7}2, 11\bar{2}1, 51\bar{6}1, 5.7.1\bar{2}.7, 12\bar{3}1, 15\bar{6}1$
80. 224  $10\bar{1}0, 10\bar{1}1, 40\bar{4}3, 20\bar{2}1, 01\bar{1}1, 03\bar{3}2, 0.29.2\bar{9}.16, 11.1.1\bar{2}.11, 9.1.1\bar{0}.9, 6.5.1\bar{1}.6, 12\bar{3}2, 10.1.9.9, 76\bar{1}7$

81. 345<sup>II</sup>  $10\bar{1}0$ ,  $21\bar{3}0$ ,  $5\bar{2}30$ ,  $10\bar{1}1$ ,  $40\bar{4}1$ ,  $01\bar{1}2$ ,  $01\bar{1}1$ ,  $21\bar{3}3$ , 9.4.13.6,  $12\bar{3}3$ ,  
7.12.19.13, 8.11.19.2,  $3\bar{1}23$ ,  $3\bar{2}13$
82. 343  $10\bar{1}0$ ,  $5\bar{2}30$ ,  $10\bar{1}1$ , 11.0.11.10,  $40\bar{4}1$ ,  $01\bar{1}1$ ,  $04\bar{4}3$ ,  $11\bar{2}2$ ,  $2\bar{1}12$ ,  
 $41\bar{5}6$ , 9.4.13.6, 7.12.19.13, 8.11.19.2,  $5\bar{1}46$
83. 226  $10\bar{1}0$ ,  $10\bar{1}1$ ,  $50\bar{5}4$ , 11.0.11.8,  $01\bar{1}1$ ,  $03\bar{3}2$ ,  $05\bar{5}3$ ,  $11\bar{2}1$ , 11.1.12.11,  
 $27\bar{9}9$ ,  $14\bar{5}4$ ,  $13\bar{4}3$ ,  $12.\bar{1}.1\bar{1}.11$ ,  $6\bar{5}15$
84. 506  $10\bar{1}0$ ,  $10\bar{1}1$ ,  $40\bar{4}1$ , 13.0.13.3, 11.0.11.2,  $60\bar{6}1$ , 13.0.13.2,  $70\bar{7}1$ ,  
 $90\bar{9}1$ ,  $01\bar{1}1$ ,  $04\bar{4}3$ ,  $11\bar{2}1$ , 1.12.13.10, 7.15.22.7
85. 222  $10\bar{1}0$ ,  $10\bar{1}1$ ,  $40\bar{4}3$ ,  $20\bar{2}1$ , 13.0.13.1,  $01\bar{1}1$ ,  $05\bar{5}4$ ,  $04\bar{4}3$ ,  $02\bar{2}1$ ,  $11\bar{2}1$ ,  
11.1.12.11, 6.5.11.6,  $13\bar{4}3$ , 5.7.12.5,  $8\bar{7}17$

Tab. I<sup>b</sup>. Die Kombinationen der schweizerischen Quarze des Atlas.

1. 287  $10\bar{1}0$ ,  $10\bar{1}1$
2. \* I  $10\bar{1}0$ ,  $10\bar{1}1$ ,  $01\bar{1}1$  I: 52/3, 131, 140, 164, 290/1, 385/6,  
3. 141  $10\bar{1}0$ ,  $10\bar{1}1$ ,  $5\bar{1}61$  401, 824/6, 828/30, 837/8
4. 288  $10\bar{1}0$ ,  $10\bar{1}1$ ,  $01\bar{1}1$ ,  $04\bar{4}1$
5. \* II  $10\bar{1}0$ ,  $10\bar{1}1$ ,  $01\bar{1}1$ ,  $11\bar{2}1$  II: 132, 306, 827
6. III  $10\bar{1}0$ ,  $10\bar{1}1$ ,  $01\bar{1}1$ ,  $5\bar{1}61$  III: 144/5, 294/5, 388, 402, 553/6, 836
7. 374  $10\bar{1}0$ ,  $11\bar{2}2$ ,  $81\bar{9}7$ ,  $18\bar{9}7$
8. 785  $10\bar{1}0$ ,  $10\bar{1}1$ ,  $30\bar{3}1$ ,  $01\bar{1}1$ ,  $03\bar{3}1$
9. 289  $10\bar{1}0$ ,  $10\bar{1}1$ ,  $40\bar{4}1$ ,  $01\bar{1}1$ ,  $04\bar{4}1$
10. \* IV  $10\bar{1}0$ ,  $10\bar{1}1$ ,  $01\bar{1}1$ ,  $11\bar{2}1$ ,  $5\bar{1}61$  IV: 73, 163, 267, 523
11. 387  $10\bar{1}0$ ,  $10\bar{1}1$ ,  $01\bar{1}1$ ,  $31\bar{4}1$ ,  $5\bar{1}61$
12. 844 0001,  $10\bar{1}0$ ,  $10\bar{1}1$ ,  $01\bar{1}1$ ,  $21\bar{3}5$ ,  $3\bar{1}25$
13. 172  $10\bar{1}0$ ,  $10\bar{1}1$ ,  $30\bar{3}1$ ,  $40\bar{4}1$ ,  $50\bar{5}1$ ,  $5\bar{1}61$
14. 77  $10\bar{1}0$ ,  $10\bar{1}1$ ,  $60\bar{6}1$ ,  $01\bar{1}1$ ,  $06\bar{6}1$ ,  $11\bar{2}1$
15. 245/6  $10\bar{1}0$ ,  $10\bar{1}1$ ,  $01\bar{1}2$ ,  $01\bar{1}1$ ,  $11\bar{2}2$ ,  $2\bar{1}12$
16. 765  $10\bar{1}0$ ,  $10\bar{1}1$ ,  $01\bar{1}1$ ,  $11\bar{2}1$ ,  $31\bar{4}1$ ,  $5\bar{1}61$
17. 80  $10\bar{1}0$ ,  $10\bar{1}1$ ,  $30\bar{3}1$ ,  $01\bar{1}1$ ,  $03\bar{3}1$ ,  $11\bar{2}1$ ,  $5\bar{1}61$
18. 126  $10\bar{1}0$ ,  $10\bar{1}1$ ,  $30\bar{3}1$ ,  $01\bar{1}1$ ,  $07\bar{7}2$ ,  $31\bar{4}1$ ,  $5\bar{1}61$
19. 276  $10\bar{1}0$ ,  $10\bar{1}1$ ,  $30\bar{3}1$ ,  $01\bar{1}1$ ,  $11\bar{2}1$ , 14.1.15.4,  $5\bar{1}61$
20. 413  $10\bar{1}0$ ,  $10\bar{1}1$ ,  $30\bar{3}1$ ,  $01\bar{1}1$ ,  $11\bar{2}1$ ,  $31\bar{4}1$ ,  $5\bar{1}61$
21. 375  $10\bar{1}0$ ,  $10\bar{1}1$ ,  $01\bar{1}1$ ,  $11\bar{2}2$ ,  $81\bar{9}7$ ,  $5\bar{1}61$ ,  $18\bar{9}7$
22. 218  $10\bar{1}0$ ,  $10\bar{1}1$ ,  $01\bar{1}1$ ,  $31\bar{4}1$ ,  $41\bar{5}1$ ,  $5\bar{1}61$ , 3.38.41.1
23. 137  $10\bar{1}0$ ,  $10\bar{1}1$ ,  $50\bar{5}3$ ,  $30\bar{3}1$ ,  $07\bar{7}2$ ,  $31\bar{4}1$ , 3.7.10.3, 3.8.11.3
24. 786  $10\bar{1}0$ ,  $10\bar{1}1$ ,  $30\bar{3}1$ , 11.0.11.2,  $01\bar{1}1$ ,  $03\bar{3}1$ ,  $31\bar{4}1$ ,  $5\bar{1}61$
25. 133  $10\bar{1}0$ ,  $10\bar{1}1$ ,  $30\bar{3}1$ , 11.0.11.2,  $01\bar{1}1$ ,  $07\bar{7}2$ ,  $31\bar{4}1$ ,  $5\bar{1}61$
26. 212  $10\bar{1}0$ ,  $10\bar{1}1$ ,  $40\bar{4}1$ ,  $60\bar{6}1$ ,  $01\bar{1}1$ , 0.11.11.1,  $5\bar{1}61$ , 5.70.75.1
27. 78  $10\bar{1}0$ ,  $10\bar{1}1$ ,  $40\bar{4}1$ ,  $01\bar{1}1$ ,  $04\bar{4}1$ ,  $11\bar{2}1$ ,  $31\bar{4}1$ ,  $5\bar{1}61$
28. 220  $10\bar{1}0$ ,  $10\bar{1}1$ ,  $60\bar{6}1$ ,  $01\bar{1}1$ ,  $07\bar{7}2$ ,  $31\bar{4}1$ ,  $5\bar{1}61$ , 3.56.59.1

29. 697  $10\bar{1}0, 10\bar{1}1, 30\bar{3}1, 40\bar{4}1, 50\bar{5}1, 01\bar{1}1, 0.23.2\bar{3}.7, 11\bar{2}1, 51\bar{6}1$   
 30. 136  $10\bar{1}0, 10\bar{1}1, 50\bar{5}4, 30\bar{3}1, 01\bar{1}1, 02\bar{2}1, 31\bar{4}1, 51\bar{6}1, 35\bar{8}3$   
 31. 580/1  $10\bar{1}0, 10\bar{1}1, 70\bar{7}4, 01\bar{1}2, 01\bar{1}1, 11\bar{2}1, 2\bar{1}12, 51\bar{6}1, 32.1\bar{5}.17.62$   
 32. 698  $10\bar{1}0, 10\bar{1}1, 30\bar{3}1, 01\bar{1}1, 03\bar{3}2, 05\bar{5}1, 11\bar{2}1, 31\bar{4}1, 51\bar{6}1$
33. 416  $10\bar{1}0, 10\bar{1}1, 30\bar{3}1, 50\bar{5}1, 01\bar{1}1, 07\bar{7}2, 11\bar{2}1, 8.3.1\bar{1}.3, 31\bar{4}1, 51\bar{6}1$   
 34. 188  $10\bar{1}0, 10\bar{1}1, 30\bar{3}1, 60\bar{6}1, 01\bar{1}1, 03\bar{3}2, 02\bar{2}1, 07\bar{7}2, 11\bar{2}1, 51\bar{6}1$   
 35. 128  $10\bar{1}0, 10\bar{1}1, 40\bar{4}1, 11.0.1\bar{1}.2, 01\bar{1}1, 07\bar{7}2, 11\bar{2}1, 51\bar{6}1, 13\bar{4}1,$   
 $1.12.1\bar{3}.1$
36. 209  $10\bar{1}0, 10\bar{1}1, 30\bar{3}1, 40\bar{4}1, 11.0.1\bar{1}.2, 01\bar{1}1, 08\bar{8}1, 51\bar{6}1, 81\bar{9}1,$   
 $1.21.2\bar{2}.1, 5.70.7\bar{5}.1$   
 37. 221  $10\bar{1}0, 10\bar{1}1, 30\bar{3}1, 40\bar{4}1, 01\bar{1}1, 05\bar{5}2, 07\bar{7}2, 11\bar{2}1, 31\bar{4}1, 51\bar{6}1,$   
 $3.92.9\bar{5}.1$   
 38. 192  $10\bar{1}0, 10\bar{1}1, 30\bar{3}1, 13.0.1\bar{3}.1, 01\bar{1}1, 07\bar{7}3, 0.11.1\bar{1}.4, 07\bar{7}2, 31\bar{4}1,$   
 $51\bar{6}1, 3.8.1\bar{1}.3$   
 39. 219  $10\bar{1}0, 10\bar{1}1, 30\bar{3}1, 01\bar{1}1, 07\bar{7}2, 11\bar{2}1, 31\bar{4}1, 41\bar{5}1, 51\bar{6}1, 3.8.1\bar{1}.3,$   
 $3.38.4\bar{1}.1$   
 40. 202  $10\bar{1}0, 10\bar{1}1, 01\bar{1}1, 07\bar{7}1, 08\bar{8}1, 0.19.1\bar{9}.2, 11\bar{2}1, 51\bar{6}1, 17.1.1\bar{8}.1,$   
 $15\bar{6}1, 5.33.3\bar{8}.5$
41. 197  $10\bar{1}0, 10\bar{1}1, 50\bar{5}3, 30\bar{3}1, 40\bar{4}1, 03\bar{3}1, 07\bar{7}2, 21.5.2\bar{6}.7, 31\bar{4}1, 41\bar{5}1,$   
 $51\bar{6}1, 3.7.1\bar{0}.3$   
 42. 699  $10\bar{1}0, 10\bar{1}1, 30\bar{3}1, 40\bar{4}1, 01\bar{1}1, 03\bar{3}1, 04\bar{4}1, 0.10.1\bar{0}.1, 11\bar{2}1, 31\bar{4}1,$   
 $41\bar{5}1, 51\bar{6}1$   
 43. 275  $10\bar{1}0, 10\bar{1}1, 30\bar{3}1, 01\bar{1}1, 13.3.1\bar{6}.7, 21.5.2\bar{6}.7, 31\bar{4}1, 41\bar{5}1, 51\bar{6}1,$   
 $3.7.1\bar{0}.3, 3.38.4\bar{1}.1$   
 44. 195  $10\bar{1}0, 10\bar{1}1, 01\bar{1}1, 05\bar{5}2, 0.23.2\bar{3}.7, 07\bar{7}2, 05\bar{5}1, 0.17.1\bar{7}.1, 11\bar{2}1,$   
 $31\bar{4}1, 51\bar{6}1, 12\bar{3}1$   
 45. 200  $10\bar{1}0, 10\bar{1}1, 01\bar{1}1, 07\bar{7}2, 0.14.1\bar{4}.3, 07\bar{7}1, 11\bar{2}1, 31\bar{4}1, 51\bar{6}1, 13\bar{4}1,$   
 $15\bar{6}1, 3.38.4\bar{1}.1$
46. 254  $10\bar{1}0, 10\bar{1}1, 70\bar{7}4, 30\bar{3}1, 40\bar{4}1, 50\bar{5}1, 01\bar{1}1, 05\bar{5}1, 11\bar{2}1, 31\bar{4}1,$   
 $51\bar{6}1, 12\bar{3}1, 3.38.4\bar{1}.1$   
 47. 227  $10\bar{1}0, 10\bar{1}1, 50\bar{5}3, 30\bar{3}1, 40\bar{4}1, 01\bar{1}1, 02\bar{2}1, 07\bar{7}2, 11\bar{2}1, 32\bar{5}3,$   
 $31\bar{4}1, 51\bar{6}1, 27\bar{9}2$
48. 198  $10\bar{1}0, 10\bar{1}1, 30\bar{3}1, 70\bar{7}1, 01\bar{1}1, 07\bar{7}2, 11\bar{2}1, 37.3.4\bar{0}.31, 31\bar{4}1, 51\bar{6}1,$   
 $12\bar{3}1, 3.8.1\bar{1}.3, 13\bar{4}1, 3.38.4\bar{1}.1$   
 49. 194  $10\bar{1}0, 10\bar{1}1, 30\bar{3}1, 01\bar{1}1, 05\bar{5}2, 0.20.2\bar{0}.7, 07\bar{7}2, 0.13.1\bar{3}.3, 11\bar{2}1,$   
 $31\bar{4}1, 51\bar{6}1, 35\bar{8}3, 12\bar{3}1, 3.8.1\bar{1}.3$
50. 441  $10\bar{1}0, 10\bar{1}1, 60\bar{6}5, 50\bar{5}3, 20\bar{2}1, 30\bar{3}1, 40\bar{4}1, 01\bar{1}1, 07\bar{7}2, 11\bar{2}1, 32\bar{5}3,$   
 $31\bar{4}1, 41\bar{5}1, 51\bar{6}1, 27\bar{9}9, 11.12.2\bar{3}.11, 3\bar{1}23$

51. 216 10 $\bar{1}0$ , 10 $\bar{1}1$ , 50 $\bar{5}3$ , 30 $\bar{3}1$ , 40 $\bar{4}1$ , 13.0.13.3, 11.0.11.2, 01 $\bar{1}1$ , 11 $\bar{2}1$ ,  
32 $\bar{5}3$ , 61 $\bar{7}3$ , 41 $\bar{5}2$ , 47.7.54.19, 31 $\bar{4}1$ , 41 $\bar{5}1$ , 51 $\bar{6}1$ , 5.7.12.5,  
35 $\bar{8}3$ , 15 $\bar{6}1$
52. 191 10 $\bar{1}0$ , 730 $\bar{4}$ , 10 $\bar{1}1$ , 30 $\bar{3}1$ , 40 $\bar{4}1$ , 01 $\bar{1}1$ , 0.13.13.6, 0.20.20.7, 0.23.23.7,  
11 $\bar{2}1$ , 10.5.5.3, 32 $\bar{5}3$ , 51 $\bar{6}1$ , 5.7.12.5, 35 $\bar{8}3$ , 12 $\bar{3}1$ , 3.8.11.3,  
52 $\bar{3}3$ , 85.40.45.29, 34.19.15.5

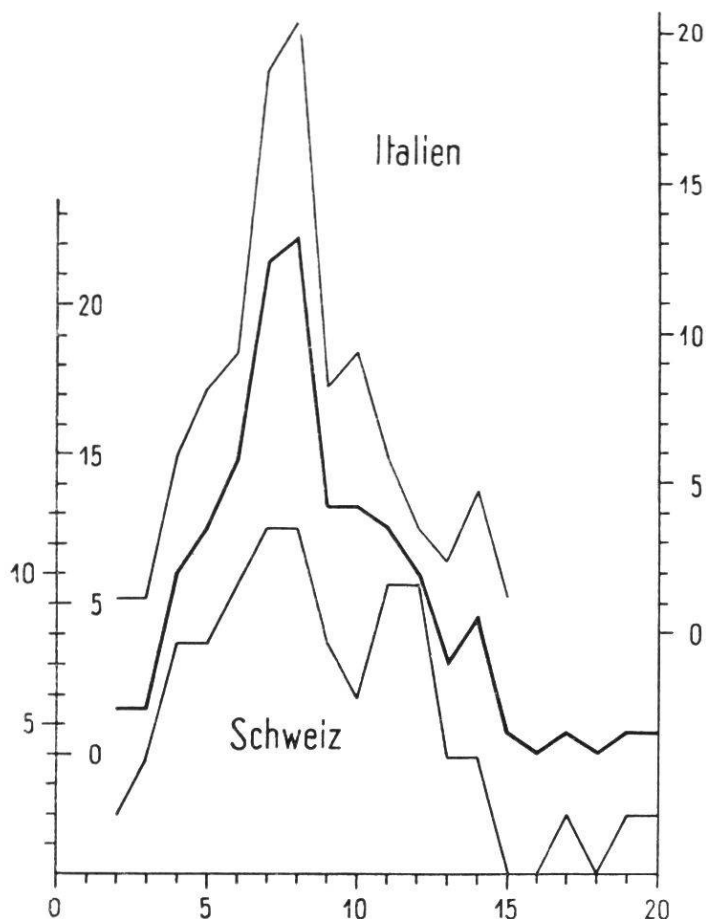
Im Mittel trifft es auf eine italienische Kombination 7,92 Formen, auf eine schweizerische 8,92 (nicht zu verwechseln mit der wirklichen Auftretenshäufigkeit dieser Kombinationen in der Natur). Sicher böte es ein gewisses Interesse, die verschiedenen Kombinationen einer grösseren Quarzsuite auf ihr Verhalten gegenüber diesen genau definierten Mittelzahlen des Formenreichtums zu prüfen.

Über die wachsende und hernach wieder abnehmende Zahl gefundener Kombinationen von 2 bis 20 Formen orientieren Tab. II und Fig. 1. Darnach ist die Häufigkeitskurve italienischer Kombinationen von gegebener Formenzahl ziemlich ausgeglichen.

Tab. II. Häufigkeit der Quarzkombinationen von gegebener Formenzahl.

Zahl der Formen i. d. Komb	Anzahl der zugehörigen Kombinationen				Gesamtzahl der ver- schiedenen Komb.	
	Italien		Schweiz		total	prozentual
	total	prozentual	total	prozentual		
2	1	1,2	1	1,9	2	1,5
3	1	1,2	2	3,8	2	1,5
4	5	5,9	4	7,7	8	6,0
5	7	8,2	4	7,7	10	7,5
6	8	9,4	5	9,6	13	9,7
7	16	18,8	6	11,5	22	16,4
8	17	20,0	6	11,5	23	17,2
9	7	8,2	4	7,7	11	8,2
10	8	9,4	3	5,8	11	8,2
11	5	5,9	5	9,6	10	7,5
12	3	3,5	5	9,6	8	6,0
13	2	2,4	2	3,8	4	3,0
14	4	4,7	2	3,8	6	4,5
15	1	1,2	—	—	1	0,7
16			—	—	—	—
17			1	1,9	1	0,7
18			—	—	—	—
19			1	1,9	1	0,7
20			1	1,9	1	0,7

Das Hauptmaximum tritt scharf hervor, der absteigende Kurventeil erhebt sich noch zweimal zu niedrigen Nebenmaxima. Die schweizerische Kurve erweist sich wegen ihrer weiten Erstreckung nach rechts hin als weniger steil; sie hat zwei klare Maxima und ist



*Fig. 1.* Häufigkeitskurve der italienischen (oben) bzw. schweizerischen (unten) Quarzkompositionen bestimmter Formenzahl. Durch die starkgezogene Linie ist das Gesamtverhalten aller 134 verschiedenen Kombinationen veranschaulicht. Die Zahl der zu einer Kombination vereinigten Formen ist als Abszisse eingetragen. Wieviele Kombinationen die gleiche Formenzahl haben, ist aus der Ordinate ersichtlich (Anfangspunkt für die drei Kurven verschieden gewählt).

im Gebiet der formenreichen Kombinationen zweimal unterbrochen. Fast ausnahmslos sind italienische und schweizerische Kombinationen gleicher Formenzahl mehr oder weniger von einander verschieden. Völlig gleich sind nur drei Paare:  $J_2 = S_2$ ,  $J_4 = S_5$ ,  $J_{12} = S_{10}$  (in Tab. I<sup>a</sup> und I<sup>b</sup> mit einem Stern versehen). Demnach verzeigen die italienischen und schweizerischen Quarzbilder des Atlas im Ganzen 134 unterschiedliche Kombinationen. In Funktion der entsprechenden Formenzahl dargestellt oszillieren die Gesamthäufigkeitswerte geringfügig um eine glatte Kurve, die aber etwas langsamer fällt als sie angestiegen ist und nicht einfach das arithmetische Mittel der beiden andern Kurven ist.

10. An den 85 bzw. 52 Kombinationen beteiligt sich eine ungeahnte *Fülle verschiedenster Formen*. Insgesamt 185<sup>1</sup>. Sie sind in Tab. III gruppenweise zusammengestellt. Positive und negative rechte und linke Formen wurden übersichtlich auseinander gehalten und so hintereinandergereiht, dass die flacheren den steileren vorangehen. Es wurden dabei — wie übrigens in der ganzen Arbeit — viergliedrige Symbole<sup>2</sup> verwendet ( $h > k > i, l; h = k + i$ ). Die Prismen  $ki\bar{h}0$  sind nach zunehmendem Quotienten  $i:k$  aufgeführt. Bei den Rhomboedern  $h0\bar{h}l$  und trigonalen Bipyramiden  $h.h.2\bar{h}.l$  wächst  $h:l$  von einem Symbol zum folgenden. Für die Trapezoeder (immer in positiver Rechtslage  $ki\bar{h}l$  gedacht) gibt ebenfalls  $h:l$  den Ausschlag. Wo aber mehrere Trapezoeder auf den gleichen Bruch führen (z. B. 12.1.13̄.13, 15.2.17̄.17, 617̄7 usw.), wird die engere Aufeinanderfolge, wie bei den Prismen, durch die wachsende Grösse  $i:k$  bestimmt. Um bei allen diesen Formen auf den ersten Blick die Stellungsmannigfaltigkeit sichtbar werden zu lassen, sind in Tab. III die gleichartigen Symbole nach Kolonnen geordnet.

11. Aus Tab. III, deren dritt- und zweitletzte Kolonne angeben, in wie manchen italienischen bzw. schweizerischen Kombinationen die verschiedenen Formen total und prozentual auftreten, ist sofort ersichtlich, dass die *Mehrzahl aller Formen auf die Quarze italienischer Herkunft beschränkt* bleibt: 101 (54,6%). Fundstellen beider Länder gemeinsam sind nur 45 Formen (24,3%). Die verbleibenden 39 Formen (21,1%) gehören also einzig der Schweiz zu. In den 85 italienischen Kombinationen stecken somit 146 Formen, in den 52 schweizerischen 84. Dass beide Zahlenpaare nahezu im gleichen Grössenverhältnis stehen, dürfte mehr als leerer Zufall sein. Denn grössere und kleinere Formenkomplexe kehren, wie sich bald noch zeigen wird (vergl. die «Persistenz»), in den verschiedensten Kombinationen mit auffallender Beharrlichkeit wieder und erhalten ihr individuelles Gepräge zumeist nur durch das Hinzutreten dieser oder jener seltenen Form.

<sup>1</sup> Goldschmidt erwähnt im Atlas 31 + 369 Formen, wiewohl er die verschiedenen Stellungen, soweit sie erfassbar waren, nicht eigens nummeriert.

<sup>2</sup> Da die dreigliedrige Millersche Bezeichnung bei vielen Mineralogen in Uebung ist, wurde sie in Tab. III rechts neben der viergliedrigen Bravaischen, ebenfalls nach zwei bzw. vier Kolonnen geordnet, je auf gleicher Zeile angegeben.



Tab. III. Die an den italienischen und schweizerischen Quarzkombinationen beteiligten Formen und ihre Auftretenshäufigkeit.

		Auftretenshäufigkeit					
		Italien		Schweiz		Alle versch. Komb.	
		Total	P	Total	P	Total	P
1.	0001	—	—	1	1.9	1	0.7
2.	10 $\bar{1}$ 0	82	96.5	52	100.0	131	97.2
3.	52 $\bar{7}$ 0	1	1.2	—	—	1	0.7
4.	2130	3	3.6	—	—	3	2.2
5.	13.5.8.0	1	1.2	—	—	1	0.7
6.	5 $\bar{2}$ 30	6	7.1	—	—	6	4.5
7.	19.8.1 $\bar{1}$ .0	1	1.2	—	—	1	0.7
8.	43 $\bar{7}$ 0	1	1.2	—	—	1	0.7
9.	7 $\bar{3}$ 40	1	1.2	1	1.9	2	1.5
10.	11 $\bar{2}$ 0	2	2.4	—	—	2	1.5
11.	2 $\bar{1}$ 10	6	7.1	—	—	6	4.5
12.	01 $\bar{1}$ 2	8	9.4	2	3.8	10	7.5
13.	10 $\bar{1}$ 1	85	100.0	51	98.1	133	99.3
14.	01 $\bar{1}$ 1	83	97.1	46	88.5	126	94.0
15.	11.0.1 $\bar{1}$ .10	6	7.1	—	—	6	4.5
16.	90 $\bar{9}$ 8	3	3.6	—	—	3	2.2
17.	09 $\bar{9}$ 8	5	5.9	—	—	5	3.7
18.	80 $\bar{8}$ 7	1	1.2	—	—	1	0.7
19.	70 $\bar{7}$ 6	2	2.4	—	—	2	1.5
20.	60 $\bar{6}$ 5	1	1.2	1	1.9	2	1.5
21.	16.0.16.13	3	3.6	—	—	3	2.2
22.	50 $\bar{5}$ 4	1	1.2	1	1.9	2	1.5
23.	05 $\bar{5}$ 4	5	5.9	—	—	5	3.7

Auftretenshäufigkeit

Alle versch.

Komb.

Total P

Total P

Total P

Total P

Total P

Total P

Total P

Total P

Total P

Total P

Total P

Total P

Total P

Total P

Total P

Total P

Total P

Total P

Total P

Total P

Total P

Total P

Total P

Total P

Total P

Total P

Total P

Total P

Total P

Total P

Total P

Total P

Total P

Total P

Total P

Total P

Total P

Total P

Total P

Total P

Total P

Total P

Total P

		Aufretenshäufigkeit				Alle versch.			
						Italien		Schweiz	
		Total	P	Total	P	Total	P	Total	P
52.	0551	—	—	3	9.8	3	2.2	—	—
53.	11.0.11.2	833	3.6	5	9.6	8	6.0	—	—
54.	6061	13.5.5	9.4	4	7.7	12	9.0	—	—
55.	0661	7.7.11	—	1	1.9	1	0.7	—	—
56.	13.0.13.2	28.11.11.	2.4	—	—	2	1.5	—	—
57.	7071	522	3.6	1	1.9	4	3.0	—	—
58.	0771	8.8.13	7.1	2	3.8	8	6.0	—	—
59.	8081	17.7.7	1.2	—	—	1	0.7	—	—
60.	0881	335	2.4	2	3.8	4	3.0	—	—
61.	9091	19.8.8	1.2	—	—	1	0.7	—	—
62.	0.19.19.2	772	—	1	1.9	1	0.7	—	—
63.	10.0.10.1	733	2.4	—	—	2	1.5	—	—
64.	0.10.10.1	11.11.19	—	1	1.9	1	0.7	—	—
65.	0.11.11.1	447	2.4	1	1.9	3	2.2	—	—
66.	13.0.13.1	944	5.9	1	1.9	6	4.5	—	—
67.	0.17.17.1	6.6.11	—	1	1.9	1	0.7	—	—
68.	0.35.35.1	12.12.23	1.2	—	—	1	0.7	—	—
60.	1123	210	1.2	—	—	1	0.7	—	—
70.	1122	521	7.1	3	5.8	9	6.7	—	—
71.	2112	512	3.6	2	3.8	5	3.7	—	—
72.	1121	412	52.9	27	51.9	70	52.2	—	—
73.	2111	421	1.2	—	—	1	0.7	—	—
75.	10.5.5.3	641	—	1	1.9	1	0.7	—	—
75.	32.15.17.62	37.5.20	—	1	1.9	1	0.7	—	—
76.	9.2.7.16	32.5.11	1.2	—	—	1	0.7	—	—
77.	2135	10.4.1	—	1	1.9	1	0.7	—	—

Auftretenshäufigkeit

Alle versch.

	Italien		Schweiz		Alle versch.	
	Total	P	Total	P	Total	P
78.		10.1.4	1	1.9	1	0.7
79.	4156	510	—	—	1	0.7
80.		501	1	1.2	1	0.7
81.*	1.12.13.13	984	1	1.2	1	0.7
82.*	2.15.17.17	12.10.15	1	1.2	1	0.7
83.*		524	1	1.2	1	0.7
84.*	14.3.17.17	16.2.1	1	1.2	1	0.7
85.*	2.9.11.11	863	1	1.2	1	0.7
86.*		836	1	1.2	1	0.7
87.*	4155	14.2.1	1	1.2	1	0.7
88.*	2799	20.14.7	2	2.4	3	2.2
89.*	3144	11.2.1	1	1.2	1	0.7
90.*	1344	321	2	2.4	2	1.5
91.*	8.3.11.11	10.2.1	1	1.2	1	0.7
92.*		16.5.10	1	1.2	1	0.7
93.*	2133	821	1	1.2	1	0.7
94.*	1233	742	1	1.2	1	0.7
95.*	3123	812	1	1.2	2	1.5
96.*	3213	724	1	1.2	1	0.7
97.*	17.1.18.17	52.1.2	4	4.7	4	3.0
98.*	18.1.17.17	52.2.1	3	3.6	3	2.2
99.*	1.14.15.14	10.9.5	2	2.4	2	1.5
100.*	15.14.1.14	10.5.9	4	4.7	4	3.0
101.*	11.1.12.11	34.1.2	3	3.6	3	2.2
102.*	1.11.12.11	874	4	4.7	4	3.0
103.*	12.1.11.11	34.2.1	1	1.2	1	0.7
104.*	12.11.1.11	847	2	2.4	2	1.5

	Auftrittenshäufigkeit				Alle versch. Komb.			
	Italien		Schweiz		Total		Total	
	Total	P	Total	P	Total	P	Total	P
105. *	9.1.10.9	5	5.9	—	—	5	3.7	
106. *	1.9.10.9	4	4.7	—	—	4	3.0	
107. *	10.1.9.9	1	1.2	—	—	1	0.7	
108. *	10.9.1.9	2	2.4	—	—	2	1.5	
109. *	7187	1	1.2	—	—	1	1.7	
110. *	8717	2	2.4	—	—	2	1.5	
111.	24.20.4.21	1	1.2	—	—	1	0.7	
112. *	7616	1	1.2	—	—	1	0.7	
113. *	6515	1	1.2	—	—	1	0.7	
114. *	1454	15	17.6	—	—	15	11.2	
115. *	5414	2	2.4	—	—	2	1.5	
116.	2.12.14.11	2	2.4	—	—	2	1.5	
117.	8197	2	2.4	—	—	2	1.5	
118.	1897	—	—	2	3.8	2	1.5	
119.	37.3.40.31	—	—	2	3.8	2	1.5	
120.	40.3.37.31	2	2.4	1	1.9	3	2.2	
121.	1.12.13.10	1	1.2	—	—	1	0.7	
122.	19.1.20.15	7	8.3	—	—	7	5.2	
123. *	1343	1	1.2	—	—	1	0.7	
124. *	4313	4	4.7	—	—	4	3.0	
125.	7.12.19.13	1	1.2	—	—	1	0.7	
126.	19.12.7.13	4	4.7	—	—	4	3.0	
127. *	2132	1	1.2	—	—	1	0.7	
128. *	1232	1	1.2	—	—	1	0.7	
129. *	8.5.13.8	1	1.2	—	—	1	0.7	
130. *	3253	1	1.2	—	—	1	0.7	
131. *	5233	6	7.1	4	7.7	10	7.5	
	11.4.2	—	—	1	1.9	1	0.7	

		Auftrittshäufigkeit				Alle versch. Komb.	
		Italien		Schweiz		Total	
		Total	P	Total	P	Total	P
132.*	5.7.12.7	834	1	1.2	—	1	0.7
133.*	5495	19.4.8	1	1.2	—	1	0.7
134.*	6.5.11.6	23.5.10	2	2.4	—	1	0.7
135.*	7.6.13.7	9.2.4	1	1.2	—	1	0.7
136.*	11.12.23.11	15.4.8	1	1.2	1	2	1.5
137.*	8.9.17.8	11.3.6	1	1.2	—	1	0.7
138.	9.4.13.6	28.1.11	5	5.9	—	5	3.7
139.	35.5.40.18	31.4.9	1	1.2	—	1	0.7
140.*	5494	613	1	1.2	—	1	0.7
141.*	4594	17.5.10	1	1.2	—	1	0.7
142.	13.3.16.7	12.1.4	—	—	1	1	0.7
143.*	7.9.16.7	10.3.6	2	2.4	—	2	1.5
144.	6173	16.2.5	—	—	1	1	0.7
145.*	3473	13.4.8	1	1.2	—	1	0.7
146.*	5.7.12.5	22.7.14	3	3.6	2	5	3.7
147.	4152	11.1.4	—	—	1	1	0.7
148.*	3583	14.5.10	1	1.2	4	5	3.7
149.*	8533	14.10.5	8	9.4	—	8	6.0
150.	47.7.54.19	40.7.14	—	—	1	1	0.7
151.	85.40.45.29	53.32.8	—	—	1	1	0.7
152.*	1231	524	4	4.7	5	9	6.7
153.*	7.15.22.7	12.5.10	7	8.3	—	7	5.2
154.*	6.13.19.6	31.13.26	1	1.2	—	1	0.7
155.*	3.7.10.3	16.7.14	2	2.4	3	5	3.7
156.*	8.3.11.3	22.2.11	—	—	1	1	0.7
157.*	3.8.11.3	17.8.16	—	—	6	6	4.5
158.*	2572	11.5.10	2	2.4	—	2	1.5

Auftretenshäufigkeit

Alle versch.  
Komb.

	Italien		Schweiz		Alle versch. Komb.	
	Total	P	Total	P	Total	P
159.	18.3.8	—	2	3.8	2	1.5
160.	11.3.4	—	1	1.9	1	0.7
161.*	814	2	27	51.9	29	21.7
162.*	212	2	3	5.8	5	3.7
163.*	1341	—	1	1.9	1	0.7
164.*	2792	—	7	13.5	7	5.2
165.*	4151	1	—	—	1	0.7
166.*	22.5.27.5	23	41	78.8	63	47.0
167.*	5161	2	3	5.8	5	3.7
168.*	1561	1	—	—	1	0.7
169.	6151	—	1	1.9	1	0.7
170.	34.19.15.5	—	1	—	—	—
171.	10.5.15.2	2	—	—	2	1.5
172.	5.10.15.2	1	—	—	1	0.7
173.*	5.33.38.5	—	1	1.9	1	0.7
174.*	8191	—	1	1.9	1	0.7
175.	9181	1	—	—	1	0.7
176.	8.11.19.2	6	—	—	6	4.5
177.*	12.13.25.2	1	—	—	1	0.7
178.	1.12.13.1	—	1	1.9	1	0.7
179.*	31.16.15.2	2	—	—	2	1.5
180.*	17.1.18.1	1	1	1.9	2	1.5
181.*	1.21.22.1	—	1	1.9	1	0.7
182.	1.27.28.1	1	—	—	1	0.7
183.	3.38.41.1	—	6	11.5	6	4.5
184.	3.56.59.1	—	1	1.9	1	0.7
185.	5.70.75.1	—	2	3.8	2	1.5
	3.92.95.1	—	1	1.9	1	0.7

Angaben über die in Tab. III enthaltenen Formenarten (Prismen, Rhomboeder usw.) sind in Tab. IV zusammengestellt. Die eingeklammerten Zahlen besagen, wie viele Formen in all den Kombinationen der Tab. I<sup>a</sup>, I<sup>b</sup> nur ein einziges Mal erscheinen. Formen, die in je einer Kombination beider Länder auftreten, sind dabei nicht mitgezählt.

Tab. IV. Zahlenmässige Verteilung der verschiedenen Formenarten auf die italienischen und schweizerischen Fundstellen.

	Total	nur Italien	gemeinsam	nur Schweiz
Basis . . . . .	1	—	—	1(1)
Prismen . . . . .	10	8 (4)	2	—
Rhomboeder, positiv . . . . .	27	13 (5)	13	1
» negativ . . . . .	30	7 (3)	13	10(8)
Bipyramiden . . . . .	6	2 (2)	3	1(1)
Trapezoeder, rechts positiv . . . . .	37	21(15)	5	11(8)
» links negativ . . . . .	44	26(11)	8	10(7)
» links positiv . . . . .	13	8 (7)	1	4(4)
» rechts negativ . . . . .	17	16 (8)	—	1(1)
Summe . . . . .	185	101(55)	45	39(30)

In Tab. III ist noch ein weiterer Umstand beachtenswert: die zahlreichen *übereinstimmend indizierten Formen verschiedener Stellungen*, die zusammengenommen sich zu Scheingestalten höherer Symmetrie ergänzen. Wesentliches darüber wurde schon oben (Nr. 3 u. 5) gesagt. Einzelheiten erhellen am besten aus einer Übersicht nach Formenarten.

*Prismen* holoedischer Flächenzahl: 43 $\bar{7}$ 0, 11 $\bar{2}$ 0.

*Rhomboeder* positiver und negativer Stellung, die sich zu hexagonalen Bipyramiden vereinen: 10 $\bar{1}$ 1, 90 $\bar{9}$ 8, 50 $\bar{5}$ 4, 40 $\bar{4}$ 3, 30 $\bar{3}$ 2, 50 $\bar{5}$ 3, 20 $\bar{2}$ 1, 30 $\bar{3}$ 1, 40 $\bar{4}$ 1, 13.0.1 $\bar{3}$ .3, 14.0.1 $\bar{4}$ .3, 50 $\bar{5}$ 1, 60 $\bar{6}$ 1, 70 $\bar{7}$ 1, 80 $\bar{8}$ 1, 10.0.1 $\bar{0}$ .1 (drei Fünftel aller positiven und etwas mehr als die Hälfte der negativen Rhomboeder).

*Bipyramiden* hexagonaler Scheinsymmetrie: 11 $\bar{2}$ 2, 11 $\bar{2}$ 1.

*Trapezoeder* können verschiedene Ergänzungsformen erzeugen. Zu zweien bilden sie hexagonale Trapezoeder (71 $\bar{8}$ 7), Skalenoeder (positiv: 21 $\bar{3}$ 5, 41 $\bar{5}$ 6, 17.1.1 $\bar{8}$ .17, 37.3.4 $\bar{0}$ .31, 32 $\bar{5}$ 3, 81 $\bar{9}$ 1; negativ: 2.9.1 $\bar{1}$ .11, 31 $\bar{4}$ 4, 1.14.1 $\bar{5}$ .14, 14 $\bar{5}$ 4, 13 $\bar{4}$ 3, 7.12.1 $\bar{9}$ .13, 3.5.8.3) oder ditrigonale Bipyramiden (81 $\bar{9}$ 7, 21 $\bar{3}$ 2, 54 $\bar{9}$ 4, 8.3.1 $\bar{1}$ .3, 31 $\bar{4}$ 1). Die



einzigste Dreiergruppe korrelater Trapezoeder ist durch  $51\bar{6}1$ ,  $15\bar{6}1$   $6\bar{1}51$  gegeben. In allen vier Stellungen — also eine dihexagonale Scheinbipyramide bewirkend — kommen  $21\bar{3}3$ ,  $11.1.12.11$  und  $9.1.10.9$  vor.

Dass sich zwei korrelate Formen an einem gegebenen Kristall tatsächlich zu einer Gestalt höherer Scheinsymmetrie zusammenfinden, darf aus dieser Zusammenstellung nicht gefolgert werden. Im Gegenteil! Die einlässliche Überprüfung der Tab. I<sup>a</sup>, I<sup>b</sup> beweist, dass mehrere « Ergänzungsformen » an den gezeichneten Individuen nie anders als mit einer einzigen Komponente auftreten. Auch haben zusammengehörige Komponenten selten die gleiche Häufigkeit. Mitunter wird sogar die eine bloss an italienischen Quarzen, die andere dagegen ausschliesslich an schweizerischen vorgefunden. Gleichwohl gibt es zahlreiche, besonders kompliziertere Kombinationen mit richtigen Scheinformen. Zu nennen sind 7, 22, 27, 41, 43, 47, 50/1, 59, 63, 65/6, 68/9, 74, 76, 78/83 für Italien und 7, 8, 9, 12, 15, 17, 21, 24, 27, 40/3, 45/6, 48, 51/52 für die Schweiz.

12. Wenn die Häufigkeitszahlen der Tab. III in Prozenten der Gesamtheit italienischer bzw. schweizerischer Kombinationen ausgedrückt werden, so ergibt sich die sogen. *Kombinationspersistenz P* (kursiv gedruckt). Sie ermöglicht es, das häufigere oder seltenere Vorkommen einer Form in Mengen verschiedenen Umfangs unschwer abzuschätzen. *P* ist umso zuverlässiger, je zahlreicher die der Berechnung zugrundeliegenden Kombinationen sind. Im hier behandelten Fall sind diese etwas spärlich, namentlich für den Schweizerquarz. Denn gehört zu einer Form auch nur eine einzige Kombination mehr als zu einer anderen, so beträgt der *P-Unterschied* schon 1,2 bzw. 1,9 Einheiten (vergl. Tab. III) und vermag die Zuverlässigkeit gewisser Schlussfolgerungen merklich zu beeinträchtigen.

P. Niggli beurteilt die *Wichtigkeit einer Form* nach der Persistenz ihres Auftretens sowohl in den verschiedenen Kombinationen (Kombinationspersistenz *P*) wie auch an den ermittelten Fundstellen<sup>1</sup> (Fundortspersistenz *F*) und unterscheidet fünf Wich-

<sup>1</sup> Die Fundortspersistenz konnte hier nicht berücksichtigt werden, da zu spärliche und ungenaue Ortsangaben vorliegen. Italien: Ala 1, Baveno 10, Beura 2, Biodola 1, Brusson 5, Carrara 16, Cave di Pomeretto 1, El-

tigkeitsgrade. Auf das Untersuchungsmaterial übertragen führt diese Bewertungsskala der Kristallformen zur Übersicht der Tab. V und beweist die *merkliche morphologische Verschiedenheit der italienischen und schweizerischen Quarze*, soweit nur Goldschmidts Atlas der Kristallformen in Betracht gezogen wird. Ganz abgesehen vom beträchtlichen Unterschied in der Zahl der häufigsten Formen, ist vor allem auf das völlige Zurücktreteten von  $31\bar{4}1$  und  $41\bar{5}1$  an den italienischen Quarzen hinzuweisen. Auch die Gewichtsverschiedenheit von  $51\bar{6}1$  will beachtet sein. Sie wäre noch auffallender, wenn  $15\bar{6}1$  und  $6\bar{1}51$  infolge versteckter Zwillingsbildung zu  $51\bar{6}1$  gezählt werden dürften. Nicht verschwiegen sei, dass Formen, die für eines der beiden Länder mehr als individuellen Charakter haben, dem andern gänzlich abgehen können. So sind  $04\bar{4}3$  und  $14\bar{5}4$  ausschliesslich italienische Formen, während  $41\bar{5}1$ ,  $3.8.1\bar{1}.3$ ,  $3.38.4\bar{1}.3$  nur den Schweizerquarzen zukommen. Fig. 2 veranschaulicht in zwei Sammelbildern diese Gegensätzlichkeit.

Tab. V. Die Wichtigkeitsgrade der italienischen und schweizerischen Quarzformen nach Massgabe ihrer Kombinationspersistenz.

	Italien	Schweiz
Leitformen $P \geq 70$	$10\bar{1}0$ , $10\bar{1}1$ , $01\bar{1}1$	$10\bar{1}0$ , $10\bar{1}1$ , $01\bar{1}1$ , $51\bar{6}1$
Nebenleitformen $P \geq 40$	$11\bar{2}1$	$30\bar{3}1$ , $11\bar{2}1$ , $31\bar{4}1$
Spezialformen $P \geq 25$	$40\bar{4}1$ , $51\bar{6}1$	$07\bar{7}2$ , $40\bar{4}1$
Ergänzungsformen $P \geq 10$	$04\bar{4}3$ , $14\bar{5}4$	$03\bar{3}1$ , $41\bar{5}1$ , $3.8.1\bar{1}.3$ , $3.38.4\bar{1}.1$
Individuelle Formen <sup>1</sup>	die 138 übrigen F.	die 71 übrigen Formen

ba 1, Lisso 2, M. Rosa 1, Palombajo 31, Piemont 1, S. Fedelino 2, S. Marcellino 39, Traversella 11, Traversella oder Brosso 12, Val Malenco 20; Schweiz: Beverin 2, Binnental 2, Crapteig 1, Disentis 5, Fiesch 2, Finsteraarhorn 1, Gotthard 7, Grieserental 1, Grimsel 2, Grindelwald 1, Löt-schental 1, Maderanertal 2, Oberwallis 1, Schweiz 22, Seedorf 5, Simplon 13, Simplontunnel 1, Tavetsch 6, Wallis 21.

<sup>1</sup> Von den 31 « gesicherten » Formen Goldschmidts zählt mehr als die Hälfte — von der Vielheit der Stellungen ist ganz abgesehen (vergl. S. 81) — zu dieser letzten Gruppe. Drei ( $51\bar{6}0$ ,  $21\bar{3}1$ ,  $71\bar{8}1$ ) wurden an den untersuchten Kombinationen überhaupt nicht festgestellt.

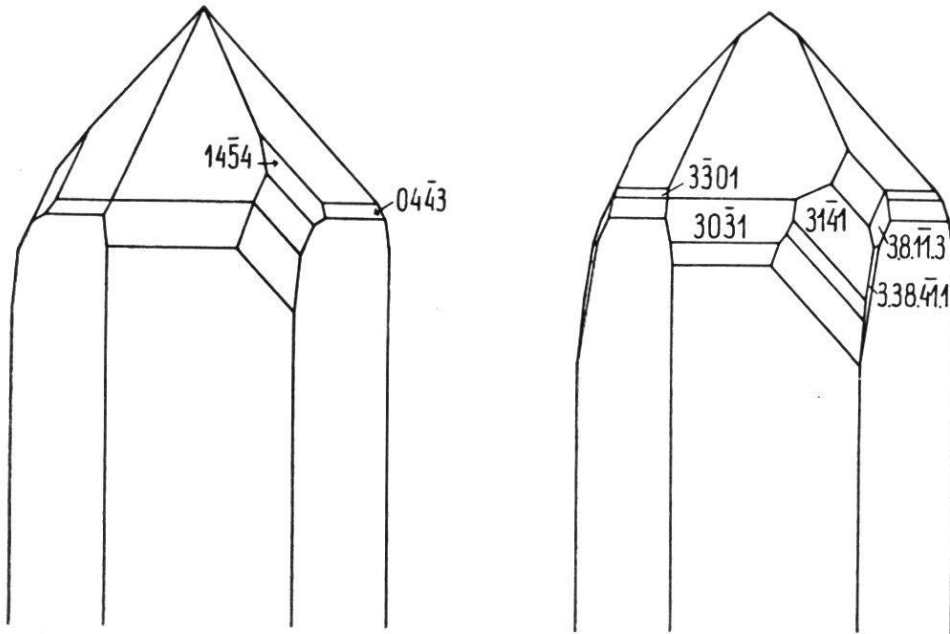


Fig. 2. Sammelfiguren der nicht individuellen Formen italienischer (links) und schweizerischer (rechts) Quarze. Abgesehen von 0772 und 4151 sind die beiden Komplexen gemeinsamen Formen nicht symbolisiert (vergl. Fig. 3).

13. Welche gestaltsergänzende Tendenz den individuellen Formen innewohnt, lässt sich wegen ihrer grossen Zahl nicht durch eine gewöhnliche Kristallzeichnung dartun. Dafür eignet sich weit mehr die *Methode der schematischen Dreiecksprojektion*, wie sie von P. Niggli (Lit. 4, Bd. I, S. 121; besonders Bd. II) ausgiebig verwendet wurde. Für jede Form  $k i \bar{h} l$  gilt die Identität  $k i \bar{h} l \equiv k (10\bar{1}0) + i (01\bar{1}0) + l (0001)$ . Der Ausdruck vereinfacht sich und entspricht dem Verhalten dreiachsiger Systeme, wenn in allen Symbolen der dritte Index als überzählig weggelassen wird. Befinden sich in den Ecken  $10\bar{1}0$ ,  $01\bar{1}0$ ,  $0001$  eines gleichseitigen Dreiecks Massen der Gewichte  $k, i, l$ , so liegt ihr Schwerpunkt im Innern des Dreiecks und hat von den drei Seitenlinien Abstände, die sich zueinander verhalten wie die den Dreiecksseiten gegenüberliegenden Eckengewichte. Darnach lässt sich jeder zu  $11\bar{2}1$  benachbarten Quarzfläche ein bestimmter Dreieckspunkt zuordnen. Um auch die zur Linksform  $2\bar{1}\bar{1}1$  gehörigen Flächen darzustellen, ohne das Projektionsfeld durch Einführung negativer Gewichte ins Unendliche zu erweitern, ist das Ausgangsdreieck mit einem zweiten, gleichartigen zu kombinieren. Hierzu kann dasjenige

mit den Ecken  $10\bar{1}0$ ,  $1\bar{1}00$ ,  $0001$  gewählt werden. Da wegen  $h = k + i$  wiederum die Identität besteht  $h\bar{i}\bar{k}l \equiv k(10\bar{1}0) + i(1\bar{1}00) + l(0001)$ , gelten die nämlichen Gesetzmässigkeiten wie soeben, und es lassen sich in die zwei Dreiecke sämtliche Formen des Quarzes mit mindestens einer Fläche veranschaulichen.

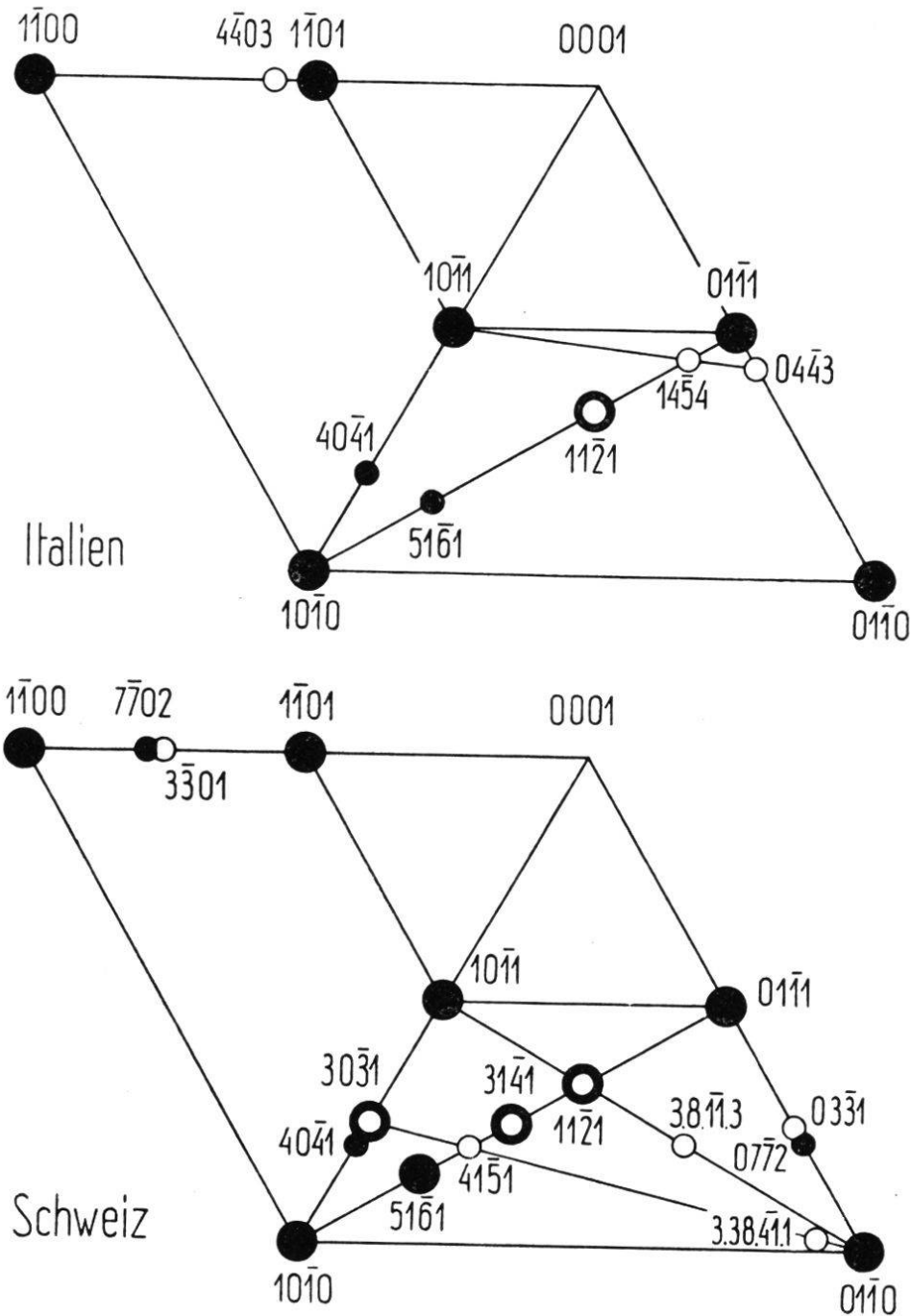


Fig. 3. Schematische Dreiecksprojektionen der nicht individuellen Formen italienischer und schweizerischer Quarze. Grösse und Auffälligkeit der die Flächenlagen festlegenden Kreise veranschaulichen die Persistenzunterschiede der Tab. V.

Tautozonale Flächen ordnen sich geraden Linien ein. Das zeigt sich in Fig. 3 überzeugend. Ausgefüllte und leere Kreise von ver-

schiedener Grösse veranschaulichen darin die vier Persistenzgrade der nicht individuellen Quarzformen und erhärten durch die Lage ihrer Mittelpunkte die dargelegten Beziehungen. Zur praktischen Herstellung der schematischen Dreiecksprojektion bedient man sich gerne vorgedruckter Dreiecke, deren Seiten in hundert Abstände von je 2 mm eingeteilt sind. Durch jeden Teilpunkt einer Seite sind

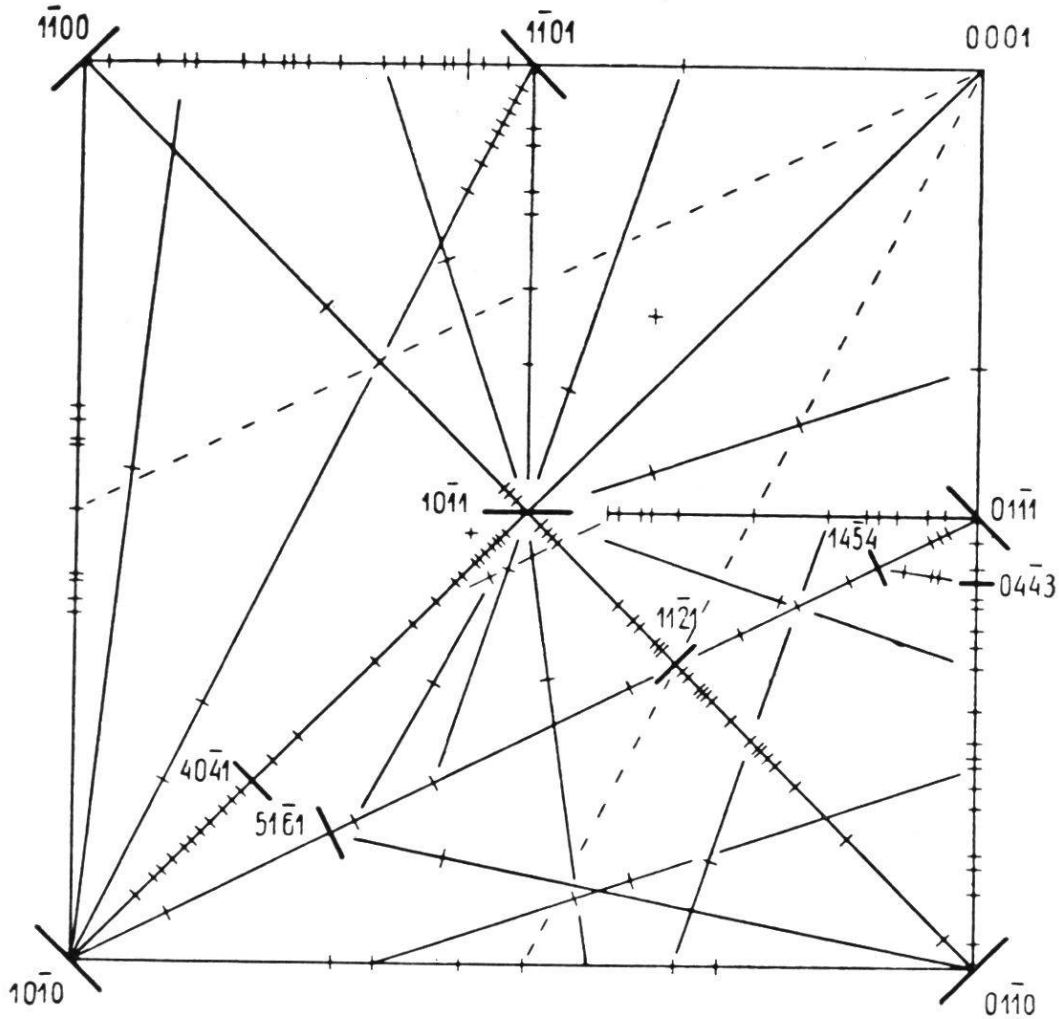


Fig. 4<sup>a</sup>. Formen und Zonen der italienischen Quarze. Schematische Darstellung in zwei gleichschenkelig-rechtwinkligen Dreiecken.

parallel zu den beiden anderen Seiten gerade Linien gezogen. Werden nach Weglassung des überzähligen grössten die Indizes  $k i l$  durch Multiplikation mit einem gemeinsamen Faktor auf die Summe 100 gebracht, so vollzieht sich die Punkteintragung sehr einfach.

Niggli selber hat die Projektionsdreiecke nicht nach der in Fig. 3 erläuterten Weise zusammengefügt. Ganz abgesehen davon, dass sich für seine Zwecke bei keinem einzigen « hexagonalen »

Mineral die Verwendung zweier Projektionsdreiecke aufdrängte, hatte er im Falle anderer (an dreigliedrige Indizes geknüpfter) Symmetrieverhältnisse, wenn nötig, die Seite  $100:010$  als gemeinsame Basis der beiden Dreiecke angenommen und die Verschiedenheit der Oktanten durch  $001$  und  $00\bar{1}$  zum Ausdruck gebracht (vergl. Fig. 6). Aber gerade beim Quarz ist ein entsprechender

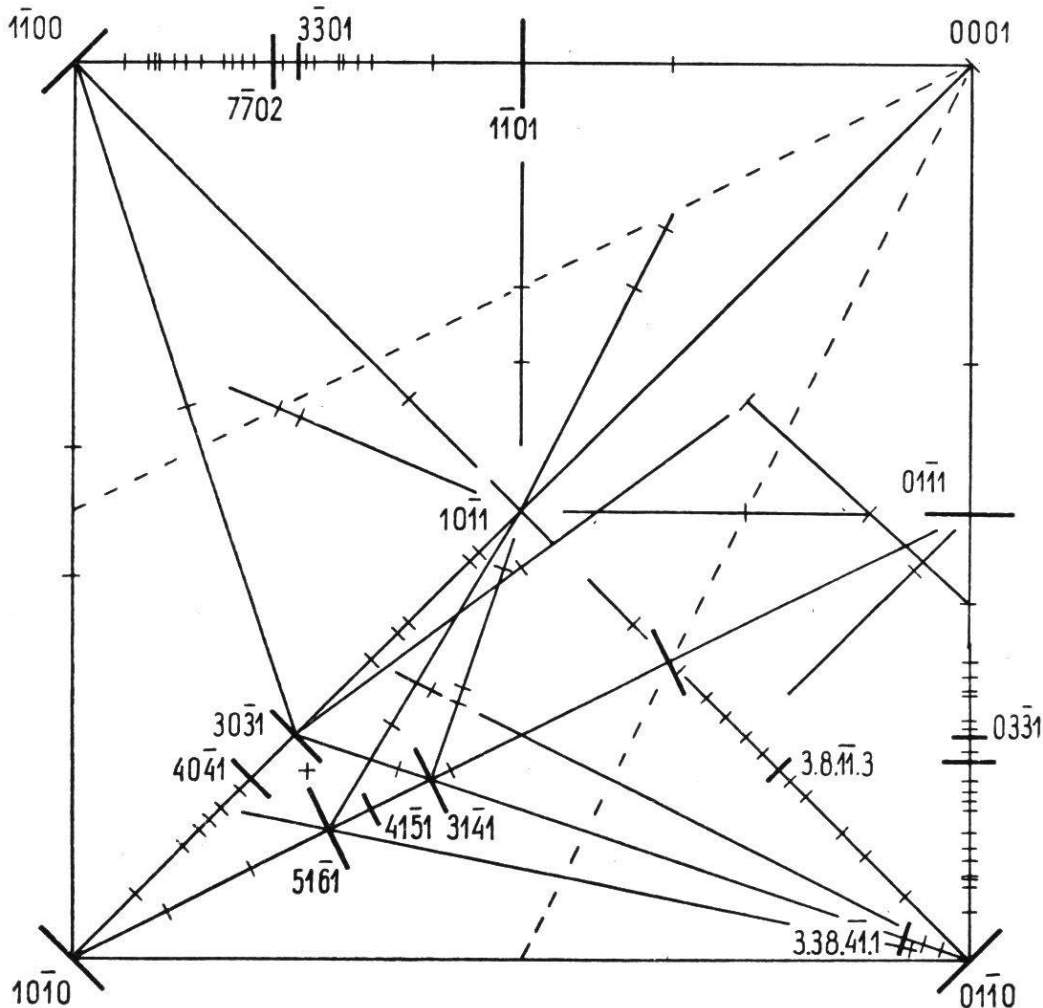


Fig. 4<sup>b</sup>. Formen und Zonen der schweizerischen Quarze. Darstellung wie in Fig. 4<sup>a</sup>.

Behelf nicht angängig. Wegen der in  $11\bar{2}0$  (= Basismitte des Projektionsdreiecks) einsteckenden Digyre hätten die beiden übereinanderstehenden Dreiecke deckgleichen Charakter, so dass  $k i \bar{h} l$  in  $i k \bar{h} \bar{l}$  übergeführt würde.

Die Vorteile der schematischen *Dreiecksprojektion* sind nicht an die Gleichseitigkeit des Dreiecks gebunden; sie sind *mit jedem beliebigen Dreieck möglich*, nur liegt dann den drei Seitenabständen nicht mehr die gleiche Masseinheit zu Grunde. Wenn aber die Seiten immer in gleichviele, je unter sich gleiche Abschnitte geteilt und

wenn durch die Teilungspunkte wie vorher die Parallelen zu den andern Seiten gezogen werden, so hat sich nichts Wesentliches geändert: das beschriebene Verfahren lässt sich unverändert anwenden. *Vorteilhaft ist die Wahl eines gleichschenkelig-rechtwinkligen Dreiecks* (Lit. 5, S. 352, Fig. 39). Die Konstruktionen lassen sich auf gewöhnlichem mm-Papier durchführen. Das erhellt aus den beiden Zeichnungen der Fig. 4. Mit Fig. 3 besteht vollkommene Analogie, nur ergänzen sich in Fig. 4 die beiden Dreiecke zu einem Quadrat. Wird der Umlaufssinn wie in Fig. 3 angenommen — die gemeinsamen Flächen  $10\bar{1}0$ ,  $0001$  sind erster bzw. letzter Eckpunkt —, so haben der erste und dritte Abstand gleiche Längeneinheit und sind nichts anderes als die rechtwinkligen Koordinaten des fraglichen Punktes. Dabei ist  $01\bar{1}0$  bzw.  $1\bar{1}00$  Koordinatenanfangspunkt; er bestimmt mit  $0001$  die  $y$ -, mit  $10\bar{1}0$  die  $x$ -Achse.

13. Ein Blick auf die beiden Tafeln der Fig. 4 zeigt sofort, dass sich die Formen<sup>1</sup> des italienischen und schweizerischen Quarzes in der Hauptsache ganz wenigen Zonen einfügen. Ja, es sind derer in Wirklichkeit noch weniger, als es zunächst den Anschein hat. Denn *in diesen Dreiecksprojektionen kommt keine Zone als unzerstückelte gerade Linie zur Abbildung*. Jede setzt sich vielmehr aus mehreren Teilstrecken zusammen. Am einfachsten liegen die Verhältnisse in der Prismenzone. Sie ist in ihrer Ganzheit durch die dreimalige Wiederholung der beiden Dreiecksgrundlinien gegeben und mit 10 (Italien) bzw. 2 (Schweiz) Formen besetzt. Die Rhomboederzone  $[1\bar{2}10]$ <sup>2</sup>, zu der die  $a_2$ -Achse als Digyre senkrecht steht, wird zur Hälfte durch die in  $0001$  zusammenlaufenden Seiten des rechten oder linken Dreiecks dargestellt und enthält ausser  $10\bar{1}0$  noch 46 bzw. 37 weitere Formen. Durch ihre 71 bzw. 24 neuen Formen (in Tab. III mit \* versehen) erweist sich auch die Trapezoederzone  $[1\bar{2}13]$  als überaus wichtig. Sie zerfällt in sechs Teile, die dem vollen Kreisumlauf entsprechend durch folgende, keinen

<sup>1</sup> Die Flächenpole werden nicht durch Kreise oder Punkte festgelegt, sondern durch Striche, die zur Zonengeraden senkrecht stehen und in ihrer Länge dem Persistenzgrad angepasst sind. In den wenigen Fällen, wo es nicht möglich war, die Fläche einer einfach definierten Zone zuzuordnen, wurde ein Kreuzchen gebraucht.

<sup>2</sup> Über das viergliedrige Zonensymbol  $[uvw\omega]$ , worin  $u + v + \omega = 0$ , und das Rechnen damit vergl. Lit. 4, S. 117, und Lit. 11.

zusammenhängenden Linienzug bildende Strecken definiert sind:  $10\bar{1}0 \rightarrow 01\bar{1}1$ ,  $1\bar{1}01 \rightarrow 10\bar{1}1 \rightarrow 01\bar{1}0$ ,  $10\bar{1}0 \rightarrow 1\bar{1}01$ ,  $1\bar{1}00 \rightarrow 10\bar{1}1 \rightarrow 01\bar{1}1$ . Die verbleibenden  $18 + 18$  Trapezoeder, knapp ein Drittel aller, ordnen sich allgemeineren, aber leicht erkennbaren Zonen ein.

Die Zone der wenigen Bipyramiden ist gestrichelt, weil ihr für die Stellung und Wendung der Trapezoeder besondere Bedeutung zukommt. Sie ist wie jede durch  $0001$  gehende Zone an und für sich vierteilig, doch sind die beiden fehlenden Segmente wegen der in

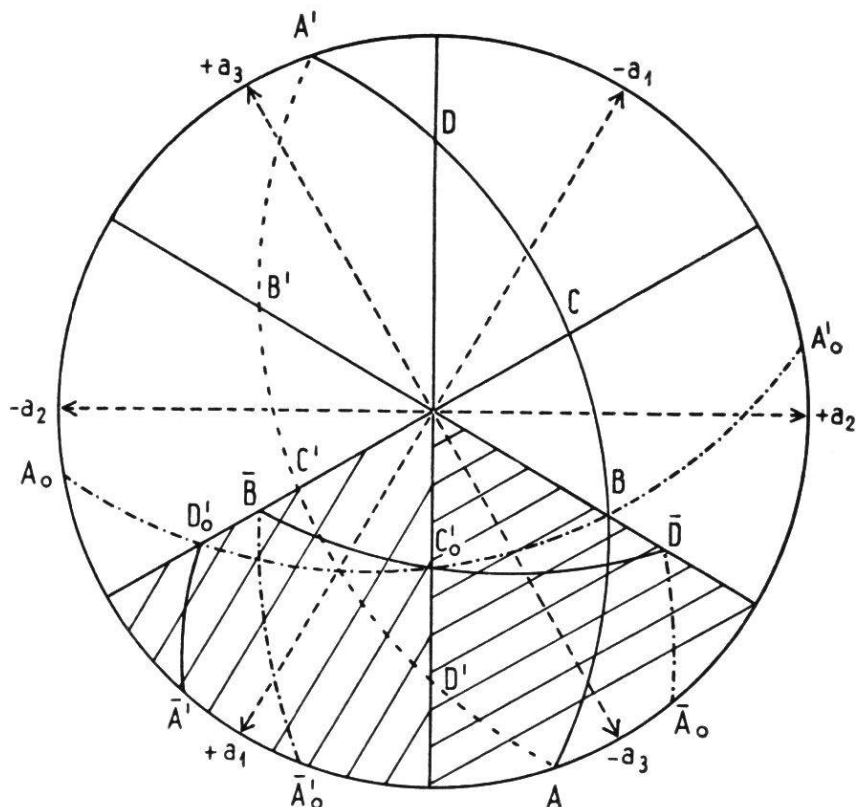


Fig. 5. Stereographische Darstellung einer beliebigen Zone durch acht gleichwertige Bogenstücke des Projektionsfeldes (schraffiert).

$11\bar{2}0$  bzw.  $2\bar{1}\bar{1}0$  einsteckenden Digyren mit den dargestellten identisch. Viel komplizierter ist die Darstellung der allgemeinen Zone  $[uvw\omega]$ . Zur Veranschaulichung dient Fig. 5 ( $u > \omega > 0$  angenommen). Der volle Zonenkreis setzt sich aus den beiden Bogen  $ABCD A'$  (oben) und  $A'B'C'D'A$  (unten) zusammen. Sie sind durch keine Symmetrieoperation ineinander überführbar und darum verschieden stark mit Flächenpolen besetzt. Durch eine  $180^\circ$ -Drehung um die  $a_1$ -Achse lässt sich der untere Halbkreis in die gleichwertige obere Lage  $A'_0 B'_0 (= B) C'_0 D'_0 A_0$  bringen. Von diesem und dem ursprünglichen oberen Halbkreis liegen gewisse Teile ausserhalb der durch die schematische Dreiecksprojektion erfassten Sextanten



(in Fig. 5 schraffiert). Sie können indes durch eine positive oder negative 120°-Drehung um die  $c$ -Achse mit gleichwertigen Bogen des Projektionsfeldes zur Deckung gebracht werden. So setzt sich die Zone  $[uvw\omega]$  aus folgenden, dem angenommenen Umlaufssinn entsprechenden und durch die Symbole der Endflächen<sup>1</sup> definierten acht Teilstücke zusammen:  $A (\omega-v. u-\omega. v-u.0) \rightarrow B (0. w. \bar{w}. \omega-v)$ ,  $\bar{B} (w. \bar{w}. 0. \omega-v) \rightarrow C'_0 (w. 0. \bar{w}. u-v)$ ,  $C'_0 \rightarrow \bar{D} (0. w. \bar{w}. u-\omega)$ ,  $D'_0 (w. \bar{w}. 0. u-\omega) \rightarrow \bar{A}' (u-v. v-\omega. \omega-u. 0)$ ,  $\bar{A}'_0 (u-v. \omega-u. v-\omega. 0) \rightarrow \bar{B} (w. \bar{w}. 0. \omega-v)$ ,  $B \rightarrow C'_0$ ,  $C'_0 \rightarrow \bar{D}'_0 (w. \bar{w}. 0. u-\omega)$ ,  $\bar{D} \rightarrow \bar{A}'_0 (u-\omega. \omega-v. v-u. 0)$ .

Eine Zone dieses allgemeinen Verhaltens ist z. B. durch die beiden Punkte  $31\bar{4}1$  und  $10\bar{1}1$  bestimmt:  $[\bar{4}5\bar{1}3]$ . Sie enthält die komplizierte Fläche  $37.3.40.31$ . Diese liegt aber nicht, wie Fig. 4<sup>a</sup> vermuten lassen könnte, genau in der Zone  $[30\bar{3}2: 41\bar{5}5] = [1\bar{4}33]$ , sondern ein ganz klein wenig — in der Zeichnung nicht mehr darstellbar! — darunter.

14. Die beiden Zeichnungen der Fig. 4 lassen eine weitgehende *Übereinstimmung* mit Fig. 192 in Niggli's Lehrbuch der Mineralogie (Bd. II, S. 416) erkennen. Hier wie dort sind die Zonen  $[1\bar{2}10]$  und  $[1\bar{2}13]$  am wichtigsten. Bei Niggli sind allerdings die linke und rechte Dreieckseite gleichbesetzt, und auf der Trapezoederzone häufen sich zwei Drittel aller Flächen zwischen  $10\bar{1}0$  und  $10\bar{1}1$ . Diese Besonderheiten sind aber lediglich durch den Umstand bedingt, dass in Fig. 192 von den verschiedenen Stellungsmöglichkeiten der Formen gleicher Indizesgrößen abgesehen wurde. Tiefer greifen dagegen zwei andere Eigentümlichkeiten der Niggli'schen Projektion: die ansehnliche Besetzung des 0001-nahen Gebietes der Rhomboederzone und das mittelhohe Persistenzgewicht zahlreicher Flächen. Dieser letztere Umstand, eine Folge der Goldschmidtschen Formenbewertung, zeigt sich besonders auffallend, wenn die Fig. 192, deren untergeordneten Zonenlinien hier natürlich ausser Betracht fallen, den Projektionen unserer Fig. 4 gegenübergestellt wird.

<sup>1</sup> Diese Symbole sind ohne bestimmte Voraussetzungen über Grösse und Vorzeichen von  $u, v, \omega, w$  berechnet. Sie haben darum grundsätzlich allgemeine Giltigkeit. Indessen wechselt die Reihenfolge der acht Segmente im Projektionsfeld mit den besondern Werten  $u, v, \omega, w$ .

Tab. VI. Prozentualer Anteil der verschiedenen Formenarten an den italienischen und schweizerischen Quarzkombinationen gegebenen Komplikationsgrades.

Komplikationsgrad, Italien					
Komplikationsgrad . . .	2—4	5—8	9—12	13—15	Mittel
Basis . . . . .	—	—	—	—	—
Prismen . . . . .	20	16,9	14,1	10,3	15,1
Positive Rhomboeder . .	32	22,7	27,8	28,9	25,7
Negative Rhomboeder . .	36	22,3	20,1	18,5	21,5
Rechte Bipyramiden . .	4	9,4	6,4	5,2	7,6
Linke Bipyramiden . .	—	0,6	0,4	1,0	0,6
Positive Rechtstrapez. .	4	10,6	9,8	11,3	10,2
Negative Linkstrapez. .	—	12,1	15,0	16,5	13,3
Positive Linkstrapez.. .	—	0,6	2,1	4,1	1,6
Negative Rechtstrapez..	4	4,8	4,2	4,1	4,5

Komplikationsgrad, Schweiz					
Komplikationsgrad . . .	2—4	5—8	9—12	13—20	Mittel
Basis . . . . .	—	10,7	—	—	0,2
Prismen . . . . .	29,2	5,0	9,4	7,3	11,7
Positive Rhomboeder . .	25,0	29,3	24,3	26,4	26,4
Negative Rhomboeder . .	20,8	22,1	27,6	17,3	23,1
Rechte Bipyramiden . .	8,3	6,4	6,6	6,4	6,6
Linke Bipyramiden . .	—	0,7	0,6	0,9	0,7
Positive Rechtstrapez. .	12,5	20,7	21,0	20,9	20,4
Negative Linkstrapez. .	4,1	4,3	9,9	17,3	9,7
Positive Linkstrapez.. .	—	0,7	0,6	2,7	1,1
Negative Rechtstrapez..	—	—	—	0,9	0,2

Trotz aller verwandschaftlichen Züge lassen Fig. 4<sup>a</sup> und Fig. 4<sup>b</sup> einige für den italienischen und schweizerischen Quarz *charakteristische Verschiedenheiten* erkennen: Zahl und Lage der Individualformen, verschieden starke Besetzung der Hauptzonen, Anhäufung der Flächenlagen im unteren Drittel der Projektionsfigur (Schweiz) und gleichmässigerer Verteilung derselben bis zur horizontalen Seitenhalbierenden hinauf (Italien). Nicht minder deutlich offenbaren sich die bestehenden Unterschiede, wenn der prozentuale Anteil der einzelnen Formenarten an den 85 bzw. 52 Kombinationen der Tab. I<sup>a</sup> und I<sup>b</sup> untersucht wird. Die Auszählungsergebnisse sind, prozentual umgerechnet, in Tab. VI zusammengestellt. Darnach tritt der Prismenanteil an der Flächenzahl

einer Kombination (im Mittel 15,1 bzw. 11,7%) mit wachsender Formenmenge stetig zurück (für die Schweiz stärker als für Italien). Ebenso erscheinen die negativen Rhomboeder, die den positiven zumeist etwas nachstehen, unter den formenreichsten Kombinationen am spärlichsten. Während sie aber bei den italienischen Vorkommnissen mit dem Komplikationsgrad stetig abnehmen, wachsen sie bei den schweizerischen Quarzen in den Kombinationen von 9—12 Formen zu einem erheblichen Maximum an. Dem gegenüber schwanken die positiven Rhomboeder unruhig um das Gesamtmittel von 25,7 bzw. 26,4 %. Ganz gegensätzlich ist das Verhalten der um  $11\bar{2}1$  gescharten Trapezoeder. Der Anteil der positiven erweist sich bei der Schweiz doppelt so stark wie für Italien, während die anstossenden negativen Linkstrapezoeder für die italienischen Quarze viel wichtiger sind als für die schweizerischen — so wichtig, dass sie den italienischen Prozentsatz der positiven Rechtstrapezoeder ansehnlich übertreffen. An den schweizerischen Quarzen steigt übrigens das Gewicht dieser Linkstrapezoeder mit der Flächenzahl der Kombination steil an.

15. Da in Tab. III auch die *dreigliedrigen Symbole* aufgenommen sind, erschien es angezeigt, die ihnen entsprechende *Dreiecksprojektion* ebenfalls auszuführen. Das ist in Fig. 6 genau nach Niggli-scher Art geschehen, ohne dass aber zwischen italienischen und schweizerischen Vorkommnissen unterschieden wurde. Kreise verschiedener Grösse und Auffälligkeit veranschaulichen die Wichtigkeit der einzelnen Formen, so wie sie in der letzten Kolonne der Tab. III ermittelt ist. Singuläre Formen (kleine, leere Kreise) wurden im untern Dreieck nur in den Fällen vermerkt, wo sie nicht auf leicht ersichtliche Zonen zu bringen waren. Diese selber sind nur so weit gezogen, als sie von Flächen besetzt werden. Gestrichelt wurden Zonen mit spärlichen oder lauter unbedeutenden Flächen.

Die dreigliedrigen Symbole der Tab. III können im allgemeinen nicht direkt für die neue Projektion verwendet werden. Es eignen sich dazu nur jene, die keinen negativen Index besitzen oder aber die einzige negative Ziffer an dritter Stelle haben. Hätte diese den mittleren Platz, so müsste der letzte Index vor die beiden andern Zahlen gerückt werden. Ist nur die erste Ziffer positiv, so sind alle

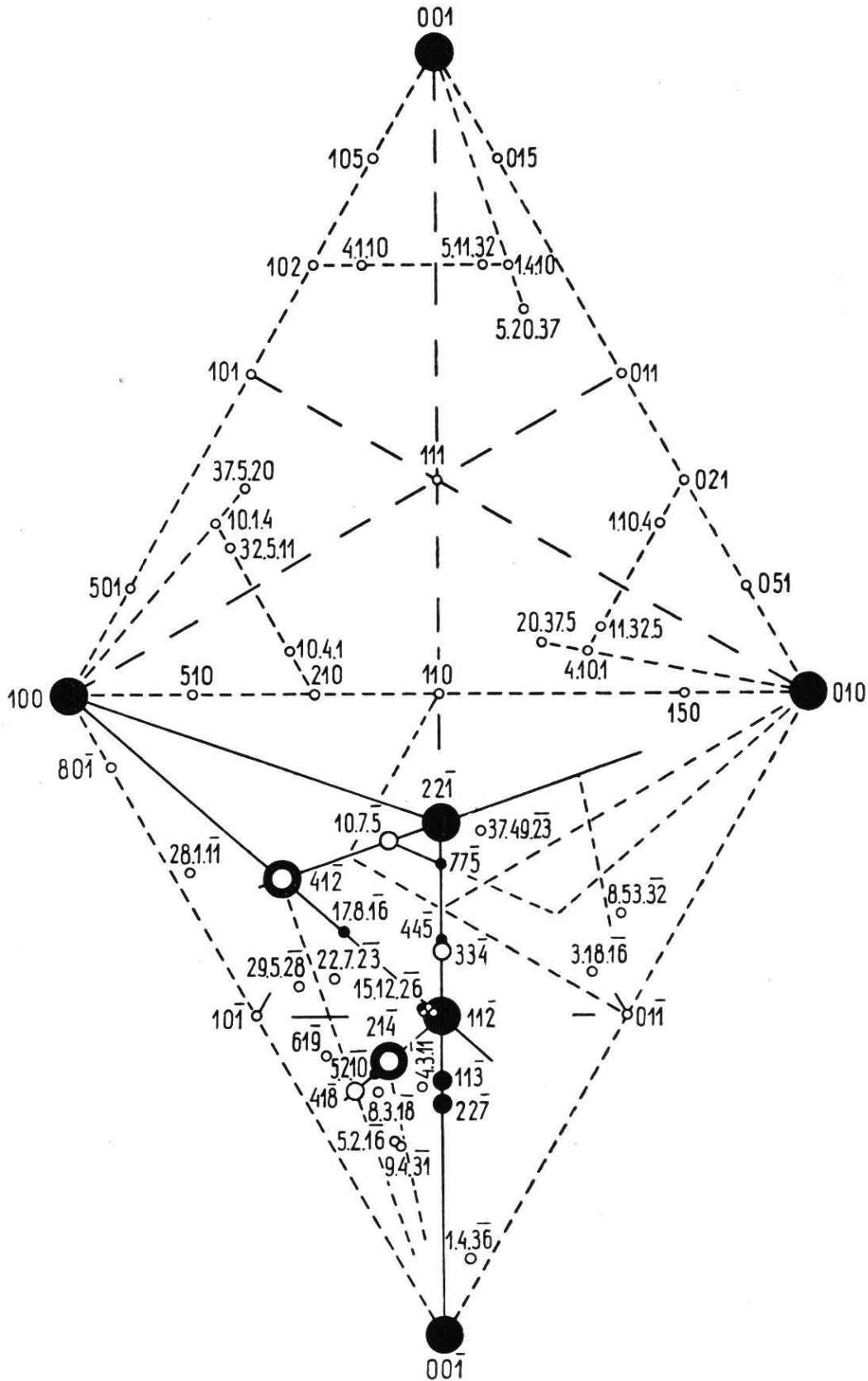


Fig. 6. Schematische Dreiecksprojektion der italienischen und schweizerischen Quarzformen in Millerscher Symbolisierung. Im untern Dreieck ist ein Grossteil der individuellen Formen nur durch die zugehörigen Zonenstücke angedeutet.

Vorzeichen zu ändern und das Symbol in umgekehrter Reihenfolge zu schreiben.

Fig. 6 ist höchst bedeutungsvoll. Sie *beweist, dass dem Quarz, trotz würfelähnlichem Grundrhomboeder, der hypokubische Charakter gänzlich fehlt.* In der Tat! Während für diesen morphologischen Typus [100], [110], [111], [210], [310], [211] Hauptzonen sind, wobei je nach Habitus bald die eine bald die andere Zone grösseres Gewicht hat, treten beim Quarz [100] und [111] auffallend zurück. Einzig [021] und [012] kommen mit  $[\bar{1}\bar{1}0]$  streckenweise etwas zur Geltung. Unter den vielen kubischen und hypokubischen Projektionsbildern Niggli's (Lit. 4, Bd. II) ist wohl kein einziges zu finden, das der Fig. 6 auch nur einigermaßen entspräche. Fällt demnach der hypokubische Charakter des Quarzes dahin, so ist, wie Groth gerne zu betonen pflegte, die Bravaissche Flächensymbolisierung angezeigt als die Millersche. Das schliesst nicht aus, dass dieses oder jenes Millersche Symbol sich zahlenmässig einfacher darstellt als das zugehörige Bravaissche.

#### Literaturnachweis.

1. V. Goldschmidt, *Atlas der Kristallformen*. Heidelberg, 1913/23.
2. F. Gonnard, *Notes cristallographiques sur le quartz*. Bull. Soc. fr. de Minéralogie, 25 (1902), S. 90.
3. G. A. F. Molengraaff, *Studien am Quarz*. II. Zeitschr. f. Krist., 17 (1890), S. 137.
4. P. Niggli, *Lehrbuch der Mineralogie*. Berlin, 1924/26.
5. P. Niggli, F. de Quervain, R. M. Winterhalter, *Chemismus schweizerischer Gesteine*. Beiträge zur Geologie der Schweiz, Geotechn. Serie, XIV. Lieferung, Bern, 1930.
6. G. vom Rath, *Geognostisch-mineralogische Fragmente aus Italien*. Zeitschrift d. deutsch. geolog. Gesellsch., 1870, S. 591.
7. D. Rossignoli, *Kristallographische Untersuchungen des Quarzes vom Val Malenco*. Zeitschr. f. Krist., 24 (1895), S. 307.
8. Fr. Scharff, *Der Bergkristall von Carrara*. N. Jahrb. f. Min., 1868, S. 822.
9. G. Spezia, *Mineralvorkommnisse im Gneis von Beura*. Zeitschr. f. Krist., 7 (1883), S. 626.
10. P. Ternier, *Sur un Quartz de Grindelwald présentant plusieurs formes nouvelles*. Bull. Soc. fr. de Minéralogie, 18 (1895), S. 443.
11. L. Weber, *Das viergliedrige Zonensymbol des hexagonalen Systems*. Zeitschr. f. Krist. 57 (1923), S. 200.