

Zerstörungsfreie, statistisch-morphologische Untersuchung eines Quarzfundes mit festen Einschlüssen

Autor(en): **Gross, Guido**

Objektyp: **Article**

Zeitschrift: **Schweizerische mineralogische und petrographische Mitteilungen
= Bulletin suisse de minéralogie et pétrographie**

Band (Jahr): **52 (1972)**

Heft 3

PDF erstellt am: **21.09.2024**

Persistenter Link: <https://doi.org/10.5169/seals-40614>

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.

Zerstörungsfreie, statistisch-morphologische Untersuchung eines Quarzfundes mit festen Einschlüssen

Von *Guido Gross* (Zürich)*)

Mit 1 Tabelle und 16 Figuren im Text

Zusammenfassung

Rund hundert Quarzkristalle eines Fundpunktes in Graubünden, die sich durch Einschlüsse von Epidot und Turmalin auszeichnen, werden anhand äusserer Kennzeichen untersucht. Es zeigt sich, dass der Fund eine ungewöhnlich grosse Anzahl rechts-links verzwilligter Kristalle aufweist. Zwischen der R-L-Verzwilligung einerseits und dem Einschluss von Turmalin andererseits wird eine Beziehung festgestellt.

EINLEITUNG

An der Disentiser Mineralienbörse 1968 erstand der Sammler Josef Hess aus Zürich von den Trunser Strahlern Gebrüder Demont eine Anzahl Quarze mit Einschlüssen, die sie auf *Metahorns*¹⁾ NW Truns im Vorderrheintal gefunden hatten. An etlichen Kristallen bemerkte Herr HESS gegenläufige Trapezoederflächen, was ihn auf Rechts-Links-Verzwilligung schliessen liess. Einem Vorschlag von Herrn Dr. H. A. Stalder vom Naturhistorischen Museum Bern, die Art der Verzwilligung festzustellen, folgte ich um so lieber, als sich daraus die Gelegenheit ergab, eine bisher ungebräuchliche morphologische Unterteilung für gesetzmässige achsenparallele Verwachsungen von Tiefquarz auf ihre Eignung für Statistiken zu erproben. Ausserdem war zu hoffen, dass das Untersuchungsergebnis einen weiteren Beitrag zu liefern imstande wäre zur Frage des Einflusses fester Einschlüsse auf die R-L-Verzwilligung des Bergkristalles (ENGEL, GROSS und NOWACKI 1964).

*) Adresse: Zollikerstrasse 265, CH-8008 Zürich.

¹⁾ Ortsübliche Benennung von Punkt 2385, einem Vorberg des Piz Ner, in Übereinstimmung mit Blatt «Disentis» der Landeskarte 1 : 50 000. Auf Blatt «Trun» 1 : 25 000 ist dieser Gipfel mit «Muot da Munt» bezeichnet, während der Name *Metahorns* sinn- gemäss für die Einsattelung zwischen Muot da Munt und Piz Ner verwendet wird.

Herrn Dr. H. A. Stalder und Herrn Prof. Dr. F. de Quervain bin ich für ihr Interesse an der Arbeit und deren Förderung herzlich dankbar. Den Herren Lizentiaten U. Seemann und T. Küpfer vom Mineralogisch-Petrographischen Institut der Universität Bern danke ich für die Gesteinsbestimmung, sowie Herrn J. Hess für die freundschaftliche Überlassung seines Materials während der Dauer der Untersuchung.

DER QUARZFUND

Die Bergkristalle sind von prismatischem Typ und mehrheitlich klar und glänzend. Ihr häufigster und auffälligster Einschluss ist *Epidot*. Dieses Mineral ist auch ausserhalb der Quarze sehr reichlich und gut erhalten vorhanden. Ein zweiter, ebenfalls häufiger Einschluss ist weniger in die Augen springend; er wurde wegen seiner nadeligen bzw. haarförmigen bis faserigen Ausbildung anfänglich für Strahlstein bzw. Amiant gehalten. Die dem grünen bis schwarzen Einschluss entsprechenden Aussenpartien der Stufen sind stark verwittert. Herr Prof. de Quervain von der Eidgenössischen Technischen Hochschule in Zürich war so freundlich, eine Probe zu untersuchen; er bestimmte das Mineral als *Turmalin* (Fig. 1). Weniger häufig sind Einschlüsse von *Chlorit* und noch

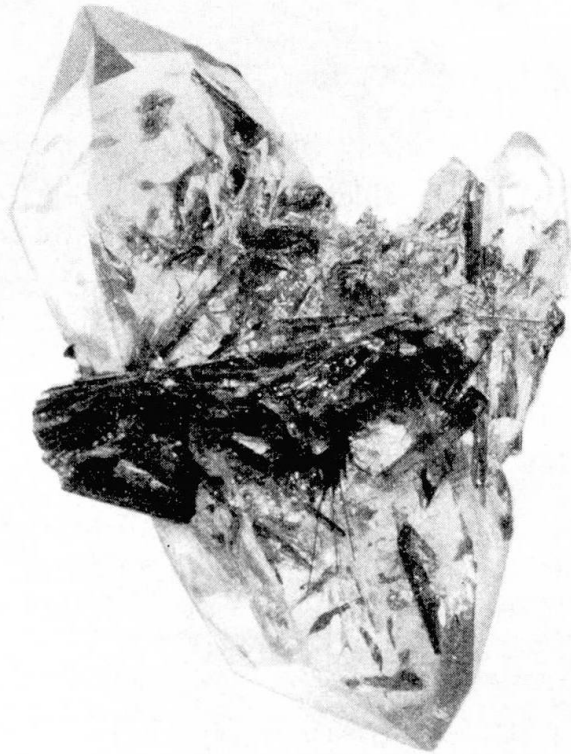


Fig. 1. Doppelendiger Quarzkristall mit Einschluss von Epidot, der auch äusserlich hervortritt, und feinen Turmalin-Nadeln. Exemplar 1 der Tabelle, Grösse 25 mm.
(Photo Schweizer Heimatwerk.)

spärlicher solche von *Amiant* zu beobachten, letztere in Form kurzer, das Muttergestein bedeckender Rasen.

Gestein ist nur an wenigen Stufen des Fundes vorhanden. Die Quarzkristalle sitzen, sofern sie nicht lose sind, auffallenderweise auf einem Sockel, der ausschliesslich aus parallelfaserigem bis -stengeligem Epidot und Turmalin besteht, die zuweilen mit Quarz vermennt sind (Fig. 2). Diese «Sockel» stellen wohl die anfängliche Füllung der Klüfte dar, welche, nach Angaben der Strahler, als Spalten den Fels durchziehen. Die Wachstumsrichtung der drei Sockelminerale, d. h. der Spaltenfüllung ist senkrecht zur Kluftwand und entspricht der Vorstellung eines mit der Kluftausweitung Schritt haltenden Kristallwachstums (LAEMMLEIN 1946).

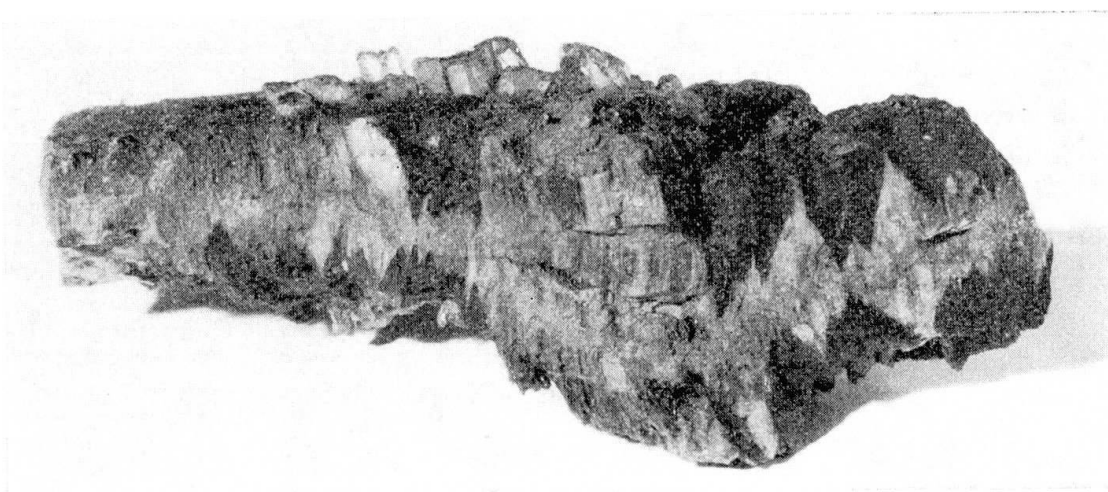


Fig. 2. Eine 14 cm lange Stufe, bestehend aus parallelstengeligem Epidot und Turmalin mit eingelagertem Quarz. Solche Kluftfüllungen bilden die Unterlage der meisten Bergkristalle von Metahorns. (Photo Schweizer Heimatwerk.)

Nach Bestimmung durch U. Seemann und T. Küpfer handelt es sich beim Muttergestein um eine leicht verschieferte Randfazies des sog. *Punteglias-diorits*, teils Epidot, teils Hornblende führend.

DIE GLIEDERUNG DES MATERIALS

Der statistischen Erfassung und Verwertung des Fundmaterials wird die in der Einleitung erwähnte morphologische Unterteilung zugrunde gelegt, die aus einer Studie über Flächenverteilung und Symmetrie bei Quarzzwillingen hervorgegangen ist (GROSS 1969). Sie ersetzt aus Symmetriegründen den kombinierten Dauphiné-Brasilianer-Zwilling (Twin on the Combined Law) durch den auch historisch fundierten Liebisch-Zwilling. Dreier- bzw. Viererverband sind Bezeichnungen für Ergänzungsverzwilligung von drei bzw. vier Individuen; sie stellen komplexe Verwachsungen nach allen drei Zwillingsgesetzen

dar. Der Viererverband ist identisch mit dem Vierling z. B. von LIEBISCH (1896), LINCK (1913) und KLOCKMANN-RAMDOHR-STRUNZ (1967).

Rechtskristall (Individuum)	R
Linkskristall (Individuum)	L
Rechter Dauphiné-Zwilling	(R-R)
Linker Dauphiné-Zwilling	(L-L)
Brasilianer Zwilling	(R-L)
Liebisch-Zwilling	(R-L)
Dreierverband, rechtsvorwaltend	(R-R-L)
Dreierverband, linksvorwaltend	(L-L-R)
Viererverband	(R-R-L-L)
Parallelverwachsung (Kristallstock)	
Zwillingsstock	

Grundelement einer Verwachsung ist das Individuum, der unverzwilligte Links- oder Rechtskristall: L oder R. Die als Drehung (beim Dauphiné-Gesetz) oder Spiegelung (beim Liebisch-Gesetz) verstandene entgegengesetzte Stellung des Zwillingspartners ist durch Fettdruck gekennzeichnet: **L** und **R** wenden oben dem Betrachter nicht eine positive, sondern eine negative Rhomboederfläche zu.

Mehr als vier beteiligte Individuen, wovon jeweils zwei den gleichen Drehsinn haben, sind in einer geschlossenen Zwillingsverwachsung (Ergänzungsverzwilligung) nicht möglich. Anders bei aggregatförmigen Verwachsungen. Die Parallelverwachsung setzt sich aus einer beliebigen Anzahl einfacher Kristalle des gleichen Drehsinns und gleicher Stellung zusammen; es handelt sich um eine gesetzmässige Verwachsung ohne Verzwilligung, d. h. ohne Symmetrienerhöhung. Der Zwillingsstock dagegen umgreift alle nur möglichen Kontakt- und Ergänzungszwillinge in paralleler Lage, doch ist normalerweise das Dauphiné-Gesetz allein vertreten. Tritt R-L-Verzwilligung hinzu, so ruft sie einer Vielzahl gesetzmässiger Beziehungen zwischen den einzelnen Individuen. Beide Erscheinungen sind bei Quarz häufig, doch nur der Begriff der Parallelverwachsung (des Kristallstockes) ist definiert, so z. B. bei NIGGLI (1941, 137) und bei FISCHER (1956, 131).

Allgemeingültige Abkürzungsformeln sind für Aggregate nicht aufstellbar, selbst wenn sie gesetzmässiger Art sind: ein jedes verlangt seine eigene. Spezielle Formeln aber lassen sich statistisch nicht bearbeiten. Man wird zu diesem Zweck einerseits die stark hervortretenden Teile eines Kristall- und Zwillingsstockes als selbständige Exemplare behandeln, andererseits die weniger ausgeprägte Gliederung eines Kristalls als Teile eines einheitlichen Exemplars auffassen. Durch diese Behandlungsweise der Aggregate gelangt man zu Exemplaren, die wie einzelne Kristalle dem Ermittlungsverfahren unterworfen werden können.

DIE MORPHOLOGISCHE ERMITTLUNG

Als Bestimmungsmerkmale dienen der Untersuchung das positive trigonale Trapezoeder x , die trigonale Dipyramide s , insofern ihr Drehsinn durch Streifung erkennbar ist, sowie die an den Quarzen von Metahorns nicht seltenen negativen trigonalen Trapezoeder.

Die negative Trapezoederfläche unterscheidet sich von der positiven durch eine parallel zur Überschneidungskante mit s verlaufenden, äusserst feinen Streifung, die sie dem blossen Auge matt erscheinen lässt, ferner durch eine gegenüber der Fläche x meist flachere Lage (Fig. 3)²⁾. Bisweilen aber führt sie in kontinuierlicher, konvexer Rundung in die s -Fläche über, unterbricht sie auch wohl oder schliesst sie nach oben, konkav austretend, ab. Sie kann für die Zwillingermittlung da von Bedeutung sein, wo x - und s -Flächen spärlich

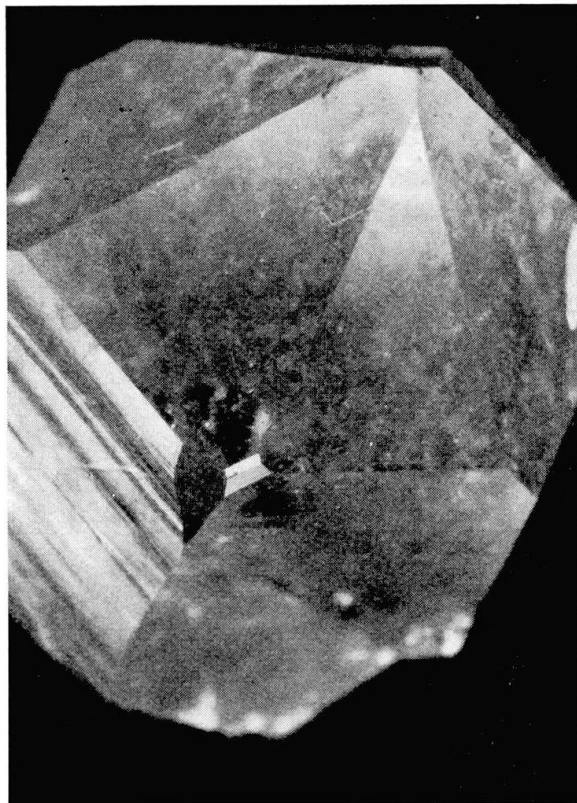


Fig. 3. Rechtskristall mit positivem und negativem Trapezoeder unter einer s -Fläche. Die feine Streifung von x' parallel der Überschneidung mit s tritt auf dem Bilde nur schwach hervor, dagegen ist seine flachere Lage gegenüber x' deutlich erkennbar. Grösse der neg. Trap. Fläche 2 mm. Rüteli-Farlau im Maderanertal.

²⁾ Diese kurze, unvollständige Charakterisierung trifft zu auf alpine Verhältnisse. Gewisse brasilianische Bergkristalle zeigen andere Ausbildungsweisen. Die eine besteht in starker und glatter Wölbung des negativen Trapezoeders sowie eines negativen steilen Rhomboeders, bei Anwesenheit von Ätzgrübchen. Eine weitere Ausbildungsweise, die dadurch auffällt, dass bei ihr das negative Trapezoeder zur dominierenden Form wird, ist beschrieben durch A. VITAL im Schweizer Strahler, H. 11, August 1972.

sind. Das negative Trapezoeder kommt an schweizerischen Quarzen häufiger vor, als nach dem Schrifttum anzunehmen wäre – bessere Berücksichtigung findet es als morphologisches Bestimmungsmerkmal im ostalpinen Raum (HERITSCH 1950, 1952).

Für den Fund von Metahorns erwies sich die gestreifte s-Fläche unerwarteterweise als das wichtigste Kennzeichen.

Die Flächenverteilung der drei als Bestimmungsmerkmale gewählten Formen am Quarzkristall sowie die orientierte Streifung von s- und negativer Trapezoeder-Fläche ist durch die Idealgestalten von Einkristall, Zwillingen und Zwillingenverbänden der Figuren 4–9 veranschaulicht. Als Bezeichnung für die in so schwankender Weise auftretenden negativen Trapezoeder ist das unbestimmte Symbol -tr verwendet, während die Fläche x als die wichtigste der positiven Trapezoederflächen alle übrigen vertritt. Linke und rechte For-

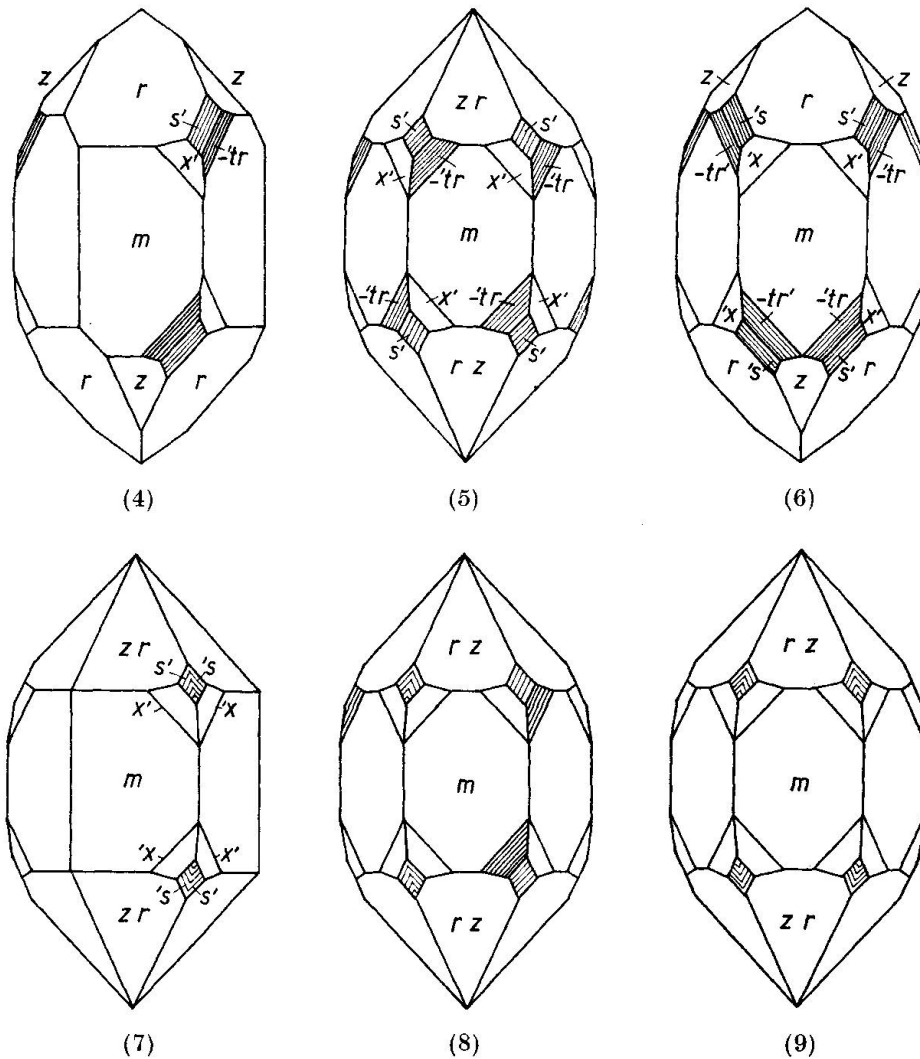


Fig. 4–9. Idealgestalten von Rechtsquarz (4), rechtem Dauphiné-Zwilling (5), Brasilianer Zwilling (6), Liebisch-Zwilling (7), rechts-vorwaltendem Dreierverband (8) und Viererverband (9).

men werden, anlehnend an PARKER (1963) durch Apostroph unterschieden, wobei zu berücksichtigen ist, dass das linke negative Trapezoeder -'tr zu einem Rechtskristall, das rechte negative Trapezoeder -tr' zu einem Linkskristall gehört.

Die Zwillingsgrenzen brauchen uns nicht zu beschäftigen; sie verlaufen auf völlig unschematische Weise zwischen den genannten Flächen, sofern diese verschiedenen Individuen angehören. Ihre morphologische Funktion besteht darin, dass ihr Verlauf mögliche Trapezoeder- und Dipyramidenflächen am Erscheinen verhindern kann. Da es unmöglich ist, dass sich zwei Individuen desselben Drehsinns an einer s-Fläche beteiligen, so führt die Dauphiné-Zwillingsgrenze nie über sie hinweg (MUEGGE 1932). Wohl aber vermögen auf ihr ein rechtes und ein linkes Individuum zusammenzutreffen. Die R-L-Zwillingsgrenze trennt dann Bereiche mit gegensätzlich gerichteter Streifung und es entsteht die sogenannte Feder- oder Fiederstreifung – ein sicherer Hinweis auf Verzwilligung nach dem Liebisch-Gesetz (Fig. 10).

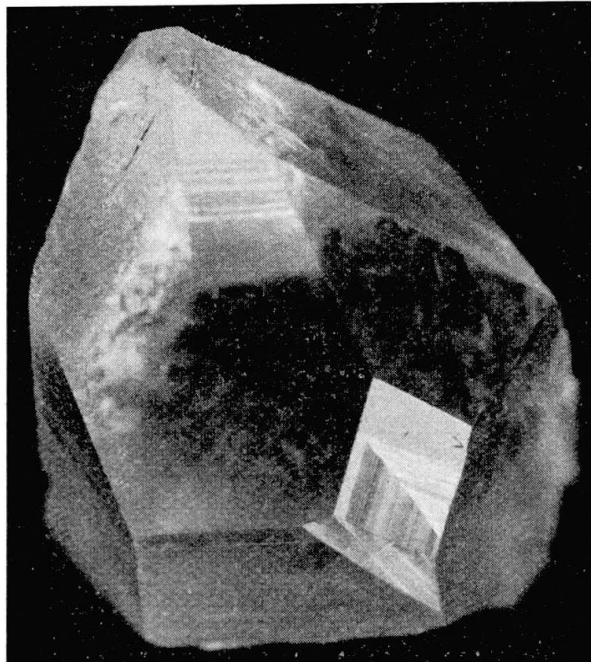


Fig. 10. Eine über die s-Fläche verlaufende Zwillingsgrenze zwischen einem rechten und einem linken Zwillingspartner verursacht die sogenannte Fiederstreifung – sie deutet auf das Liebisch-Gesetz. Grösse der s-Fläche 6 mm. Windgällenhütte im Maderanertal.

Das Ermittlungsverfahren ist einfach: Die am Kristall beobachteten Flächen x , s und $-tr$ werden in ein schematisches Abwicklungsnetz des Prismas graphisch eingetragen und mit dem Zeichen des Individuums (R , \mathbf{R} , L , \mathbf{L}) versehen, dem sie ihrer Plazierung gemäss zugehören. Diese Zeichen – identische auf eines reduziert – ergeben vereinigt das gesuchte Resultat, nämlich die Abkürzungsformel irgend eines der Glieder der Bestimmungsliste. Der Erläuterung dienen die Beispiele Fig. 11–16.

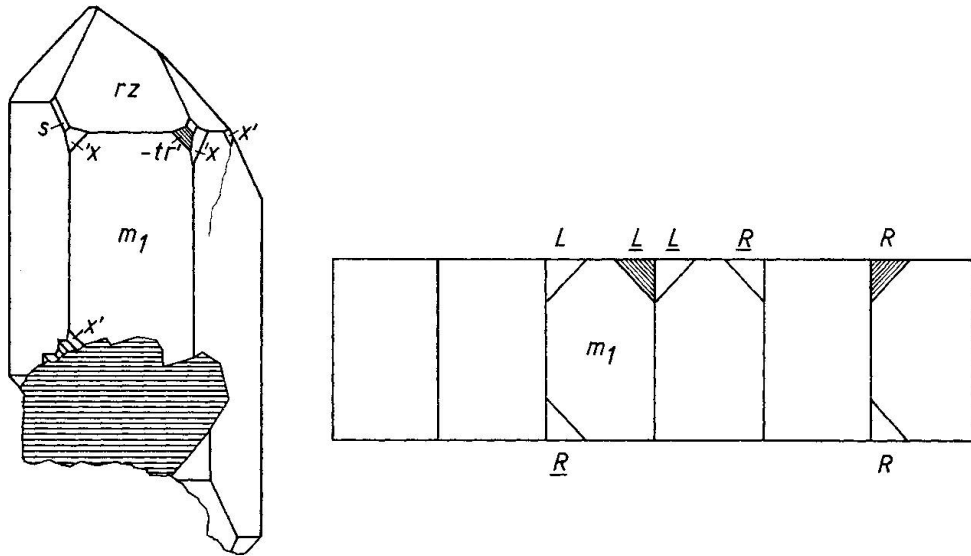


Fig. 11. Kristall Nr. 17 a, Grösse 40 mm, Beispiel eines Viererverbandes (R-R-L-L). Am Kristallbild sind die Flächen als positive oder negative, linke oder rechte charakterisiert. In das Abwicklungsschema werden sie als Vertreter von Kristallindividuen eingetragen – ihre Zusammenfassung ergibt die Art der Verzwilligung.

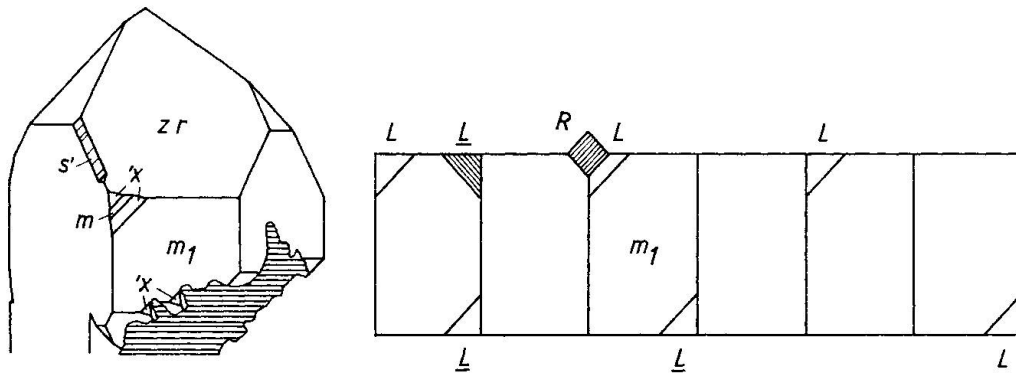


Fig. 12. Kristall Nr. 12, Höhe 17 mm, Beispiel eines linksvorwaltenden Dreierverbandes (L-L-R). Das rechte Individuum ist einzig durch eine gestreifte s-Fläche bestimmbar; ohne diese müsste auf einen linken Dauphiné-Zwilling geschlossen werden.

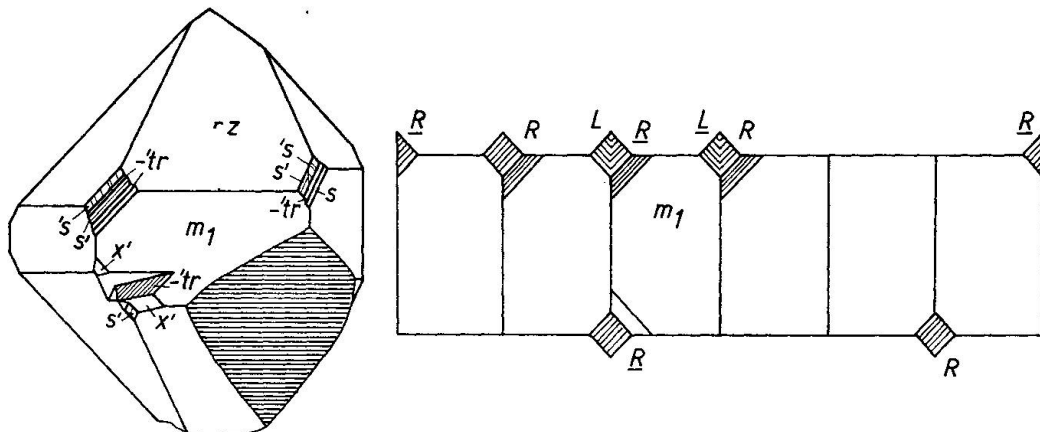


Fig. 13. Kristall Nr. 52, Grösse 16 mm, Viererverband (R-R-L-L). Hier würden die s-Flächen zur Bestimmung der Verzwilligung genügen. Ohne sie lägen nur die Trapezoeder eines rechten Dauphiné-Zwillings vor; bei Wegfall der negativen bliebe einzig das positive eines Rechtskristalls übrig.

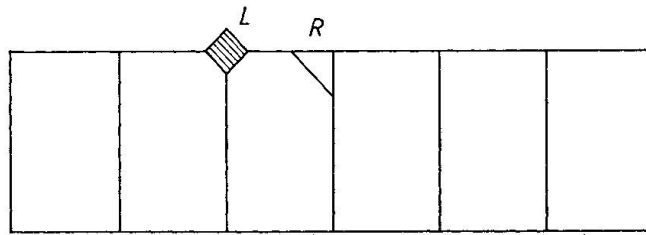


Fig. 14. Schema des Kristalls Nr. 33. Ein Minimum an notwendigen Flächen, eine rechte x- und eine linke s-Fläche, ergibt durch deren Plazierung den Brasilianer Zwilling (R-L).

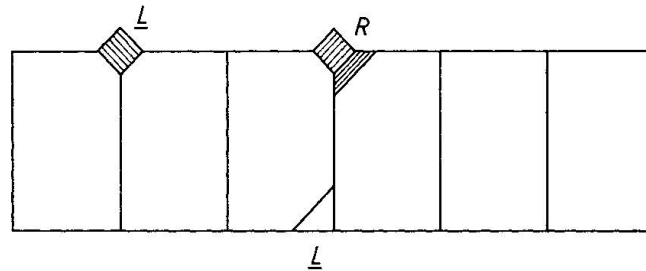


Fig. 15. Der Kristall Nr. 49 bekundet sich in doppelter Weise als Liebisch-Zwilling (R-L): durch die Verteilung der beiden Trapezoeder 'x und -'tr einerseits und der beiden gestreiften Dipyramiden 's und s' andererseits.

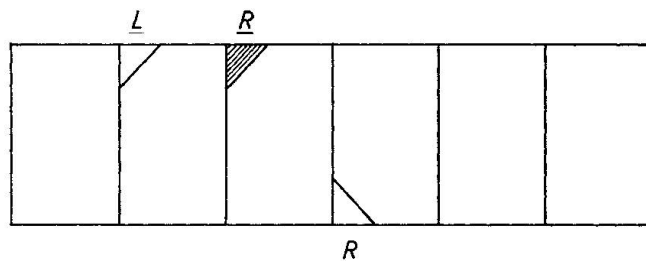


Fig. 16. Exemplar Nr. 53b. Dieser Dreiverband (R-R-L) müsste ohne Beziehung des negativen Trapezoeders als Liebisch-Zwilling betrachtet werden.

STATISTISCHE ERGEBNISSE

Zur Untersuchung eigneten sich 109 Kristalle. Sie verteilen sich auf 33 Stufen der Kollektion Hess, auf 25 Stufen des Schweizer Heimatwerkes Zürich und auf 3 Stufen des Strahlers K. Derungs in Domat/Ems – gesamthaft auf 61 Stufen.

Die Tabelle ist in zwei Hauptabschnitte unterteilt. Der linke Teil liefert die Zahlen für folgende Vergleiche:

- a) 14 einfachen Kristallen stehen 94 Zwillingssuarze gegenüber;
- b) 94 Zwillingssuarze teilen sich in 48 gleich- und 46 ungleichdrehende Verwachsungen;
- c) von 48 Dauphiné-Zwillingen sind 20 rechtsdrehend, 28 linksdrehend;
- d) von insgesamt 109 Kristallen erweisen sich 46 als Rechts-Links-Verwachsungen;
- e) unter 46 R-L-Verwachsungen befinden sich 6 eigentliche Zwillinge;
- f) 5 Brasilianer Zwillingen steht ein Liebisch-Zwilling gegenüber.

Exemplar	Rechts-Links-Verzwilligung								ohne x, s, -tr	Einschlüsse				Exemplar	Rechts-Links-Verzwilligung								ohne x, s, -tr	Einschlüsse					
	Einkristall		Dauphiné-Zwillinge		Zwillinge		Zwillings-Verbände			Epidot	Turmalin	Amiant	Chlorit		Einkristall		Dauphiné-Zwillinge		Zwillinge		Zwillings-Verbände			Epidot	Turmalin	Amiant	Chlorit		
	R	L	R-R	L-L	R-L	R-L	R-R-L	L-L-R							R-R-L-L	R	L	R-R	L-L	R-L	R-L	R-R-L						L-L-R	R-R-L-L
51 b										x				58a	x														
52							x		x	x				58b			x					x							
53a								x	x	x				59			x					x							
53b									x	x				60a						x		x							
54					x				x	x				60b	x							x							
55a									x	x				60c						x		x							
55b	x								x	x				60d		x						x							
55c					x				x	x				60e			x					x							
56a							x		x	x				60f			x					x							
56b					x				x	x				61			x					x							
56c				x					x	x												x							
56d								x	x	x												x							
57	x								x	x				109	7	7	20	28	5	1	11	14	15	1					

Will man berechnen, wie oft die einzelnen *Zwillings-Gesetze* vorkommen, so ist zu berücksichtigen, dass in den Dreierverbänden alle drei Gesetze je einmal, im Viererverband je zweimal wirksam sind (GROSS 1969). Demzufolge ergeben die komplexen Verzwilligungen für alle drei Gesetze dieselben Werte. Es treten auf:

- Dauphiné-Gesetz: 48 mal in Zwillingen, 55 mal in Zwillingsverbänden,
- Brasilianer-Gesetz: 5 mal in Zwillingen, 55 mal in Zwillingsverbänden,
- Liebisch-Gesetz: 1 mal in Zwillingen, 55 mal in Zwillingsverbänden.

Die Tabelle gestattet auch, die Links- und Rechtsanteile des Fundes, d. h. die Anzahl der beteiligten linken und rechten Individuen zu erfassen:

		<i>R-Anteile:</i>	<i>L-Anteile:</i>
7 Rechtsquarze	R	7	
7 Linksquarze	L		7
20 rechte Dauphiné-Zwillinge	(R-R)	40	
28 linke Dauphiné-Zwillinge	(L-L)		56
5 Brasilianer Zwillinge	(R-L)	5	5
1 Liebisch-Zwilling	(R-L)	1	1
11 R-vorwaltende Dreierverbände	(R-R-L)	22	11
14 L-vorwaltende Dreierverbände	(L-L-R)	14	28
15 Viererverbände	(R-R-L-L)	30	30
insgesamt		119	138

Damit sind die Gegenüberstellungen, die innerhalb des ersten Abschnittes der Tabelle möglich sind, erschöpft. Es ist die Feststellung des grossen Anteils *rechts-links* verzwilligter Kristalle, die den Fund von Metahorns zu einem ungewöhnlichen macht. Das Übergewicht der komplexen Zwillingsverwachungen über die reinen Zwillinge der beiden R-L-Zwillingsgesetze unterstützt die Annahme, dass das oft unberücksichtigte Liebisch-Gesetz in unsern Alpen praktisch ebenso stark verbreitet ist wie das Brasilianer Gesetz. Das Verhältnis von Rechts- zu Linksquarz ist bei Metahorns mit 46,3 : 53,7 Prozent etwas abweichend vom Durchschnitt bisher errechneter Werte (49,5 : 50,5 bei FRONDEL).

Der rechte Teil der Tabelle ermöglicht folgende Feststellungen: *Epidot* ist in beinahe allen Kristallen eingeschlossen. Wo er, wie dies bei 45 Exemplaren der Fall ist, ohne Turmalin auftritt, ist R-L-Verzwilligung nur in 5 Fällen nachweisbar. Umgekehrt sind von jenen Kristallen, die zusammen mit *Epidot* auch *Turmalin* einschliessen, zwei Drittel, nämlich 42 von 58 Exemplaren, *rechts-links* verzwilligt. Turmalin allein, ohne *Epidot*, ist in keinem der untersuchten Quarze anzutreffen. Da, wo R-L-Verzwilligung ohne Turmalin-Einschluss vorliegt, ist *Amiant* in zwei Fällen sicher, in drei weiteren vermutlich als Einschluss vorhanden. Eine Einflussnahme durch den geringen *Chlorit*-Einschluss ist nicht wahrzunehmen.

Die statistisch-morphologischen Beobachtungen am Fund von Metahorns führen zum Ergebnis, dass der *Turmalin-Einschluss* mit der Rechts-Links-Verzwilligung des Quarzes in einem Zusammenhang steht.

Frühere Befunde liessen einen solchen Zusammenhang annehmen für Einschluss von *Amiant* (ENGEL, GROSS und NOWACKI 1964), von *Turmalinasbest* (STALDER 1966) und von *Chlorit* (GROSS 1969).

LITERATUR

SMPM = Schweizerische Mineralogische und Petrographische Mitteilungen

- DANA-FRONDEL (1962): The System of Mineralogy. 7. ed. vol. III: Silicia-Minerals. Wiley & Sons, New York.
- ENGEL, P., GROSS, G. und NOWACKI, W. (1964): Alpine Quarzkristalle mit Einschlüssen als (R-L)-Zwillinge, SMPM 44/2.
- FISCHER, E. (1956): Einführung in die geometrische Kristallographie. Akademie-Verlag Berlin, S. 131.
- FRIEDLAENDER, C. (1948): Morphologische Feststellung von R-L-Verzwilligung an alpinen Quarzkristallen. SMPM 28.
- (1951): Untersuchung über die Eignung alpiner Quarze für piezoelektrische Zwecke. Beitr. Geol. Schweiz, Geotechn. Serie, Lief. 29. Kümmerly & Frey, Bern.
- FRONDEL, C. siehe DANA.
- GROSS, G. (1969): Über Flächenverteilung und Symmetrie bei Quarzzwillingen. Der Aufschluss, Jg. 20/2.

- HERITSCH, H. (1950): Über morphologisch erkennbare Rechts-Linksverzwillingung an ostalpinen Quarzkristallen. *Tschermak's Min. Petr. Mitt.* (dritte Folge), Bd. II.
- (1952): Die Erkennung achsenparalleler Quarzwillinge aus der morphologischen Ausbildung. *Mitt. Naturw. Ver. Steiermark* 81/82.
- KLOCKMANN-RAMDOHR-STRUNZ (1967): *Lehrbuch der Mineralogie*. Ferd. Enke, Stuttgart, S. 505.
- LAEMMLEIN, G. G. (1946): Über die Entstehung flacher Kristalle mit «weissen» Streifen. Aus «Fragen der Mineralogie, Geologie und Petrographie», herausg. v. d. Akad. Wiss., UdSSR. Übers. v. B. Stalder-Scherrer 1969.
- LIEBISCH, TH. (1896): *Grundriss der physikalischen Kristallographie*. Veit & Co. Leipzig, S. 130.
- LINCK, G. (1913): *Grundriss der Kristallographie*. 3. Aufl. Gust. Fischer, Jena, S. 102.
- MUEGGE, O. (1932): Zwillingsbau und Flächenzeichnung von bergkristallartigen Quarzen mit Rücksicht auf ihre Entstehungstemperatur. *Z. Krist.* 82.
- NIGGLI, P. (1941): *Lehrbuch der Mineralogie und Kristallchemie*. Teil I, 3. Aufl. Borntraeger, Berlin, S. 137.
- PARKER, R. L. (1963): Betrachtungen über die Morphologie alpiner Quarze. Aus «Die zentralschweizerischen Kristallin-Massive», 12. Sonderh. z. Z. «Der Aufschluss», Heidelberg.
- STALDER, H. A. (1966): Zwei ungewöhnliche Quarzvorkommen in der Schweiz (Blauquarz und Eisenkiesel). *SMPM* 46/2.

Manuskript eingegangen am 21. August 1972.