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

Band: 43 (1963)

Heft: 2

Artikel: Diskussion eines Zwillingsgefüges durch Achsenverteilungsanalyse an Quarz eines Tessinergneisses

Autor: Trommsdorff, Volkmar / Wenk, Eduard

DOI: https://doi.org/10.5169/seals-33471

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: 26.04.2025

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

Diskussion eines Zwillingsgefüges durch Achsenverteilungsanalyse an Quarz eines Tessinergneisses

Von *Volkmar Trommsdorff* und *Eduard Wenk* (Basel)

Mis 3 Textfiguren, 1 Tabelle und 2 Tafeln

Abstract

A preliminary petrofabric analysis of quartz in a deep-seated gneiss of the Lepontine Alps showed strong maxima, seemingly arranged along small circles symmetrical to s. This type of preferred orientation has been reported from granulite areas. The detailed study of the spatial distribution of quartz grains belonging to specific maxima (Achsenverteilungsanalyse after Sander) indicates a twin-relationship between neighbouring crystals. The angle of 76° between the most prominent maxima on both sides of s was often found also between the c-axes of adjacent crystals, both individuals showing "éclairement commun" when tilted around the axis perpendicular to the composition plane. The facts support a twin relationship between these quartz grains, according to the Grieserntal (low) or Esterel law (high), and orientation of the unit rhombohedron parallel to s. From the analysis of the fabric it follows that the quartz recrystallized with twins symmetrical to s, under mimetic conditions with respect to pre-existing inhomogenities. The geological position indicates that the fabric originated as a preferred orientation of high-quartz.

Ausgangspunkte

Im Val Redorta, einem Seitental der Val Verzasca, sind von Sonogno bis zu den Wasserfällen im Talhintergrund feinkörnige helle Alkalifeldspatgneisse aufgeschlossen. PREISWERK (1934) kartierte sie als „Aplitgneise und Granulitgneise". Von den übrigen Gesteinstypen der Verzasca unterscheiden sie sich durch ihr feines Korn und ihren Reichtum an Mikroklin und Albit. Albit tritt im ganzen Talgebiet nur in dieser alkalireichen Gneissfolge als Hauptgemengteil auf. Die beiden Feldspäte

bilden zusammen mit Quarz ein gleichkörniges, meist polygonales Mosaik, etwas nach s geplättet. Die konkordant eingeschaltete Serie steht im Gegensatz zu den überlagernden, grobflasrigen und meist biotitreichen Augengneissen und den hellen Zweiglimmergneissen vom Typus Verzasca.

Es handelt sich um einen tektonisch tiefen Körper im Gebirgsbau der Talschaft und somit um ein tiefes Niveau der lepontischen Tiefenzone überhaupt. Die Überlagerung dürfte 10 bis maximal 20 km betragen haben. Grobgemengte Mischgesteine mit diskordant durchaderndem, granitoidem Mobilisat treten im Hangenden noch 2000 m über dem Stockwerk von Val Redorta auf. Wir dürfen somit annehmen, dass hier die Temperatur im Verlauf der alpinen Orogenese 600° wesentlich überstieg, unabhängig davon, ob wir nun voraussetzen, dass die feinkörnigen Gneisse alpin überarbeitete Sockelrelikte, oder aber eine aus altem Kristallin und jungem Material hervorgegangene und homogenisierte Serie darstellen. Die geologische Situation ist für die Beurteilung der gefügeanalytischen Befunde von Bedeutung; sie macht es wahrscheinlich, dass Quarz in der Hochform kristallisierte.

Am Südufer der Redorta, am ersten Bächlein östlich der Cascata Froda (Koord. 702.8/133.8) wurde vor 20 Jahren ein orientiertes Handstück der genannten Serie gesammelt. Es handelt sich um einen zerscherten, lagigen, feinkörnigen Muskowit-Biotit-Mikroklin-Albitgneiss mit einem 1 cm mächtigen, konkordanten Quarzband, das stark verzahnte Lagenquarze enthält.

Die Gefügekoordinaten für die weitere Betrachtung ergeben sich bereits aus dem Handstück: s = ab, c $\perp$ s, b als Lineation in s. Unpublizierte frühere Gefügeanalysen an drei aufeinander senkrechtstehenden Schliffen der Quarzlage ergaben übereinsstimmend gut besetzte Maxima, die — nahezu symmetrisch zu s — auf Kleinkreisen um c des Gefüges angeordnet erscheinen. Die Diagramme unterscheiden sich von den für die Verzasca und die Leventina typischen Kreuzgürteln (Wenk, 1943), auch der Öffnungswinkel der Kleinkreise erweist sich als wesentlich grösser als jener der seltenen, bisher im Gebiet gefundenen Kleinkreisbesetzungen von Quarz (l. c. Tafel I, Diagramme 20 und 23). Die Redorta-Quarzregel entspricht weitgehend einem von Sander (1930, Diagramm 43, 45 u. a.) und anderen Forschern in Granulitgebieten und weiteren tief erodierten Kristallinmassen festgestellten Typus.

Die Probe (Vz. 209) wurde im Wintersemester 1962/63 im Rahmen eines gefügeanalytischen Kurses neu untersucht, und es konnten Achsenverteilungsanalysen von Quarz [001] an zwei ac- und einem ab-Schliff durchgeführt werden. Im ganzen

wurden 2177 Pole gemessen. Die orientierten Dünnschliffe wurden von Präparator E. Glauser hergestellt. Die grossmassstabigen Zeichnungen des Korngefüges besorgten die Doktoranden J. Hunziker, B. Reinhardt und W. Stern, teils direkt mittels eines mit Polaroidfiltern ausgestatteten „Spektrenprojektors" der Firma Zeiss-Jena, teils nach Photographien. An den Korngefügeanalysen beteiligten sich neben den beiden Autoren besonders B. Reinhardt, daneben auch J. Hansen, J. Hunziker, M. Joos, W. Stern und H. R. Wenk; J. Hansen übernahm auch die Reinzeichnung der Textfiguren. All den Genannten danken wir für ihre Mitarbeit.

Die der Einführung in die Methodik und zugleich einem Forschungsziel dienende Gemeinschaftsarbeit führte uns zu unerwarteten und — wie wir hoffen — fruchtbaren Überlegungen, die eine strenge Kontrolle der Messergebnisse erforderten. Je sorgfältiger wir die Achsenlagen bestimmten, um so enger begrenzt wurden die Maxima und um so mehr traten die Kleinkreisgürtel in den Hintergrund. Die bei der Achsenverteilungsanalyse erhaltenen Richtungen sprechen nur sporadisch dafür, dass in diesem Gefüge die kristallographische c-Achse oder ein Vertikalprisma beim Regelungsmechanismus von Quarz eine wichtige Rolle spiele und in Scherflächen des Gefüges eingeregelt sei. Die Hauptmaxima der Quarzachsen bilden hingegen mit c des Gefüges Winkel, welche die Einregelung des Rhomboeders $(10\bar{1}1)$ in s wahrscheinlich machen. Ausserdem zeigte sich bei der Detailarbeit, dass die optischen Achsen von benachbarten Körnern häufig getrennte Maxima besetzen und dass die c-Achsen von Quarzkörnern mit nahezu geradliniger Grenze || s überdurchschnittlich häufig Winkel von ca. 76° miteinander einschliessen. Stellt man in solchen Fällen die Verwachsungsebene der beiden Individuen senkrecht zur K-Achse des U-Tisches und dreht man das Präparat um diese Achse, so löschen die Individuen gleichzeitig aus und zeigen — sofern der Winkel zwischen Kontaktfläche und Dünnschliff nahezu 90° beträgt — beim Neigen um K stets die gleiche Interferenzfarbe — „éclairement commun" —, was Verzwillingung nach einem Normalengesetz anzeigt.

Unser Testfall spricht für Verzwillingung nach dem Grieserntal- oder Esterel-Gesetz, symmetrisch zu s des Gefüges, also für eine Möglichkeit der Regelung, die durchaus nicht abwegig erscheint. Wir stellen im folgenden die Argumente zusammen, die uns zu dieser Hypothese führten; beweiskräftig werden erst röntgenographische Studien sein. Die Kursstudie hat somit zu Gesichtspunkten geführt, die wir nicht voraussahen, und dies betrachten wir als wesentlichen Gewinn unserer Zusammenarbeit.

Allgemeines über Kleinkreisbesetzungen

In einer Kugelprojektion können Kleinkreisbesetzungen auf zwei grundsätzlich verschiedene Arten entstehen:

1. dadurch, dass der Pol, dessen Orientierung dargestellt wird, selbst *unmittelbar* als Mantellinie eines Kreiskegels mit Rotationsfreiheit eingeregelt wird.

2. durch Einregelung einer zum dargestellten Pol geneigten Gitterebene in ein planares Parallelgefüge s ohne Fixierung einer Richtung in s.

Auf unser Beispiel Quarz übertragen und auf Kleinkreise um die Achse c des Gefüges würde dies im ersten Falle die doppelte Bedeutung haben, dass zunächst einmal die kristallographische c-Achse, deren Orientierung wir auf optischem Wege verfolgen, beziehungsweise irgendein Prisma der Vertikalzone, für den Regelungsmechanismus entscheidend sei, und dass dieser Vektor einen Doppelkegelmantel mit der Gefügeachse c umschreibe. Diese gedanklich naheliegende Lösung ist jedoch zu konfrontieren mit der zweiten Möglichkeit, dass eine zur kristallographischen c-Achse geneigte Gitterebene in s des Gefüges eingeregelt ist, aber im übrigen Lagefreiheit besitzt. Die kristallographische c-Achse von Quarz kann in diesem Falle nur indirekt, *mittelbar*, Auskunft geben über den Regelungsmechanismus.

Die Entscheidung zwischen den zwei Möglichkeiten bedarf unter anderm einer Untersuchung durch Achsenverteilungsanalyse (AVA). Es ist zu prüfen, ob ausser eventuell sichtbaren Scherflächen auch die anisometrischen Kornformen und die räumliche Verteilung der auf bestimmte Richtungsgruppen entfallenden Körner Anhaltspunkte für den einen oder den anderen Fall ergeben.

Kleinkreisbesetzungen auf der Lagenkugel wurden als typische Gefügediagramme erstmals von SANDER (1928, S. 13) diskutiert, und zwar für Calcit sowie für nicht als „Kreuzgürtelbilder" deutbare Quarzdiagramme, welche zunächst rein geometrisch als „Kleinkreisgürtel" bezeichnet wurden. Später versucht SANDER, die von ihm an Quarz an Beispielen aus dem sächsischen Granulitgebirge festgestellten Kleinkreisgürtel um c des Gefüges zu deuten unter zunächst hypothetischer Rückführung der in diesen Kleinkreisgürteln auftretenden Maxima II—IV auf Scherflächen h0l, 0kl, nebst Plättungs-s (1930, S. 182ff.).

Der Regelungstyp wird von SENG (1931 und 1934) ohne nähere Deutung ebenfalls an Diagrammen aus dem sächsischen Granulitgebirge bestätigt. Eine umfassende Diskussion über Granulitgefüge findet sich bei SANDER (1934).

Im Zusammenhang mit „Zweigürtelbildern" (SANDER, 1930, S. 238) werden die als „Pseudozweigürtel" bezeichneten Kleinkreisbesetzungen um c mit verbindender Brücke über a des Gefüges von SANDER (1950, S. 211) ausführlich diskutiert.

Gleiche Bilder (mit Max. II), leider missverständlich als Parallelgürtel beschrieben, erwähnt A. SCHÜLLER (1949) aus Gesteinen der Münchberger Gneismasse.

Schliesslich wird von BEHR (1961) in einer grossangelegten Gefügeanalyse der Pseudozweigürtel (seltener Max. II, meist paarige Max. III und IV) als „allgemeinster Regelungstypus" des granulitischen Kerns des sächsischen Grundgebirges belegt.

Die Typisierung inhomogener Bereiche ist das wesentliche Ziel der AVA und erlaubt Aussagen über die Entstehung der Regelung. Neben der Charakterisierung von Gefüge-Genität (SANDER, 1950, S. 7ff.) und -Tropie (SANDER, 1950, S. 7, 161) wurde in unserem Beispiel besonderes Augenmerk auf Nachbarschaftsbeziehungen von Körnern gerichtet.

Verteilungsanalyse der Quarz-c-Achsen (AVA)

Gemessen werden zunächst Diagramme aus allen 3 Hauptschnitten des Gefüges (Tafel I, D 4, D 5; Tafel II, D 8).

Diagramm 1 zeigt den Schnitt b mit symmetrischen Maxima II—IV auf der linken Hälfte der Projektion sowie Maximum III (vgl. SANDER, 1950, Diagramm 48b). Der sich aus der Verbindung der Maxima ergebende Kleinkreis um c des Gefüges hat einen Öffnungswinkel von 52°. Maximum I fehlt, hingegen sind die Maxima II—IV durch eine schwach besetzte Brücke verbunden. Somit ergibt sich insgesamt das Bild eines unterbrochenen Pseudozweigürtels von trikliner Symmetrie. Die in das Diagramm eingetragenen Inhomogenitäten h0l, 0kl sind aus der AVA gewonnen. Gross- und Kleinkorngefüge erwiesen sich als streng homotrop.

Das Auftreten der Maxima und die bereits im Handstück ausserhalb der Quarzlage sichtbaren h0l-Flächen liessen am ehesten im ac-Schnitt durch AVA erschliessbare Inhomogenitäten erwarten. Es wurde daher zunächst der ac-Schnitt zur AVA herangezogen, und zwar nur die Quarzlage, da ausserhalb dieser die Regel durch den Einfluss der anderen Gefügegenossen undeutlich wird, wie Diagramm 2 verglichen mit Diagramm 1 zeigt. Da die Grösse des in einem Dünnschliff analysierbaren Bereiches nicht ausreichend erschien, wurde die AVA an zwei Parallelschliffen durchgeführt, was gemeinsam mit der in der Folge durchge-

führten AVA im Schnitt „fast normal" c ein gutbelegtes, dreidimensionales Gefügebild ergibt. Gemessen wurden im Schnitt ac 1173 Körner, im Schnitt (nahe) ab 536 Körner.

Die Aufteilung in Richtungsgruppen (SANDER, 1930, S. 171; RAMSAUER, 1941) RG ergab sich aus dem Gefügebild; die drei Hauptmaxima wurden getrennt, ebenso der Übergangsbereich zwischen den Maxima II—IV sowie ein Kegel um b mit 48° Öffnungswinkel. Die RG 1 bis 5 sind aus Tafel I, D 3, ersichtlich.

Aus den Gesamtdarstellungen der RG in den Schnitten ac und ab (Tafel I, 1; Tafel II, 6) ist zu sehen, dass es sich um ein stark verzahntes Quarzgefüge handelt. Neben der hohen Gliedrigkeit $\frac{\text{Länge der Kornkonturen}}{\text{Flächenanteil der Kornart}}$ im Sinne von LADURNER (1952, S. 15), ist die Neigung zur Bildung von Überindividuen, beziehungsweise insularen Kornhäufungen, der einzelnen RG auffällig (SANDER, 1930, S. 133, 135ff.; vgl. auch KOARK, 1957, S. 61). Infolge der hohen Gliedrigkeit ist es unmöglich, für die Gestalt der Quarze einen schematischen Bezugskörper anzugeben. Deutlich ist lediglich, dass der statistisch kürzeste Durchmesser der Körner in c des Gefüges liegt. Der Schnitteffekt (SANDER, 1954) kommt jedoch, wie aus der Überführbarkeit der verschiedenen Diagramme hervorgeht (D 1, D 4, D 5, D 8), im vorliegenden Beispiel nicht zum Ausdruck.

Die bereits in der RG-Gesamtdarstellung auftretenden Richtungen werden in den RG-Einzeldarstellungen (Tafel I, 3, 4, 5; Tafel II, 7, 8, 9) noch deutlicher. Aus verschiedenen Gründen verwenden wir die von KOARK (l. c., S. 58f.) vorgeschlagene und angewandte Methode der RG-Einzeldarstellung. Einmal ist es wünschenswert, die RG einzeln zu zeichnen, da sie aus einer nicht farbig reproduzierten Gesamtdarstellung nicht deutlich genug lesbar sind. Zum anderen zeigte sich, dass die auftretenden Inhomogenitäten in unserem Beispiel mittels der Koarkschen Methode deutlicher zum Ausdruck kommen als mittels Auszählung. Es ist auch infolge der hohen Gliedrigkeit des Gefüges nicht ohne weiteres möglich, einen Schwerpunkt für das einzelne Korn anzugeben sowie zwischen Ein- und Mehrkörnern zu unterscheiden. Eine Auszählung nach der Korndichte ist also für ein derartiges Beispiel nicht ohne weiteres möglich. Eine Auszählung nach der Stoffdichte ergab auch keine bessere Lesbarkeit als die RG-Einzeldarstellungen.

Lineare Kornaneinanderreihungen wurden in den RG-Einzeldarstellungen erfasst und quantitativ ausgewertet. Die sich ergebenden Richtungen sind in Tabelle 1 zusammengestellt. Zur näheren Kennzeichnung der auftretenden Richtungen sind weitere Daten in der Tabelle ange-

Tabelle 1

∢ zu s		Kornzahl	%	Stoffstrecke	%	Gesamtstrecke	%	Gruppen	Stoffstr. / Gesamtstr.	Stoffstr. / Kornzahl	
RG 1	0°	47	15	701	17,6	868	15,5	23	0,81	14,9	s
	17°	94	30	1272	32	1734	30,9	42	0,72	13,6	$h0l_1$
	163°	119	37,9	1573	39,5	2308	41,0	53	0,68	13,2	$h0\bar{l}_1$
	54°	28	8,9	231	5,8	380	6,8	15	0,61	8,2	$h0l_2$
	124°	26	8,2	205	5,1	329	5,8	12	0,62	7,9	$h0\bar{l}_2$
		314	100,0	3982	100,0	5619	100,0				
RG 2	0°	82	37,8	1429	34,5	1550	30,0	24	0,91	17,4	s
	22°	31	14,3	1207	29,2	1436	27,8	22	0,86	39,0	$h0l_1$
	158°	63	29,0	964	23,3	1425	27,6	33	0,67	15,3	$h0\bar{l}_1$
	52°	16	7,4	183	4,4	280	5,4	11	0,65	11,4	$h0l_2$
	116°	25	11,5	353	8,5	468	9,1	10	0,75	14,1	$h0\bar{l}_2$
		217	100,0	4136	99,9	5159	99,9				
RG 3	0°	36	25,9	1150	42,4	1255	35,2	13	0,92	32,0	s
	22°	51	36,7	762	28,1	1075	30,2	34	0,71	14,9	$h0l_1$
	158°	28	20,1	454	16,7	790	22,2	22	0,58	16,3	$h0\bar{l}_1$
	58°	10	7,2	138	5,1	165	4,6	3	(0,83)	(13,8)	$h0l_2$
	110°	14	10,1	212	7,8	280	7,8	7	(0,75)	(15,2)	$h0\bar{l}_2$
		139	100,0	2716	100,1	3565	100,0				

geben: Die an der betreffenden Inhomogenität beteiligte Kornzahl, die Gesamtlänge der Kornreihen und die stoffliche Beteiligung der RG an der Inhomogenität durch Angabe der Stoffstrecke. Aus dem Verhältnis $\frac{\text{Stoffstrecke}}{\text{Gesamtstrecke}}$ ergibt sich die stoffliche Besetzung der Inhomogenität durch die RG, aus dem Verhältnis $\frac{\text{Stoffstrecke}}{\text{Kornzahl}}$ die durchschnittliche Länge der Körner in Richtung der Inhomogenität — alles natürlich nur für den betreffenden Schnitt.

Die Tabelle 1 zeigt, dass die Intensität des Auftretens der einzelnen Richtungen zwar verschieden ist, dass sich aber für keine RG eine spezifische Richtung angeben lässt, da alle RG an sämtlichen Richtungen beteiligt sind, das heisst, die Richtungen sind polymaximal. Deutlich ist lediglich, dass die Richtung s stofflich in RG 3 stärker zum Ausdruck kommt, die Richtungen $h0l_1$ und $h0l_2$ stärker bei RG_1 und RG_2. Die aus postkristallin deformierten Quarziten (AVA Raintalquarzit, Ramsauer, 1941) bekannten und schon früher aus der Gefügekunde belegten h0l- und 0kl-Eigenregeln mit Maxima II und III, welche dann als Gesamtheit die Lagenkugelbesetzung ausmachen, sind somit in unserem Beispiel eines rekristallisierten Gefüges nur noch schwach angedeutet. Die Rekristallisation des Gefüges erfolgte also unter Abbildung der vorhandenen Richtungen durch alle RG, mit stärkerer Betonung von h0l durch RG 1 und RG 2, von 0kl (im ac-Schnitt || s) durch RG 3. Die Schnittgeraden der durch AVA nachweisbaren, zum Teil auch schon am Handstück deutlichen Inhomogenitäten s, h0l, 0kl, ac, bc, erscheinen im vorliegenden Fall durch die Regelung nicht abgebildet, sie können aber, was in der Gefügekunde mehrfach nachgewiesen wurde, eine für den Regelungsvorgang wichtige Rolle spielen.

Wie schon bemerkt, fallen die Maxima der RG 1 und 2 jeweils in die Halbierende des spitzen Winkels zwischen den Scherflächen $h0l_1$ und $h0l_2$. Die Messung der Winkel zwischen den c-Achsen sich berührender Körner der RG 1 und RG 2 ergab mit überdurchschnittlicher Häufigkeit 76° und 77°, was aus der Darstellung Fig. 1 ersichtlich ist. Diese Zahl entspricht dem doppelten Wert des Winkels 38° 13′, den die kristallographische c-Achse von Quarz mit der Rhomboederfläche $(10\bar{1}1)$ bildet. Der Befund weist darauf hin, dass bei der Interpretation des untersuchten Korngefüges kristallographische Winkelbeziehungen ernsthaft berücksichtigt werden müssen. Die in bezug auf s symmetrische Lage der Maxima sowie der Umstand, dass Nachbarkörner, welche den RG 1 und 2 angehören, das „éclairement commun" zeigen, sprechen eindrücklich für die Beteiligung von Zwillingen am Gefügeaufbau. Die Vorstellung, dass

r $(10\bar{1}1)$ respektive z $(0\bar{1}11)$ in s eingeregelt ist und dass die Gitterebene nicht nur als Translationsebene, sondern als Zwillingsebene (Normalengesetz) funktioniert, wird also dem gegebenen Sachverhalt gerecht (Fig. 2). Die sich ergebenden Pole der Verwachsungsebenen sind in Fig. 3 dargestellt. Die Ebene, welche durch die c-Achsen zweier ver-

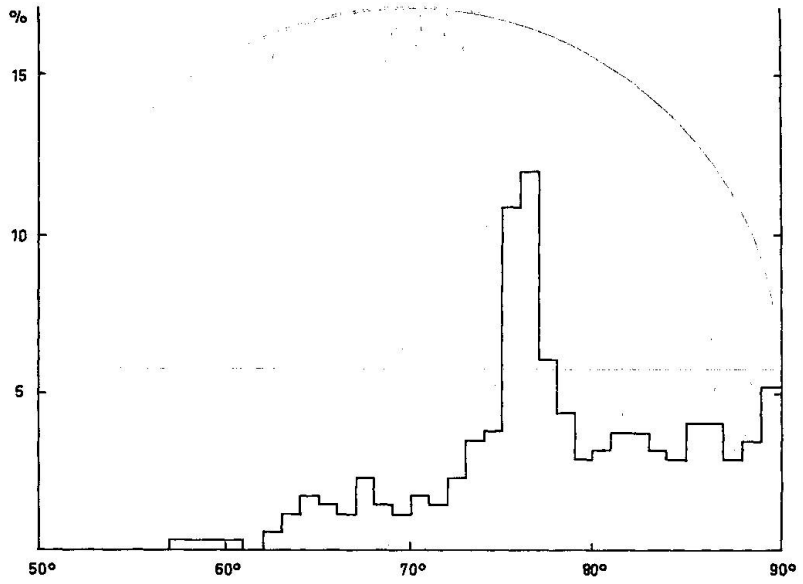


Fig. 1. 175 Winkel zwischen c-Achsen benachbarter Quarzkörner der RG 1 und RG 2.

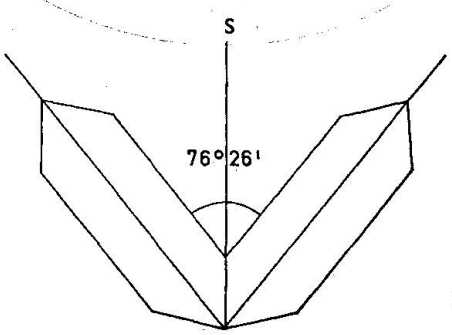


Fig. 2.

zwillingter Individuen und durch die beiden Maxima zu RG 1 und 2 gelegt werden kann, entspricht einer 20° schief zu ac liegenden hk0-Fläche des Gefüges. Die Einregelung einer Kante rz in die Gefügegleitrichtung a ergäbe für diese Ebene 16° schief zu ac.

Die Deutung des Maximums II (—IV) als Einregelung des Rhomboeders r $(10\bar{1}1)$ oder z $(0\bar{1}11)$ in s ist nicht neu. W. SCHMIDT gibt diese Deutung bereits 1927 als theoretische Möglichkeit an. Dabei soll die Kante rz in die Gefügegleitrichtung a eingeregelt sein. Die Schwierigkei-

ten der Schmidtschen Ableitungen wurden von SANDER (1930, S. 183) diskutiert. Neuerdings wurde ein Regelungsbild mit einem einzelnen Maximum II von KOJIMA und SUZUKI (1958) als Einregelung von r oder z in ein *Scherungs-s* mit ablesbarer Relativbewegung gedeutet. (Der spitze Winkel zwischen Quarz-c und der Scherfläche ab weist in

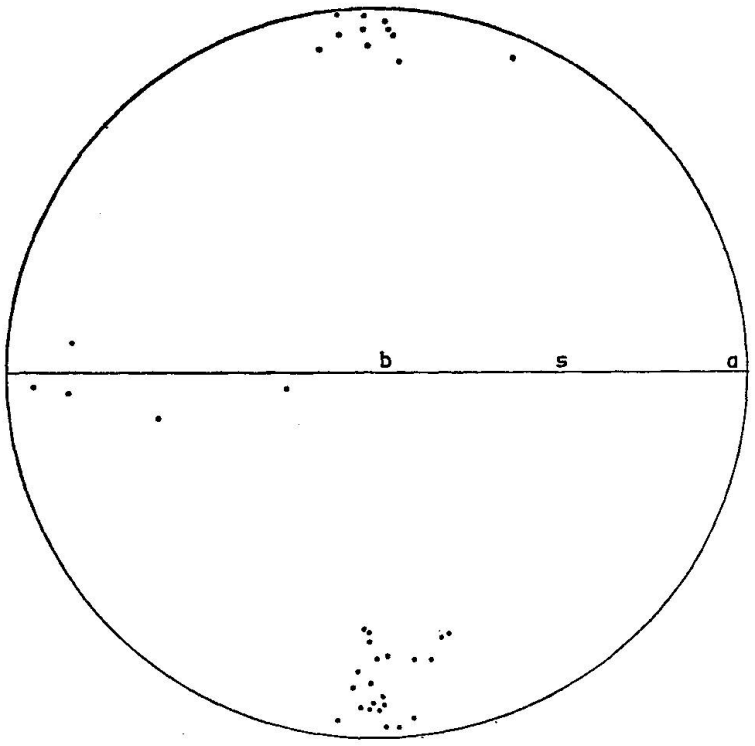


Fig. 3. 38 Pole von Verwachsungsebenen benachbarter Quarzkörner der RG 1 und RG 2.

Richtung der Relativverschiebung). Durch weitere japanische Arbeiten scheint diese Hypothese bestätigt zu werden (KOJIMA-HIDE, 1958; NUREKI, 1960). Einzelne Diagramme bei BEHR (l. c., S. 21) mit Maximum II scheinen ebenfalls der obigen Annahme zu entsprechen.

Die Möglichkeit des Auftretens von Zwillingen wird von SANDER (1930, S. 180; 1950, S. 151, sowie Diagramme 29, 33, 35) anhand symmetrischer Maxima in Pseudozweigürteldiagrammen diskutiert.

Als Zwillingsgefüge mit Zwillingen nach $(10\bar{1}1)$ und Verwachsungsebene ac deutet T. L. Ho (1946) ein Gefügebild aus Wutai-Schists in der Provinz Shansi, China. Dieser bisher nicht wieder bestätigte Regelungstyp wurde jedoch nicht näher charakterisiert, und seine Deutung wird von FAIRBAIRN (1949, S. 132) in Frage gestellt.

Zwillinge nach $(10\bar{1}1)$, dem Kohäsionsminimum des Quarzes, sind

bekannt als Verwachsungen nach dem Grieserntalgesetz bei Tiefquarz (ROSE, 1851; GOLDSCHMIDT, 1905) und nach dem Esterelgesetz bei Hochquarz (DRUGMAN, 1911). Das Esterelgesetz ist zugleich das häufigste und weitverbreitete Gesetz von Hochquarz. Die aus dem geologischen Befund abgeleiteten pt-Bedingungen der Metamorphose fallen in den Bereich des Hochquarzes. Es ist demnach möglich, dass die vorliegende Regel als Hochquarzregelung entstand, was besonders auch dadurch wahrscheinlich wird, dass der untersuchte Regelungstyp auf tief-, meso- und katametamorphe Quarztektonite, besonders auf Granulite, beschränkt ist. Gefügeanalyse und geologischer Befund ergeben somit die folgende Gefügesynthese:

1. Plättung des Gefüges unter Anlage des Plättungs-s (zugleich das sichtbare Stoff-s). Die Plättung erfolgt unter Scherung (mit Internrotation). Aus der AVA ergeben sich die Scherflächen: $h0l_1$, $h0\bar{l}_1$; $h0\bar{l}_2$, $h0l_2$; 0kl (einscharig).

2. Rekristallisation des Quarzgefüges unter Bildung von Zwillingen nach $(10\bar{1}1)$ mit Verwachsungsebene || s. Polymaximale Abbildung des Scherflächengefüges durch die symmetrischen Maxima zu RG_1 und RG_2 und das Maximum zu RG 3.

3. Schwache Pressung führt zu Undulation des Quarzes || c (Quarz).

Literatur

BEHR, H. J. (1961): Beiträge zur petrographischen und tektonischen Analyse des sächsischen Granulitgebirges. Freiberger Forschungsh., C 119.

DANA, J. D. and ED. S. (1962): siehe FRONDEL, C.

DRUGMAN, J. (1911): An example of quarz twinned on the primary rhombohedron. Mineral. Mag., 16, 112—117.

FAIRBAIRN, H. W. (1949): Structural petrology of deformed rocks. Cambridge, Mass.

FRONDEL, C. (1962): The System of Mineralogy of J. D. Dana and E. S. Dana. 7th Ed., Vol. III, Silica Minerals. New York/London.

GOLDSCHMIDT, V. (1905): Quarzzwilling nach r 10. Tschermaks mineral. petrogr. Mitt. NF 24, 157—166.

HO, T. L. (1946): Petrofabric analysis of some Wutai schist and its bearing on the tectonite. Bull. geol. Soc. China, Vol. XXVI, 109—119.

KOARK, H. J. (1957): Gefügeregel und Gefügegenität in einem Quarz in Quarz B-Tektonit. Bull. geol. Inst. Uppsala, 37, 43—78.

KOJIMA, G. and SUZUKI, T. (1958): Rock structure and quartz fabric in a thrusting shear zone: the Kiyomizu tectonic zone in Shikoku, Japan. J. Sc. Hiroshima Univ., Ser. C, 2, No. 3, 173—193.

Kojima, G. and Hide, K. (1958): Kinematic interpretation of the quartz fabric of triclinic tectonites from Besshi, Central Shikoku, Japan. J. Sc. Hiroshima Univ., Ser. C, 2, No. 3, 195—225.

Ladurner, J. (1952): Zur Kenntnis von Korundgefügen (AVA an Naxos Smirgel). N. Jb. Mineral., Abh., 84, 1—42.

Nureki, T. (1960): Structural investigation of the Ryôké metamorphic rocks of the Area between Iwakuni and Yanai, southwestern Japan. J. Sc. Hiroshima Univ., Ser. C, 3, No. 1, 69—141.

Preiswerk, H. u. a. (1934): Geologische Karte der Tessineralpen zwischen Maggia- und Bleniotal. Geol. Spezialkarte 116, Schweiz. geol. Kommiss. Bern.

Ramsauer, H. (1941): Achsenverteilungsanalysen an Quarztektoniten. Diss. Univ. Innsbruck Nr. 304.

Rose, G. (1851): Über ein neues Zwillingsgesetz beim Quarz. Ann. Phys. Chem., Poggendorf, 28, 461—463.

Sander, B. (1928): Über Tektonite mit Gürtelgefüge. Fennia, 50, No. 14, 3—25.

— (1930): Gefügekunde der Gesteine, Wien.

— (1934): Fortschritte der Gefügekunde der Gesteine, Anwendungen, Ergebnisse, Kritik. Fortschr. Mineral., Krist., Petrogr. 18, 111—170.

— (1948—1950): Einführung in die Gefügekunde der geologischen Körper. Bd. I, 1948; Bd. II, 1950. Wien-Innsbruck.

Sander, B., Kastler, D., Ladurner, J. (1954): Zur Korrektur des Schnitteffekts in Gefügediagrammen heterometrischer Körner. Sitzungsber. österr. Akad. Wiss., math. nat. Kl., Abt. I, 163, 401—424.

Schmidt, W. (1927): Zur Quarzgefügeregel. Fortschr. Mineral., 11, 334—336.

Schüller, A. (1949): Petrogenetische Studien zum Granulitproblem an Gesteinen der Münchberger Masse. Heidelbg. Beitr. Mineral. Petrogr. 1, 269—340.

Seng, H. (1931): Die Gefügeeigenschaften von Granuliten. Mineral. petrogr. Mitt. Tschermak, NF, 41, 453—472.

— (1934): Beiträge zur petrographisch-tektonischen Analyse des sächsischen Granulitgebirges. Mineral. petrogr. Mitt. Tschermak, NF, 45, 373—423.

Wenk, E. (1943): Ergebnisse und Probleme von Gefügeuntersuchungen im Verzascatal (Tessin). Schweiz. mineral. petrogr. Mitt., 23, 265—295.

— (1955): Eine Strukturkarte der Tessineralpen. Schweiz. mineral. petrogr. Mitt., 35, 311—320.

Manuskript eingegangen am 22. Mai 1963.

Erläuterungen zu den Tafeln I und II

Alle Abbildungen beziehen sich auf den Muskowit-Biotit-Mikroklin-Albitgneiss mit Quarzlage in Val Redorta (Koord. 702.8/133.8). Die in den RG-Darstellungen angegebene Strecke entspricht 2,5 mm.

1. Gesamtdarstellung der Richtungsgruppen in Vz. 209 ac_1. Hierzu Diagramm D 4.
2. Gesamtdarstellung der Richtungsgruppen in Vz. 209 ac_2. Hierzu Diagramm D 1. Übersicht über die auftretenden Richtungen.
3. Richtungsgruppe I. Einzeldarstellung.
4. Richtungsgruppe II. Einzeldarstellung.
5. Richtungsgruppe III. Einzeldarstellung.
6. Gesamtdarstellung der Richtungsgruppen in Vz. 209 ab_2. Hierzu Diagramm D 8. Übersicht über die auftretenden Richtungen.

D 1 Vz. 209 ac_2. 483 Quarz c-Achsen der Quarzlage. 0—0,4—0,8—1,3 1,7—2,1—2,5—2,9—3,4—3,8—4,2%; >4,2% Maximum 8%.

D 2 Vz. 209 ac_2. 150 Quarz c-Achsen ausserhalb der Quarzlage. 6—5,3 —4,7—4—3,4—2,7—2,1—1,3—0,6—0%; 0%.

D 3 Vz. 209 ac. Einteilung in Richtungsgruppen (RG) zu den Diagrammen Vz. 209 ac_1 und Vz. 209 ac_2.

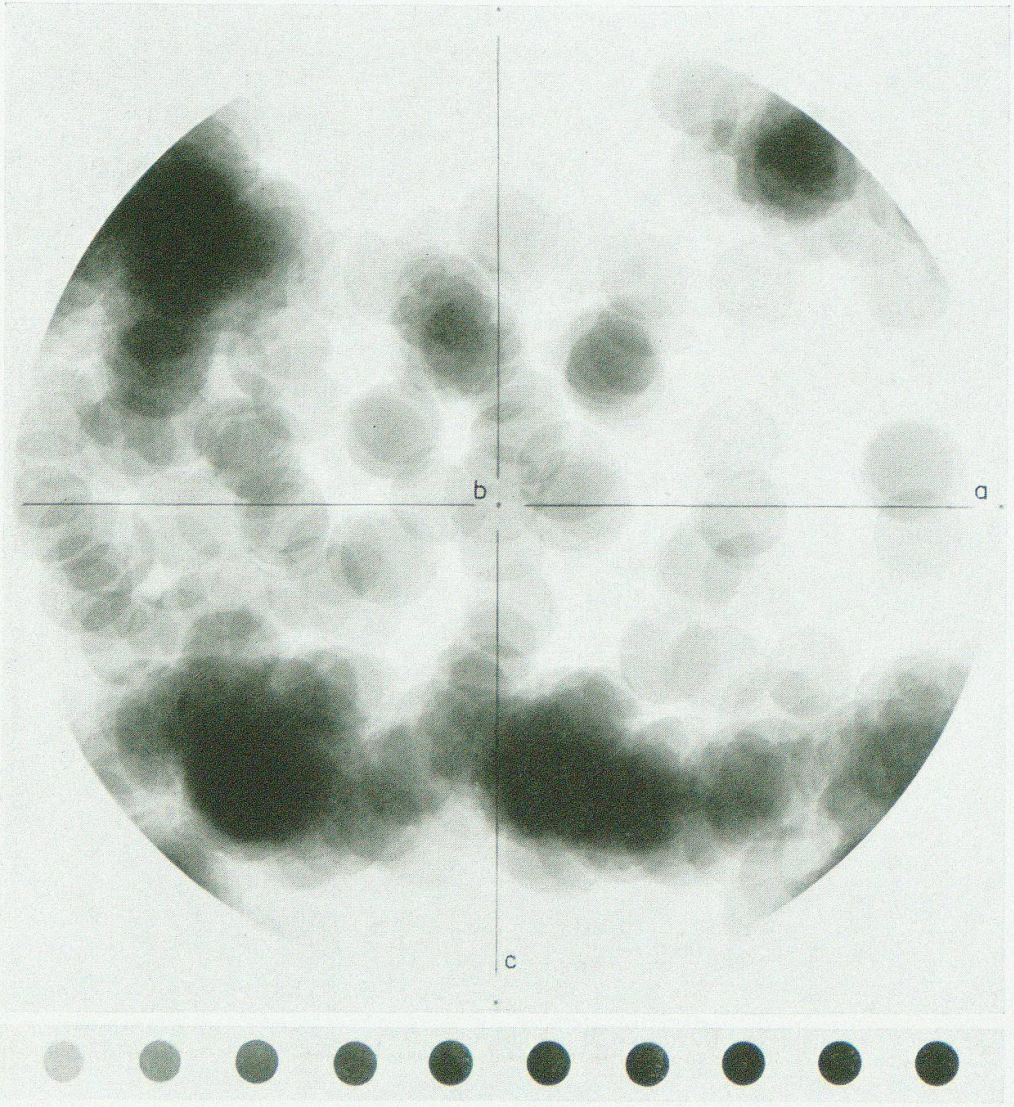
D 4 Vz. 209 ac_1. 680 Quarz c-Achsen der Quarzlage. 9—8—7—6—5—4 —3—2—1—0%; 0%.

D 5 Vz. 209 bc. 178 Quarz c-Achsen der Quarzlage. 10—9—8—7—6—5 —4—3—2—1—0%; 0%.

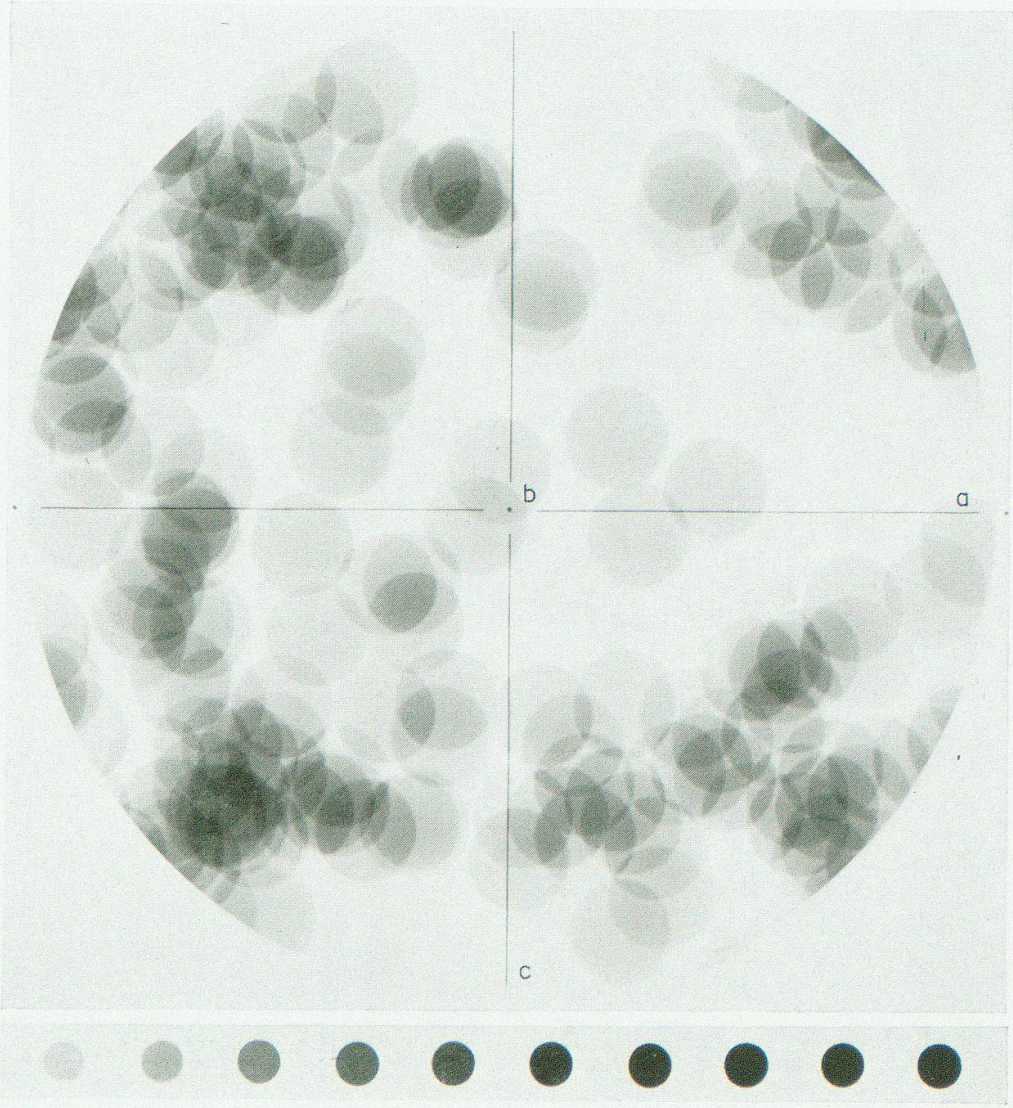
D 6 Vz. 209 ac_2. 150 Glimmer in- und ausserhalb der Quarzlage.

D 7 Vz. 209 ab_2. Einteilung in Richtungsgruppen zu Diagramm D 8.

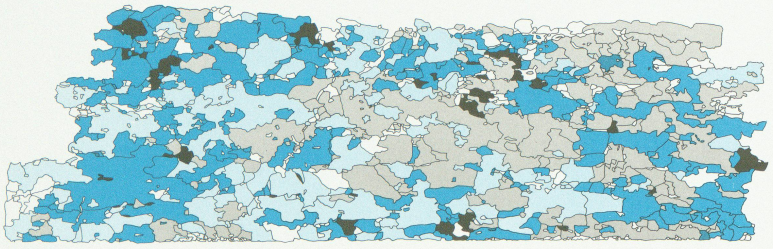
D 8 Vz. 209 ab_2. 536 Quarz c-Achsen der Quarzlage. 7—5—4—3—2—1 —0,5—0%; 0%.



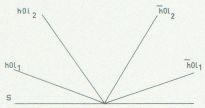
D_1

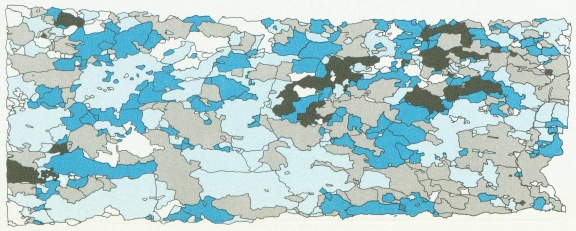


D_2

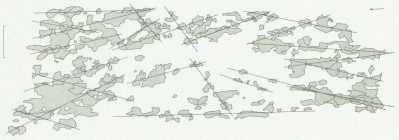


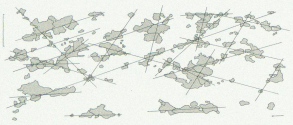
1



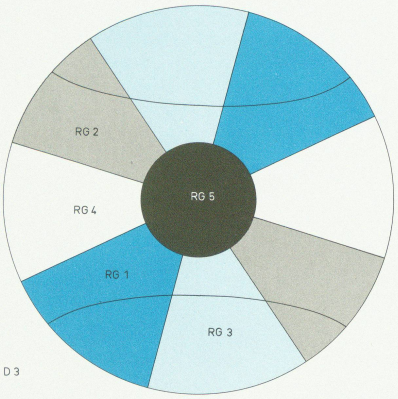


2



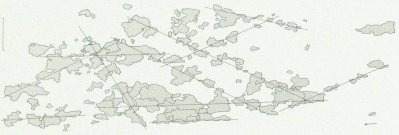


3



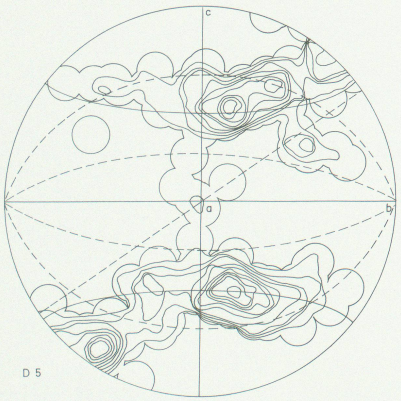
D 3

4

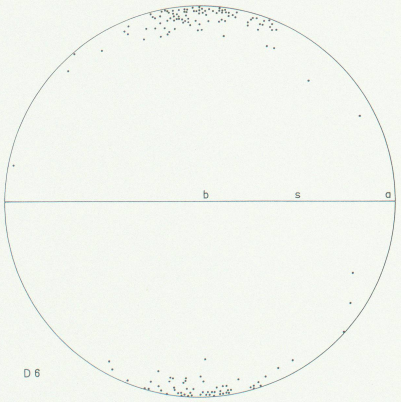


5

D 4



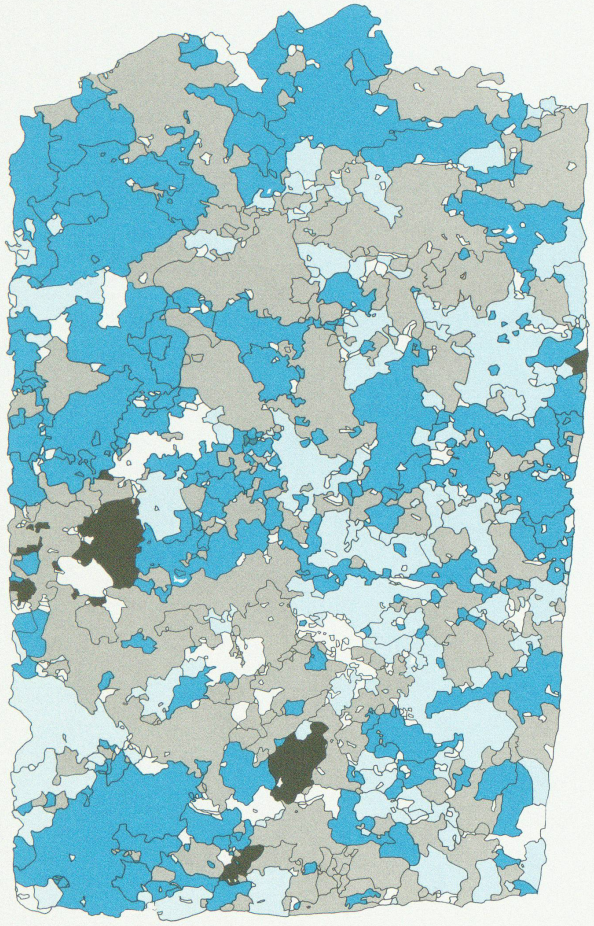
D 5



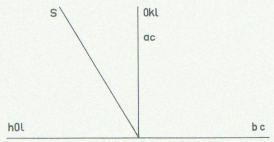
D 6

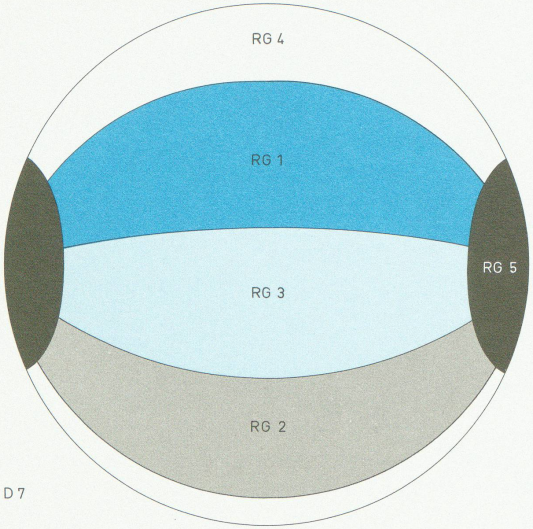
TAFEL I

Leere Seite
Blank page
Page vide

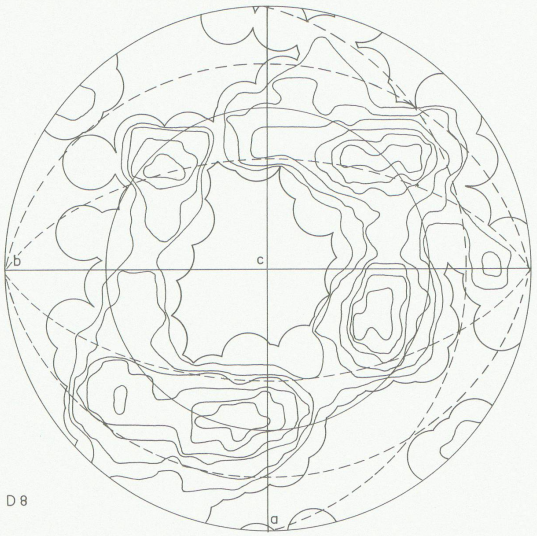


6

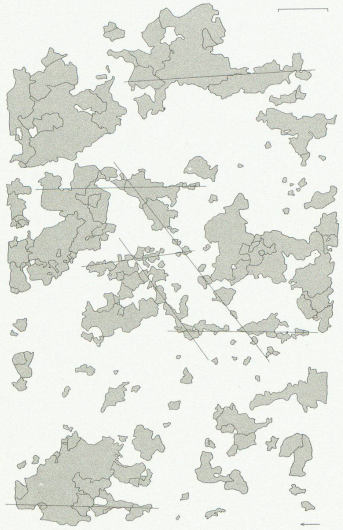




D 7



D 8



7

8

9