

2. Gefügeregel und Gefügegenität in einem Quarz in Quarz-*B*-Tektonit

Von

Hans J. Koark

Inhalt

1. Vorwort	43
2. Geologische Stellung, Schlifftnahme und petrographische Beschreibung	44
3. Zeilenanalysen (ZA) der <i>abc</i> -Schnitte	47
4. Achsenstreichpläne (ASP) der <i>abc</i> -Schnitte	50
5. Die Konfrontation der Achsenstreichpläne mit den Zeilenanalysen.	52
6. Die Achsenverteilungsanalyse (AVA) (Schnitt $\perp b$ (<i>B</i>))	54
a) Die Feinlagen	58
b) Die insularen Häufungen	61
c) Zur Genität des Regelungsmechanismus	63
d) Korngrößen und Korngestalten	67
e) Stoff- und Korndichten.	70
7. Schlusswort	76

1. Vorwort

Im Rahmen eines kritischen Überblickes über den Stand der Gefügekunde gab 1934 B. SANDER (S. 155) erstmalig den Begriff der Achsenverteilungsanalyse (AVA) als Methode zur Abgrenzung und Untersuchung homogener Teilbereiche im inhomogenen Gesamtkorngefüge. Die Arbeit RAMSAUER's (1941) und ihre nachträgliche Überarbeitung durch SANDER (1950) präsentieren die ersten AVA an Quarz-in-Quarz und Quarz-Glimmer Tektoniten. Ihnen folgen Beispiele an Korund (LADURNER 1952), Eis (SCHWARZACHER & UNTERSTEINER 1953), Quarzfalten (SCHÄFFLER-ZOZMANN 1955) und Kalzit (I. SCHÜLLER 1955).

Die hier vorgeführte Analyse eines typischen *B*-Tektonites wurde bereits 1949 am Innsbrucker Institute auf Anregung und am Material Professor B. SANDER's begonnen und der Hauptanteil der Messungen bis zum Frühjahr 1950 dort abgeschlossen. Die Besprechung und Deutung der Messresultate verzögerte sich wegen Auswanderung und anderer Aufgaben in der Zwischenzeit.

Herrn Professor B. SANDER danke ich für Anregung, Überlassung des Handstückes und einführende Diskussionen.

Durch zeilenweises Einmessen der Körner erhaltene Gefügeanalysen berücksichtigen nur die Drehschichten der Körner, ohne Aussagen über deren Ortslagen. Doch können Messverlauf und durch Rotation nicht ineinander überführbare Diagramme mehrdimensionaler Schnitte indirekte Anhaltspunkte über Inhomogenitäten des Verteilungsgefüges geben. Reelle Auskunft über Dreh- und Ortslagen der Körner (Richtungs- und Verteilungsgefüge) und damit über den statistischen Tropiezustand und Art und Grad der Genität eines betrachteten Bereiches erteilt nur die Achsenverteilungsanalyse. Für straff geregelte Korngefüge kann in bestimmten Schnitten auch das Auslöschungsbild Hinweise über Inhomogenitäten geben. Eindeutiger wird es bei Überlagerung mit Hilfspräparat bzw. BEREK-Kompensator, wo durch die entstehenden Reaktionsfarben die Rotationslage der Indikatrix so weit eingeschränkt wird, dass für Korn und Teilbereich das ungefähre Achsenstreichen festzulegen ist. An mehreren Schnitten ausgeführt, erhält man Achsenstreichverteilungen, die neben der Genitätsübersicht, eine geschicktere Wahl des AVA-Bereiches, wertvolle Konfrontationen mit den Zeilenanalysen und selbst Rückschlüsse bei Diskussion der AVA zulassen. Die AVA selbst legt für ihren Bereich Dreh- und Ortslagen der Körner fest und gibt damit Auskunft über homogene bzw. inhomogene Verteilung bestimmter Drehschichten. So lassen sich die Raumlagen definierter Korngefügearten, die Korngrößen, Korngestalten und Gliederbarkeit der ihnen zuzuordnenden Körner, sowie Korn- und Stoffdichten dieser Teilgefüge untersuchen und beschreiben. Es wird damit ein besserer Einblick in die Entstehung von Regelungs- und Verteilungsgefüge ermöglicht.

2. Geologische Stellung, Schlieffentnahme und petrographische Beschreibung

Freisichtig betrachtet besteht das Handstück aus dem Teil einer feinkörnigen Quarzlinse, die randlich in phyllosilikatreiche Fazies übergeht. Die Probe entstammt petrographisch alpinem Quarzphyllit aus dem Vikartal (ca 10 km SW von Innsbruck), „alpin“ darum, weil zu typisierend tektonischer Fazies zählend und grundverschieden von nicht durchbewegten Typen der Phyllite skandinavischer Nomenklatur (z. B. bei Tammerfors, vgl. SANDER 1914). Stratigraphisch ist dieser Quarzphyllit dem Innsbrucker Quarzphyllit zuzuordnen, zu dem auch Kalk- und Dolomiteinschaltungen, Chloritschiefer, u. A. gehören. Der stratigraphische Quarzphyllit ist seinerseits ein Glied der nördlichen Grauwackenzone. Er zählt neben den Schieferhüllen des Tauernwestendes mit zu den tektonisch und gefügeanalytisch eingehendst untersuchten Komplexen. Das, Dank der Arbeiten B. SANDER's, erst als Aufnahmegeologe und seit 1922 als Vorstand des am Fusse des „Quarzphyllites“ gelegenen Innsbrucker Institutes. Entwicklungsgeschichtlich nicht unamüsant wäre es

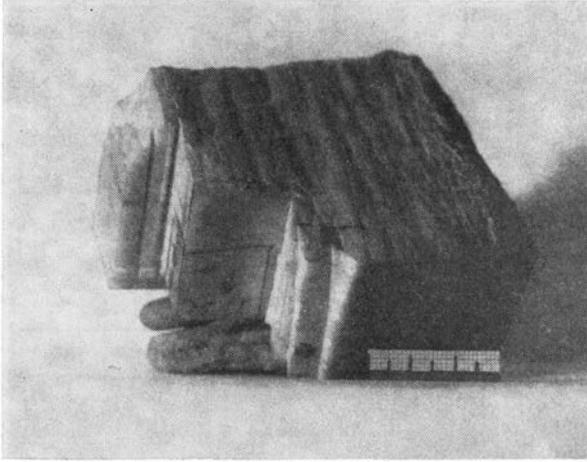


Fig. 1: Quarzit/Vikartal (Tirol) mit Entnahmestellen für die Schliffe $\perp a$ und $\perp b(B)$.

übrigens, die Gesteinstypen und ihre stratigraphisch-tektonische Stellung konfrontierend, in Hinsicht auf ihre Bedeutung für Begründung, Entwicklung und Ausbau der Gefügekunde zu untersuchen. Dabei würden dem petrographischen und in stärkerem Maße noch dem stratigraphischen Quarzphyllit sicher mit die wichtigsten Plätze einzuräumen sein.

Nach Festlegung der freisichtig erkennbaren Gefügekoordinaten a , $b = B$, c wurden senkrecht hierzu je ein Dünnschliff entnommen und dieselben kurz als a -, b - und c -Schliff bezeichnet.

Alle drei Schnitte ergeben mikroskopisch monomineralisches Quarz in Quarz-Gefüge. Die Kornquerschnitte zeigen im a -Schliff heterometrische Formen: die längste Achse liegt $\parallel b = B$ des Gefüges, sie überschreitet nicht oft das Doppelte der Strecke der kürzesten Dimension $\parallel c$. Im c -Schliff konstatiert man eine leichte Streckung der Kornquerschnitte $\parallel b = B$, ausserdem weisen sie gegenüber dem a -Schliff mehr deutlich gebuchtete und verzahnte Grenzkonturen auf. Im b -Schliff ist eine Längung der Körner $\parallel a$ des Gefüges noch wahrnehmbar, bleibt jedoch hinter jener $\parallel b = B$ im a -Schliff deutlich zurück. Aus den so summarisch betrachteten Formen der Kornquerschnitte ist dreidimensionell abzuleiten, dass die Körner in ihrer Idealgestalt einem dreiachsigen Ellipsoid ähneln, wobei die längste Achse $\parallel b = B$, die kürzeste $\parallel c$ und die mittlere $\parallel a$ zu liegen kommt. Die Gliedrigkeit der Einzelkörner erscheint, \perp zur $[c]$ — Zone des Gefüges, mehr lappig als jene, die $\perp ab$ liegt. Kornform und Tendenz zur Lappigkeit für Intergranulare $\Delta [c]$ sind Resultate mittelbarer Teilbewegung, d.h. Kristallisationen in Abhängigkeit vom Spannungsfeld und liessen sich mikroskopisch nicht auf unmittelbare Teilbewegungen beziehen.

In allen Schlifforientierungen sind die Quarze, wenn nicht \perp zu ihrer Achse

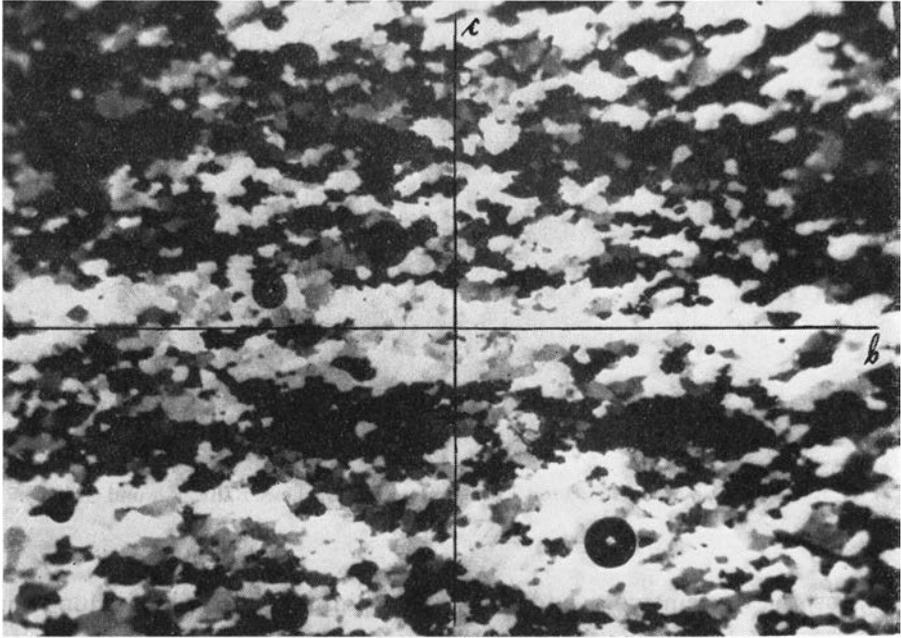


Fig. 2: Quarzit/Vikartal (Tirol). Gekreuzte Nicols. Vergr. $20 \times$. *hol*-streifiges Quarz in Quarz-Gefüge des Schliffes $\perp a$.

angeschnitten, stark undulös. Dabei fällt auf, dass die Undulosität (als Resultat einer rupturrell erfolgten Zerlegung in Stengel subparallel *c*) in Schnitten subparallel *c* weniger kräftig in Erscheinung tritt, als in solchen, die grössere Winkel zur Quarzachse einschliessen.

BÖHM'sche Streifung war nur äusserst selten bemerkbar. Alle Untersuchungen die hierauf aufbauen könnten, wie z. B. Vergleich von Achsen- und Lamellengefüge, SANDER's Regelungshypothese durch intragranulare Internrotation der Körner, usw., sind dadurch leider von vornherein beeinträchtigt, oder unmöglich gemacht.

Unter gekreuzten Nicols ist auch ohne Überlagerung mit Hilfspräparat für tautozonal $b = B$ gelegte Schliffe eine statistisch gesehene Gleichrichtung von Quarzachsen wahrzunehmen. Das sind Streifen gleicher Auslöschung, deren Korngruppen Ebenen im *hol* des Gefüges besetzen und naturgemäss nur in Schnitten parallel zu obiger Zonenachse beobachtbar sind (vgl. Fig. 2). Bei Drehung des Mikroskoptisches ist für gewisse solcher *hol*-Lagen anhaltende Dunkelstellung gegeben, das bedeutet, dass für sie „Überisotropie“ herrscht. Hierzu zeigt als Gegenstück der *ac*-Schnitt ein typisches Exempel für SANDER's „unterisotrope Gefügeschnitte“ gestreckter Quarztektonite (vgl. Fig. 3). Zurück zur Überisotropie: sie weist im *a*-Schliff über den ganzen Bereich ziehende regelmässige Streifen (*hol*-Austritte), die sich als *hol* im unterisotropen *b*-Schliff ohne Hilfspräparat-Überlagerung nur unsicher wiederfinden

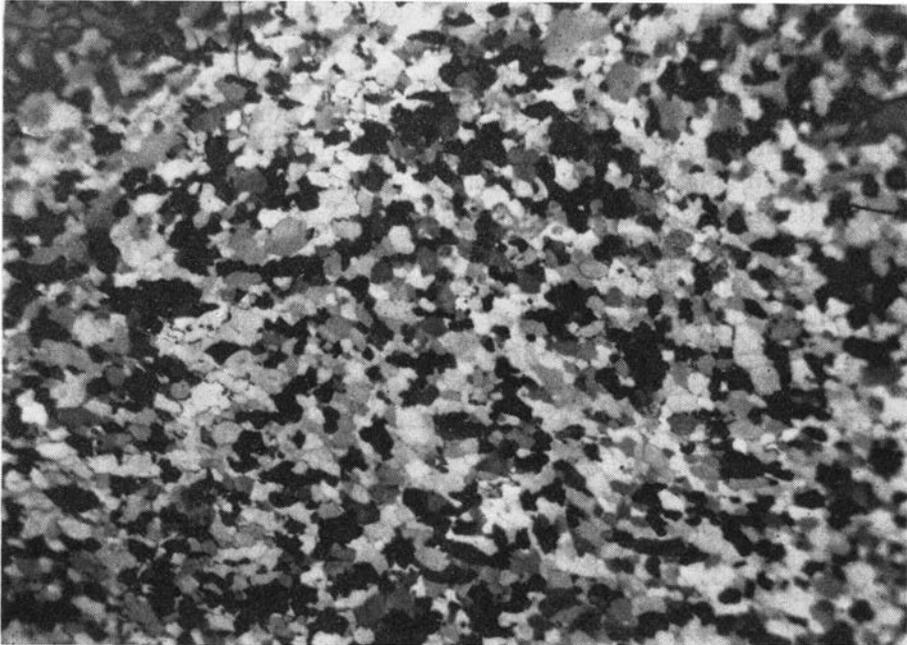


Fig. 3: Quarzit/Vikartal (Tirol). Gekreuzte Nicols. Vergr. $20\times$. Schliff $\perp b$ mit hier unterisotropem Quarz in Quarz-Gefüge.

lassen. Der c -Schliff zeigt *hol*-Streifung, die in ihrer Erstreckung $\parallel b = B$ unregelmässiger und die Streifen selbst gegenüber dem bc -Schnitt breiter sind.

Kontrolliert man das Ganze mit Hilfspräparat, so bestätigt sich obiges Resultat: die Achsen liegen in allen drei Schnitten subnormal zum $b = B$ der Quarzitknauer.

3. Zeilenanalysen der abc -Schnitte¹

Die zur Gefügeanalyse benutzten Schlitze waren ein Schnitt $\perp a$ und jeweils zwei für $\perp b$ und $\perp c$, wobei der Abstand zwischen b_1 und b_2 12 mm, zwischen c_1 und c_2 ca 5 mm betrug. Die Einmessung von je 300 Quarzachsen wurde so gehandhabt, dass die Messzeilen für a - und c -Schlitze senkrecht zu der austretenden *hol*-Streifigkeit gelegt wurden und ihr gegenseitiger Abstand in allen Fällen 4 mm betrug.

Die im flächentreuen Netz (untere Halbkugel) ausgezählten Diagramme lassen schon auf ersten Blick den straff geregelten Gürteltektonit erkennen. Die beiden b -Schliff Diagramme zeigen, bis auf die Gestalt der vorherrschenden

¹ Als „Zeilenanalyse“ (ZA) wird im Folgenden die im gewöhnlichen Falle angewendete Korngefügeanalyse benannt, da diese Methodik eine Zahl von Messzeilen willkürlich durch den Schliff legt, ohne dabei etwaiger Inhomogenitäten Rechnung zu tragen.

Maxima im Gürtel, gleichen Charakter. In den c -Schliff Diagrammen hingegen war in beiden Fällen ein aus dem Gürtel herausfallende Häufung vorhanden, die in c_1 zugleich Maximum stärkster Besetzung ist; in c_2 hingegen schwächer hervortritt. Die Gürtel sind für alle Schnitte nicht unterbrochen. Ihre Breite beträgt bis auf vorgenannte Inhomogenität nicht mehr als 40° .

Im a -Schliff (Fig. 4) tritt Maximum in a (*Max I*) hervor, wird jedoch bei gleicher Besetzungsdichte von einem *Max II* grösseren Flächeninhaltes, dem sein symmetrisches Gegenüber fehlt, übertroffen (Zentrum *Max I* \wedge Zentrum *Max II* = 45°). *Max II* weist eine Spaltung in der Spitzenbesetzung auf, die den Winkel Hauptbesetzung *Max II* \wedge c halbiert. Wie schon gesagt, herrscht für die Maximaverteilung im Gürtel, bezogen auf die Handstückkoordinaten, keine Symmetrie, das *Max II* der oberen Hemisphäre fehlt, sodass vorliegende Lagenkugelbesetzung nur monoklinsymmetrisch ist.

In den beiden b -Schliffdiagrammen (Fig. 5, 6) tritt das Maximum in a ziemlich zurück. Dagegen ist in beiden Diagrammen (b_1 und b_2) *Max II* ausgeprägt. Maxima um c sind nur in Diagr. b_1 deutlich. Rhombische Symmetrie wird von beiden *Max II* angestrebt, wenn auch auf Grund ihrer Ungleichwertigkeit nicht voll erreicht. Das an späterer Stelle zu diskutierende Sammeldiagramm der an der Achsenverteilungsanalyse beteiligten Körner aus gleichem Schnitt besitzt ähnliche Symmetrieverhältnisse, nur dass die Ungleichwertigkeit der *Max II* dann seitenverkehrt ist.

Die Diagramme der c -Schnitte (c_1 und c_2 = Fig. 7, 8) haben — abgesehen von den aus dem Gürtel herausfallenden Besetzungen, die später erörtert werden sollen — gleiche Maxima, nämlich das in c und die beiden hierzu annähernd symmetrisch liegenden Maxima *II* mit jeweils 35 – 45° Abstand. Also auch hier ist für den Gürtel allein betrachtet subrhombische Symmetrie vorhanden. Inwieweit die Verbreiterung des Gürtels in a sich an *Max I*, oder an das ausserhalb des Gürtels gelegene Maximum anschliesst, ist unentschieden.

Die synoptische Zusammenfassung aller Gürtelmaxima — die Schnitte $\perp a$ und $\perp c$ in die Ebene ac rotiert — ergibt folgende Übersicht (vgl. Fig. 9). Dichte Sammlung der Maxima in c (5) und a (3). Beide *Max II* sind gestreut, die höchstbesetzte Häufung (7) im rechten oberen Quadranten mit 30° Erstreckung im Gürtel, jene im linken oberen Quadranten (4) mit 25° Erstreckung. Die mit 20° von c im rechten oberen Quadranten markierte Häufung (aus Diagramm Fig. 7) kann möglicherweise auch zu Besetzungen um c gehören und nicht zum *Max II*. Die Maxima *I*, *II* und in und um c sind ja nur Schwerpunkte im tautozonalen Scherflächenbündel. Zufällige Verschiebungen des durch alle Rotationslagen in *hol* gekennzeichneten Gefüges sind in der Natur des Umformungstypes begründet. Das wird für das synoptische Diagramm noch verständlicher, wenn man sich des verschiedenen Genitätsgrades der dreidimensionalen Schnitte erinnert, der durch die ungleichwertige Besetzung der Gürtelmaxima in den abc -Schnitten hervorgehoben wird. Die Symmetrie

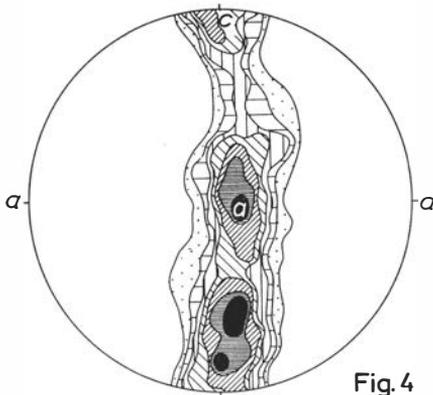


Fig. 4

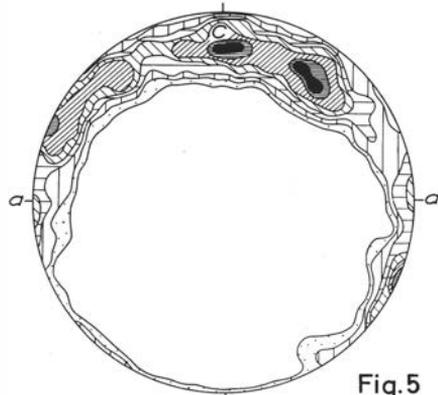


Fig. 5

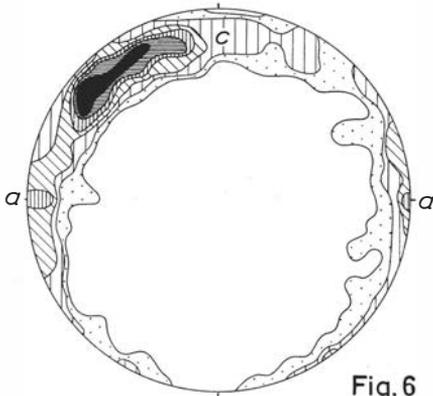


Fig. 6

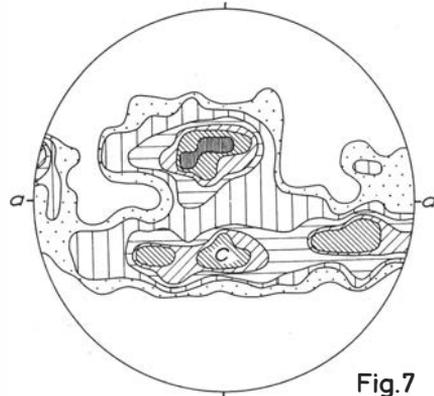


Fig. 7

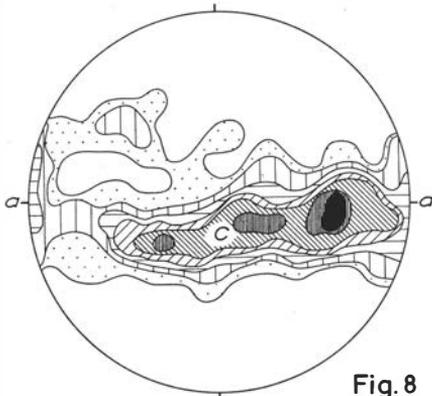


Fig. 8

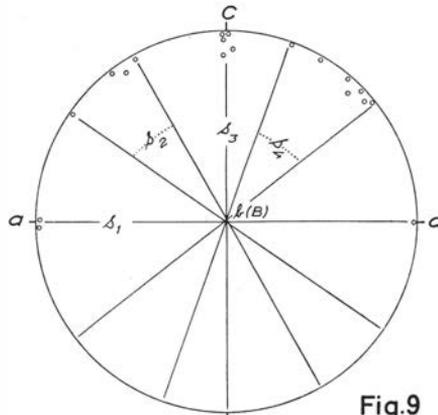


Fig. 9

Fig. 4—9: Zeilenanalysen.

Fig. 4: 300 Quarz — *c*, *a*-Schliff, 8-6-4-3-2-1-0,3-0 %.

Fig. 5: 300 Quarz — *c*, *b*₁-Schliff, 8-6-4-3-2-1-0,3-0 %.

Fig. 6: 300 Quarz — *c*, *b*₂-Schliff, 10-7-5-3-1-0,3-0 %.

Fig. 7: 300 Quarz — *c*, *c*₁-Schliff, 6-4-3-2-1-0,3-0 %.

Fig. 8: 300 Quarz — *c*, *c*₂-Schliff, 8-6-4-3-2-1-0,3-0 %.

Fig. 9: Synoptisches Diagramm der Maxima aller Zeilenanalysen.

im synoptischen Diagramm, als Zusammenfassung der Maxima aller gemessenen Schnittlagen, erhöht sich von allgemein monoklin für die Einzelgürtel auf subrhombisch für deren Zusammenfassung.

Wenn man vorerst von dem einen nicht sicher deutbaren Maximum der c -Schnitte absieht, so lässt die synoptische Übersicht doch recht deutlich auf einen Gefügetyp mit Merkmalen für Regelung durch mehrscharige, ungleichscharige Scherung mit Scherungsachse b schliessen. Als regelungsmechanisch scharf gezeichnete Scherflächen treten dann ab mit Gleitgerader in $a = \text{Max I} = s_1$ und ac (deutlicher als ab ausgebildet) mit Gleitgerader in $c = \text{Maximum in } c = s_3$ hervor. Grosse Streuung hingegen weisen die Lagen in $hol = \text{Max II} = s_2$ und $\bar{hol} = \text{Max II} = s_4$ auf. Man bekommt hier die Auffassung, dass SANDER's γ -Regel (γ bzw. kristallographisch c des Quarzes in s) vorherrschend ist. Es sei vorweggenommen, dass jedoch der α -Regel nicht weniger Bedeutung zukommt, wie die AVA zeigt.

Sichere Anhaltspunkte für Plättung sind weder freisichtig, noch mikroskopisch oder durch die Gefügeregel wahrnehmbar¹. Auf Grund dieser Kennzeichen ist das Gefüge vorerst als das eines reinen mehrscharigen B -Tektonites zu definieren, dessen Kornbauregel unmittelbar, die Korngestaltregel (vgl. S. 68) mittelbar Resultate internrotationaler Umformung sind. Dass für Teilbereiche und die Quarzitknauer als Ganzes auch Externrotationen eine Rolle spielten, ist damit nicht verneint. Falls die Kennzeichnung „ B -Tektonit ohne Plättung“ auch in Fortsetzung der weiteren Untersuchung standhält, so könnte auch, was diese Typisierung betrifft, den SANDER'schen Beispielen (1950, S. 164) ein neues hinzugefügt werden.

4. Achsenstreichpläne der abc -Schnitte

Schon während der Zeilenanalysen konnte bei Eintragung der ermittelten Daten in das Netz konstatiert werden, dass im Schliff gegeneinander abgrenzbare Bereiche durch verschiedene Schwerpunktbeseetzungen im Diagramm markiert wurden; dass also in Bezug auf Kornverteilung und Kornorientierung keine Homogenität besteht. Um dies präliminar (vor Beginn mit der AVA) in Übersicht zu bringen, wurden von allen Schliffen Achsenstreichpläne (ASP) hergestellt.

Methodisch geschieht das so, dass der Schliff auf einem Kreuztisch befestigt wird und lückenlos von Sicht- zu Sichtbereich mit dem Hilfspräparat überlagernd, die statistisch vorherrschende Quarzachsenrichtung bestimmt und in

¹ Es fehlen Kleinkreismaxima um c . Das Streuen von s_2 und s_4 kann vorläufig nicht als Symptom eines Plättungsaktes angesehen werden. Möglicherweise ist hierfür nur die schon während der ZA zu konstatierende Inhomogenität zuständig. Eine mehr sichere Entscheidung in diesem Falle hätte z. B. ein Glimmerteilgefüge zulassen können, wie es z. B. RAMSAUER und SANDER in der AVA von der Vikarspitze zur Verfügung hatten. Auch die Kornformen geben keinen Anhalt. Wie später gezeigt wird, sind ihre ellipsoiden Gestalten nicht nur auf ein s , sondern auf das tautozonale Scherflächenbündel beziehbar.

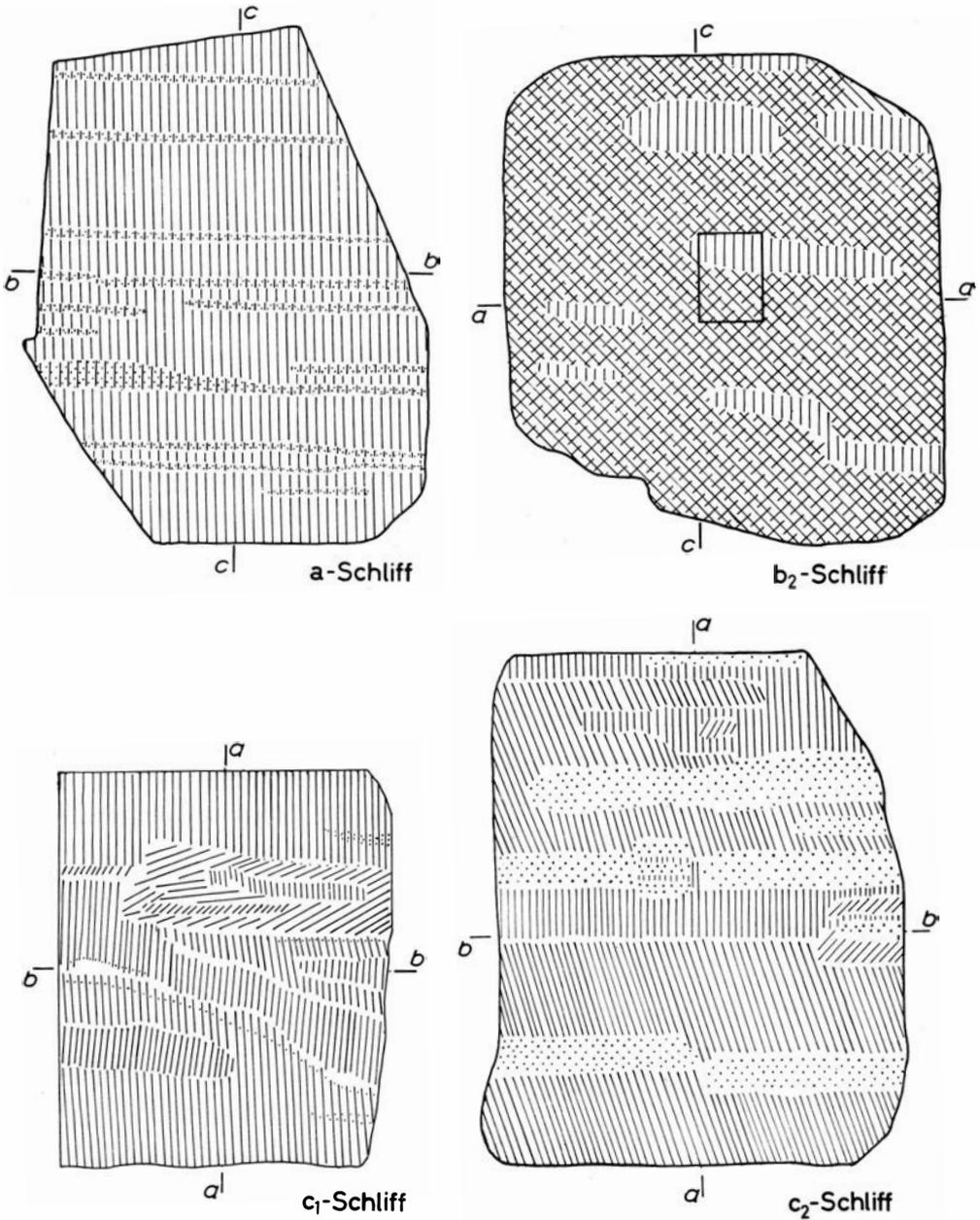


Fig. 10—13. Achsenstreichpläne (ASP) der a-, b₂-, c₁- und c₂-Schliffe.

einer Skizze dargestellt wird. Für Quarz geben sich gute Kontrollen mit den vorherrschenden Richtungen der $\parallel c$ undulösen Auslöschungen. Es ist klar, dass die so ermittelten Richtungen nur das „Streichen“ und nicht das „Fallen“ der Achsen angeben (darum Achsen-„streich“plan). Das Prinzipielle der Me-

thode und vor allem ihre Mängel stellten SANDER & PERNT (1923, vgl. auch SANDER 1950, S. 19–21) hervor. Sie ist auch nur in gut geregelten Gefügen anwendbar und weder soll, noch kann sie ZA oder AVA ersetzen.

In den ASP-Darstellungen sind Bereiche mit isotropen Achsenaustritten (überisotrope Schnittbereiche) durch Punkte, solche mit Achsenstreichen sinnngemäss als Striche dargestellt.

Die so gefertigten ASP zeigen qualitativ den Genitätsgrad für das Achsenstreichen (in nahezu oder überhaupt überisotropen Bereichen auch für das „Fallen“) im betrachteten Schliffbereich. Sie lassen sich mit den entsprechenden Gefügediagrammen der ZA konfrontieren und geben wertvolle Hinweise — je nach Fragestellung — bei Auswahl des zur AVA heranzuziehenden Bereiches.

Zur Genität der Achsenlagen in den einzelnen Schlifften gilt folgendes: *a*-Schliff (Fig. 10): Die Spur der *hol* bildet in der Mehrzahl mit den austretenden Quarzachsenrichtungen Winkel von ca 80–90°. Die überisotropen Schnittbereiche sind hier schmale (< 1 mm breite) Streifen, oft ohne Unterbrechung. *c*-Schliffe (Fig. 12 u. 13): Der Gesamteindruck ist hier mehr inhomogen. Der Winkel zwischen dem Lote auf die *hol*-Spur und den Achsenrichtungen des nicht überisotrop angeschnittenen Achsengefüges beträgt 12–18°. Die nicht auslöschenden Streifen sind hier breiter (bis zu 3 mm). Im *c*₁-Schliff (Fig. 12) tritt eine völlig aus dem Rahmen des Gefüges fallende Regelungsinhomogenität hervor. Das an sie angrenzende *hol*-streifige Gefüge entbehrt der subparallelen Regelmässigkeit, wie z. B. in *a*. Der zur weiteren Kontrolle dieser Inhomogenität entnommene Schliff *c*₂ beinhaltet immer noch dieselbe, doch in bedeutend reduziertem Ausmasse. Das umgebende *hol*-Gefüge ist hier nicht so gestört. Der Einfluss der Inhomogenität auf umgebende Regel und ihre Abbildung ist geringer als in *c*₁. *b*-Schliff (Fig. 11). Der Schnitt parallel dem *ac*-Gürtel ist unterisotrop, erlaubt also einen Blick auf das „Querprofil“ des *hol*-Systems. Die Festlegung der statistisch vorherrschenden Achsenrichtungen mittels Hilfspräparat ist hier schwieriger, die Streichtendenzen ziemlich diffus. Lagen mit einem beiderseitigen Winkel von ca. 48° zu *bc* sind doch deutlich. In ihnen eingelagerte fischförmige Querschnitte haben Achsenstreichmaxima subparallel *c*.

5. Die Konfrontation der Achsenstreichpläne mit den Zeilenanalysen

Der Vergleich der ASP mit den ZA erbrachte oft ein weitgehendes Übereinstimmen von Schwerpunktverteilungen in Diagrammen der ZA und vorherrschender Achsenstreichrichtungen in den ASP.

Für die Genität des Achsenstreichens gilt folgendes:

- a*-Schliff: Die überisotropen Streifen in *ab* besetzen im Diagramm das stark ausgeprägte *Max I*. Das Achsenstreichen fällt in die Gürtellage.
- b*-Schliffe: Achsenstreichen beiderseitig *bc* mit $\angle = \text{ca } 48^\circ$. Diese Richtungen stimmen mit den Schwerpunkten für *Max II* (*hol* und \bar{hol}) überein. Die Achsen $\parallel c$ in der ASP weisen in der ZA gegen das *Max c*.
- c*-Schliffe: Das ausserhalb der schon früher erwähnten Inhomogenitäten herausfallende Achsenstreichen kann in den Gürtel projiziert werden. Das sowohl für Diagramm c_1 als auch c_2 . In c_2 ist das Pendeln des ASP-Streichens im Diagramm als Verbreiterung des Gürtels abgebildet. Die Achsenaustritte in den überisotropen Streifen besetzen die Häufungen bei *c*.

Die kräftig in Diagramm c_1 hervortretende und ausserhalb des Gürtels gelegene Besetzung ist in der ASP leicht wiederzuerkennen. Lage und Dichte im Diagramm entsprechen der Grösse und Orientierung in der ASP. In Diagramm c_2 ist die diskutierte Häufung bedeutend schwächer besetzt und in seiner Lage — gegenüber c_1 — um ca 20° gegen *a* verschoben. In der entsprechenden ASP hat die die Häufung bildende Inhomogenität bedeutend geringeres Areal.

Der Wert der Achsenstreichpläne soll an diesen Beispielen vor Augen geführt werden. Das hat nicht zu bedeuten, dass sie die AVA ersetzen können oder sollen. Doch wie erwiesen, können sie für gut geregelte Gefüge einen ersten, schnellen Überblick über deren Genitätsgrad vermitteln, neben der schon erwähnten, zu fordernden Einsicht für die Auswahl des AVA-Bereiches. In den vorliegenden Diagrammen c_1 und c_2 könnte man bei deren alleiniger Betrachtung die oben diskutierten Inhomogenität, z. B. als syntektonische Gürtelspaltung eines quasihomogenen Bereiches auffassen. Die ASP hingegen zeigen bei gleichzeitiger Konfrontation jener $\perp a$ und $\triangle b$, dass es sich um eine aus dem letzterkennbaren Regelungsakte herausfallende Partie handeln muss. Sie liegt isoliert. In den anderen Schnitten fehlt Vergleichbares. Die Quarzachsenhäufung liegt stark asymmetrisch zu dem den Gürteltektonit charakterisierenden funktionalem Gefüge. Die oblonge Gestalt der Inhomogenität ist $\parallel B$ orientiert und vermutlich Reliktbereich eines als von der Umarbeitung verschont gebliebenen, präexistierenden und mit anderen funktionalen Daten geregelten Gefüges. Dabei scheinen die dem *hol*-System zugehörigen Scherungen nicht ausgereicht haben, den vorausgegangenen Gefügezustand auszuwischen (SANDER's „unausgeregeltes“ Gefüge). Die Inhomogenität blieb als Relikt eines regelungsmechanisch vorgezeichneten Gefüges erhalten.

Ein regionaltektonisch ähnliches Resultat weist übrigens LADURNER (1950) vor, der das Korngefüge einer nicht abwickelbaren Quarzfalte aus dem Innsbrucker Quarzphyllit (Grünberger W-Grat) als vor der Faltung existierendes homogenes Parallelgefüge deutet.

So verlockend der Gedanke war, diese *c*-Schnitte mit AVA weiter zu analysieren, so wären dabei doch die in erster Linie zu behandelnden Fragen des

Regelungs- und Kristallisationsmechanismus unter axialer Formung zu kurz gekommen. Ganz abgesehen davon, dass für eine entsprechende Behandlung der mit den Regelungsrelikten auftretenden Fragestellungen ein Areal von mehreren 1000 Körnern hätte bearbeitet werden müssen, wofür dem Verfasser leider weder Zeit noch Mittel zur Verfügung standen.

Für die AVA wurde hingegen der *b*-Schnitt gewählt, der den besten Einblick in den Mechanismus rotationaler Verformungen und die hiermit zusammenhängenden Fragenkomplexe wie Regelung, Stengelbildung, Rekristallisation, etc. zu geben schien. Der als AVA bearbeitete Bereich ist in seiner Ausdehnung in der ASP (Fig. 11) eingerahmt und wurde so gewählt, dass er sowohl das Gebiet des Achsenstreichens mit Häufung in *Max II*, als auch jene fischförmiger Begrenzung mit Achsenbesetzung in *c* der ZA einschliesst.

6. Die Achsenverteilungsanalyse

Bei den praktischen Arbeiten zur AVA wurde im Prinzip RAMSAUER (1939) gefolgt, dessen Schrift — als in Innsbrucker Institutsregie gedruckte Disseration — leider nicht die Verbreitung finden konnte, die ihr zukommt. Darum scheint es zweckmässig, nachdem auch in SANDER's „Einführung“ auf das Handwerkliche nicht weiter eingegangen wird, und zum besseren Verständnis des Ganzen, den Arbeitsgang noch einmal zu skizzieren.

Die zur AVA führenden Problemstellungen und Arbeiten wurden in vorstehenden Abschnitten für vorliegenden Fall behandelt, können aber auch methodisch als Richtschnur dienen.

Nachdem der AVA-Bereich festgelegt und seine Umgrenzung entweder mit Tusche oder aber fein in das Deckglas eingeritzt wurde (nur sehr vorsichtig, sonst durch Kratzer Beschädigung des Segmentes), ist das Untersuchungsfeld in geeignetem Maßstabe abzubilden, d.h. abzuzeichnen oder zu fotografieren. Letztgenanntes kann nach verschiedenen Methoden gehandhabt werden. Bei vorliegendem Beispiel geschah es am Innsbrucker Institut mittels eines LEITZ-Mikroskopes samt Aufsatzkamera „Makan“ 9×12 cm. Der Schliff wurde mittels Kreuztisch von Teilbereich zu Teilbereich fortbewegt. Die mikroskopische Vergrößerung wurde so gehalten, dass auf den nach 9×12 cm gefertigten Kontaktkopien, auch die kleinsten Korndurchmesser noch solchen Umfang hatten, dass ihre spätere Signierung möglich war.

Arbeit- und materialsparend wird es jedoch, wenn man mit kleinerer mikroskopischer Vergrößerung — also grössere Bereiche — fotografiert und die Positive dann auf das gewünschte Format bringt. Das gilt sowohl für Plattenaufnahmen, als auch der Arbeit mit der Kleinbildkamera. Letzterer ist für solche oft umfangreichen Serienaufnahmen zweifellos der Vorzug zu geben. Leichtere Hantierung während der Aufnahmen und fotografischen Vergrößerungsarbeiten, sowie grössere Wirtschaftlichkeit sind u.a. ihr Vorteil.

Nach Vorliegen der Vergrößerungen wird oft eine Verdeutlichung der Korngrenzen (mit Tusche) noch notwendig sein. Das gilt vor allem für Kornansammlungen in Dunkelstellung. Diese werden durch Drehung des Mikroskoptisches aufgelöst, überisotrope Bereiche hingegen mit dem U-Tisch. Es kann als selbstständiger Arbeitsgang erfolgen, oder zusammen mit der Einmessung der Körner im U-Tisch.

Die systematische Einmessung der Körner geschieht wie folgt: Handelt es sich um monomikte Gefüge, erfasst man Korn nach Korn. Jedes Korn erhält gleiche Nummer

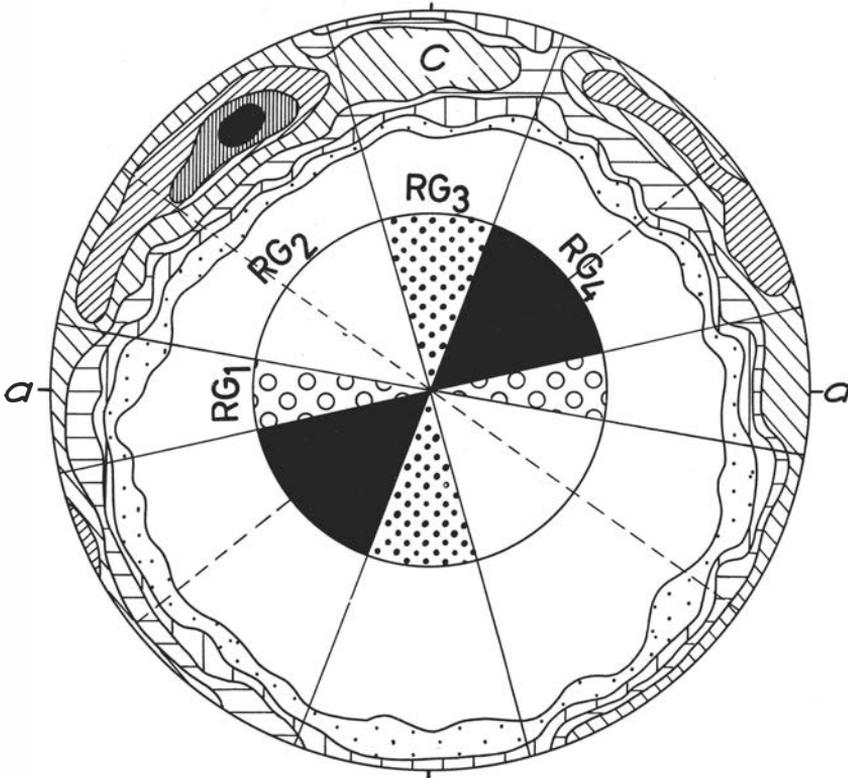


Fig. 14: Sammeldiagramm der in dem AVA-Bereich angetroffenen 750 Quarz — c. 10-8-6-4-2-1- $\frac{1}{2}$ -0 %. Aufteilung in RG₁₋₄.

in Oleate und Schliffphotografie. Für die Übersichtlichkeit der Eintragungen ist es zweckmässig, je nach Regelungstyp und Regelungsgrad nicht mehr als 25-50 Messungen pro Oleate zu markieren.

In polymikten Gefügen misst man entweder Teilgefüge nach Teilgefüge, oder dieselben im gleichen Arbeitsgang (wenn dasselbe Segmentpaar benutzt werden kann) in gleicher lückenloser Weise wie oben angegeben.

Für die weitere methodische Bearbeitung der AVA können Hinweise aus der folgenden Behandlung vorliegenden Beispiels entnommen werden.

Der für die AVA gewählte Bereich umfasst 750 Körner. RAMSAUER's Analysen enthalten 1000-1500 Körner. Wenn hier 750 Quarzkörner als ausreichend erachtet wurden, so aufgrund der scharfen Regelungszustände und der Klarheit der sich schon auf so kleinem Felde zeigenden Phänomene. (Doch sei im Nachhinein die etwas zu spät gekommene bessere Einsicht nicht verschwiegen, dass bei grösser gewähltem Bereiche vermutlich einige statistische Fragen mit grösserer Wahrscheinlichkeit hätten beantwortet werden können. Der nachträgliche Versuch, das AVA-Areal zu erweitern, scheiterte aufgrund der durch lange Lagerung gebildeten Luftblasen zwischen Schliff und Deckglase. Ihre

präparative Entfernung misslang, und der Schliff wurde so für weitere Messungen unanwendbar.)

Der monomikte Charakter der Probe und die im b -Schliff ohne statistische Behandlung nur schwer erkennbaren Inhomogenitäten, wie z.B. Scherflächen, schlossen den sonst üblichen Weg der gesonderten Bearbeitung, also Einmessung von sichtbaren Inhomogenitäten, aus.

Nachdem auf oben erwähnte Weise alle 750 Quarzachsen gemessen waren, wurde ein Sammeldiagramm derselben hergestellt (Fig. 14). Es stimmt prinzipiell mit den auf S. 48 beschriebenen Diagrammen für b_1 und b_2 überein. Es zeigt also typischen Gürteltektonit mit angestrebter rhombischer Symmetrie; nur dass hier das höchstbesetzte *Max II* zu jenem des b_1 -Diagrammes seitenverkehrt orientiert ist. — Eine Erklärung hierfür ist leicht zu geben. Die Messzeilen für die ZA an b_1 und b_2 -Schliffen wurden unbewusst — wegen noch fehlender Kenntnis der Inhomogenität — so gelegt, dass sie jeweils straff geordnete Körnerlagen erfassten, die in ihren Regelungen voneinander abweichen und somit verschiedene Maxima bilden. Sie sind somit selektive Diagramme und ihre Besprechung auf Seite 48 ist unter dieser Einschränkung zu verstehen. Die Gegenüberstellung von ZA und ASP lässt damit eine annähernde Rekonstruktion des Messverlaufes während der ZA zu.

Wie vorteilhaft es sein kann — falls keine ASP angefertigt — von gleichkoordinierten Schliffen ZA zu haben, zeigt als Beispiel das Sammeldiagramm (Fig. 14). Hier hat man sowohl im linken als auch rechten oberen Quadranten *Max II*. Die Besetzungen in oder um c oder in a fallen nicht als hervortretende Maxima ins Auge. Sie spielen aber dann, wie die AVA zeigen wird, keine unwichtige Rolle. So zeigen die ZA für b_1 und b_2 neben den schon oben erwähnten Ungleichheiten für *Max II*, distinkte Maxima in a (b_1 und b_2) und in c (b_1).

Zum Zwecke der Zusammenfassung von Drehlagen annähernd gleicher Orientierung für die AVA, wurde das Sammeldiagramm (Fig. 14) in verschiedene Sektoren aufgeteilt. Diese sind ungefähr den symmetrisch gelegenen Maxima zugeordnet und die jeweilig in sie fallende Korngruppe wird nach SANDER als Richtungsgruppe (*RG*) benannt. Die in den Zeilenanalysen des b_1 -Schliffes und b_2 -Schliffes erfassbaren, im Sammeldiagramm aber nicht hervortretenden Quarzmaxima *I*, wurden als RG_1 , *Max* in oder um c als RG_3 und die beiden in hol und \bar{hol} befindlichen zueinander betreffend Lage, wenn auch nicht Intensität, symmetrischen *Max II* für $hol = RG_2$ und $\bar{hol} = RG_4$ bezeichnet. RG_1 umfasst einen Sektorbereich von 23° , $RG_2 = 63^\circ$, $RG_3 = 38^\circ$ und $RG_4 = 56^\circ$.

Hinführung und Kennzeichnung der in Fig. 14 projizierten und in Richtungsgruppen aufgeteilten Quarzachsen in die AVA geschah — wie in der Praxis allgemein gehandhabt — mittels Farbgebung der den jeweiligen c -Achsen zugehörigen Kornquerschnitte als Drehlagenverzeichnis. So wurde die Voraussetzung für eine erste übersichtliche AVA-Betrachtung und die Weiterbetreibung der Analyse, wie im folgenden geschildert, geschaffen.

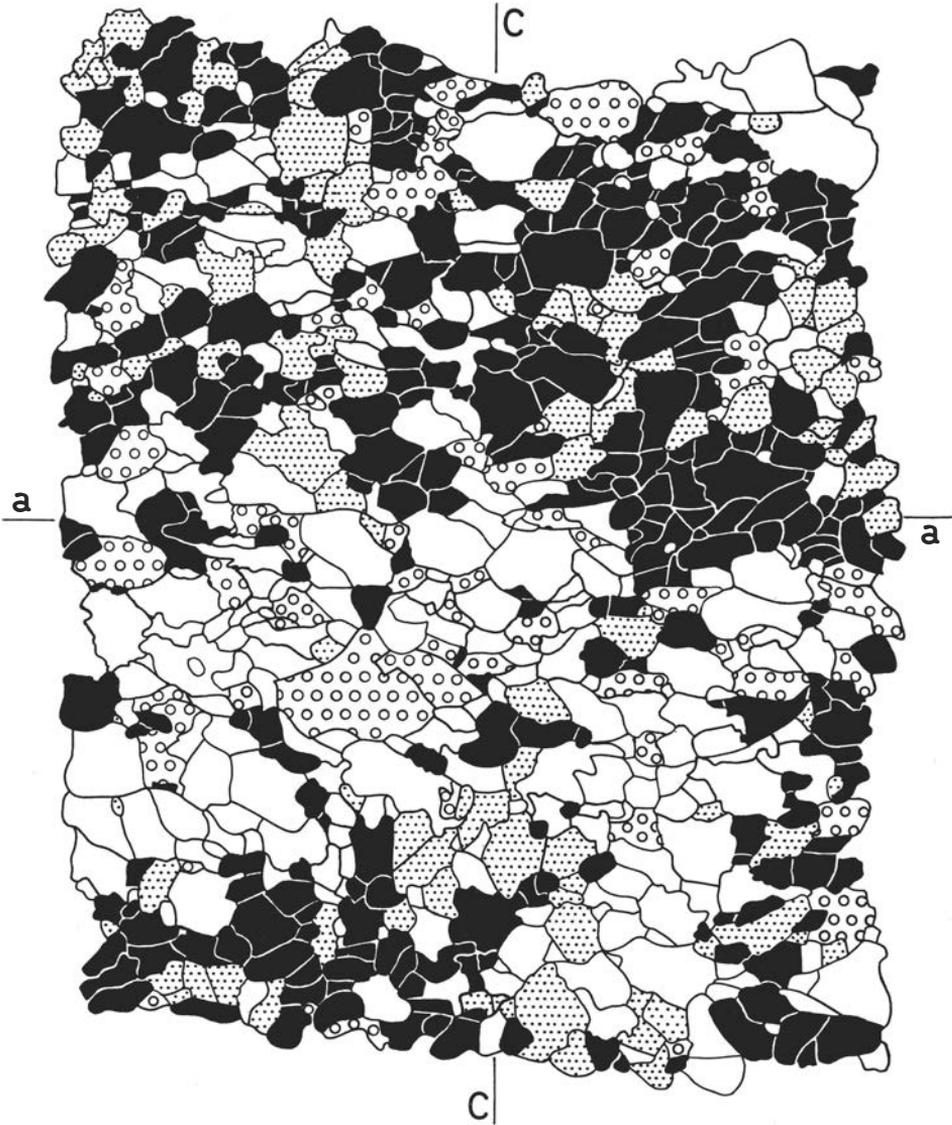


Fig. 15: Achsenverteilungsanalyse. 750 Quarzkörner. Quarzit/Vikartal (Tirol). Vergr. ca 150 × .
Signaturen Richtungsgruppe RG_{1-4} vgl. Sammeldiagramm Fig 14.

Hierbei wurden versuchsweise auch die RG_2 und RG_4 -Sektoren im Diagramm nochmals untergeteilt, wobei zentrale und periphere Besetzungen getrennt behandelt wurden. RG_2 : das distinkte Maximum mit 6–8 % Besetzungsdichte wurde von der mit 4–6 % einfach abgetrennt. Die so in obengenannter AVA-Übersicht typisierten Körner zeigten auch bei weiterer Herausarbeitung keine unterschiedlichen Züge in bezug auf Anordnung, Grösse usw. Diese Aufteilungen der RG_2 und RG_4 wurden dann schliesslich wieder fallen gelassen.

Die für Quarztektonite rhombischer Symmetrie, namentlich mit symmetrischen *Max II*, nicht auszuschliessende Beteiligung von Zwillingen an der Lagenkugelbesetzung (SANDER, 1950 S. 142 u. 151) wurde, wie vorweggenommen sei, an vorliegender AVA durch Winkelmessungen $c \wedge c$ jedes mit jedem Korne kontrolliert. Es fehlten überdurchschnittlich häufig wiederkehrende Achsendivergenzen. Wo geringere $c \wedge c$ -Häufungen vorhanden, entsprachen die Winkel keinem der bekannten Zwillingsgesetze für Quarz. So ergaben sich also keine Hinweise für die Teilnahme von Zwillinggefügen bzw. eines Gefüges von Zwillingen.

Fig. 15 zeigt die vollständige AVA. Die aus druckfinanziellen Gründen erfolgte „Schwarz-Weiss“ Darstellung gibt nun bedauerlicherweise nicht die indiskrete Einsicht, wie das farbige Original. Trotzdem ist doch schon bei erster flüchtiger Betrachtung die distinkte Orientierung gewisser Richtungsgruppen nicht zu übersehen. Die im AVA-Sammeldiagramm (Fig. 14) den RG_{1-4} zugeordneten Signaturen (in den Zwickeln der Sektoren) wurden zur Kennzeichnung der Körner in die AVA übertragen (RG_1 = offene Kreise, RG_2 = weiss, RG_3 = Punkte, RG_4 = schwarz). Um ein leichteres Lesen der einzelnen RG zu ermöglichen, wurden die Körner jeder RG für sich im AVA-Gesamtbereich dargestellt (Fig. 16–19).

a) Die Feinlagen

In den RG-Einzeldarstellungen erfolgte nun die Bestimmung der Feinlagen (Fl) (SANDER, 1950, S. 30), d.h. alle statistisch linearen Kornaneinanderreihungen gleich welcher Zahl, Dichte und Länge wurden mittels Linien gekennzeichnet (siehe Fig. 16–19)¹. Das Maß der Intensität dieser Feinlagen gleicher Orientierung, wird durch ihre wiederkehrende Anzahl, deren Längen, die Zahl sich berührender Körner und die Homogenität der Kornverteilung in den Feinlagen bestimmt. Vermieden wurde Feinlagen in den äussersten Randzonen der AVA zu rekonstruieren, wenn schief zum Rand deren Fortsetzung plötzlich abgeschnitten war.

Ohne vorliegende Darstellungsweise wären die Feinlagen aus dem mikroskopischen Gefügebilde kaum, aus der unaufgeteilten AVA nur unsicher herauszulesen gewesen. Sie sind durch unregelmässiges und nicht geschlossenes, lückenhaftes Auftreten flächenhafter Korngruppierungen typisiert, die parallel-

¹ Die RG-Darstellungen nach Stoffdichte-Punktbild ausgezählt (mit 1 % igem Hexaeder) (vgl. SANDER, LADURNER) und in Kurven gleicher Besetzungsdichte dargestellt, waren für die Bestimmung von Feinlagen — vielleicht aufgrund zu geringen Analysenareales — nicht gleichgut lesbar, wie die RG-Korndarstellungen selbst. Von der Publikation dieser Verteilungsdiagramme wurde aus diesen Gründen Abstand genommen. Sie sind am Mineralog.-Geologischen Institute in Uppsala hinterlegt.

Hierbei scheint mir auch die Frage nicht unwesentlich, ob man in solchen prä-bis parakristallin geformten Gefügen mit mittelbaren Kornlängungen, Rekristallisationen, usw., so ohne weiteres heterometrische Korngestalten sonst isometrisch ausgebildeter Gefügekörner, wie bei Quarz, unberücksichtigt lassen darf (vgl. auch die späteren Darstellungen über Korn- und Stoffdichte)?

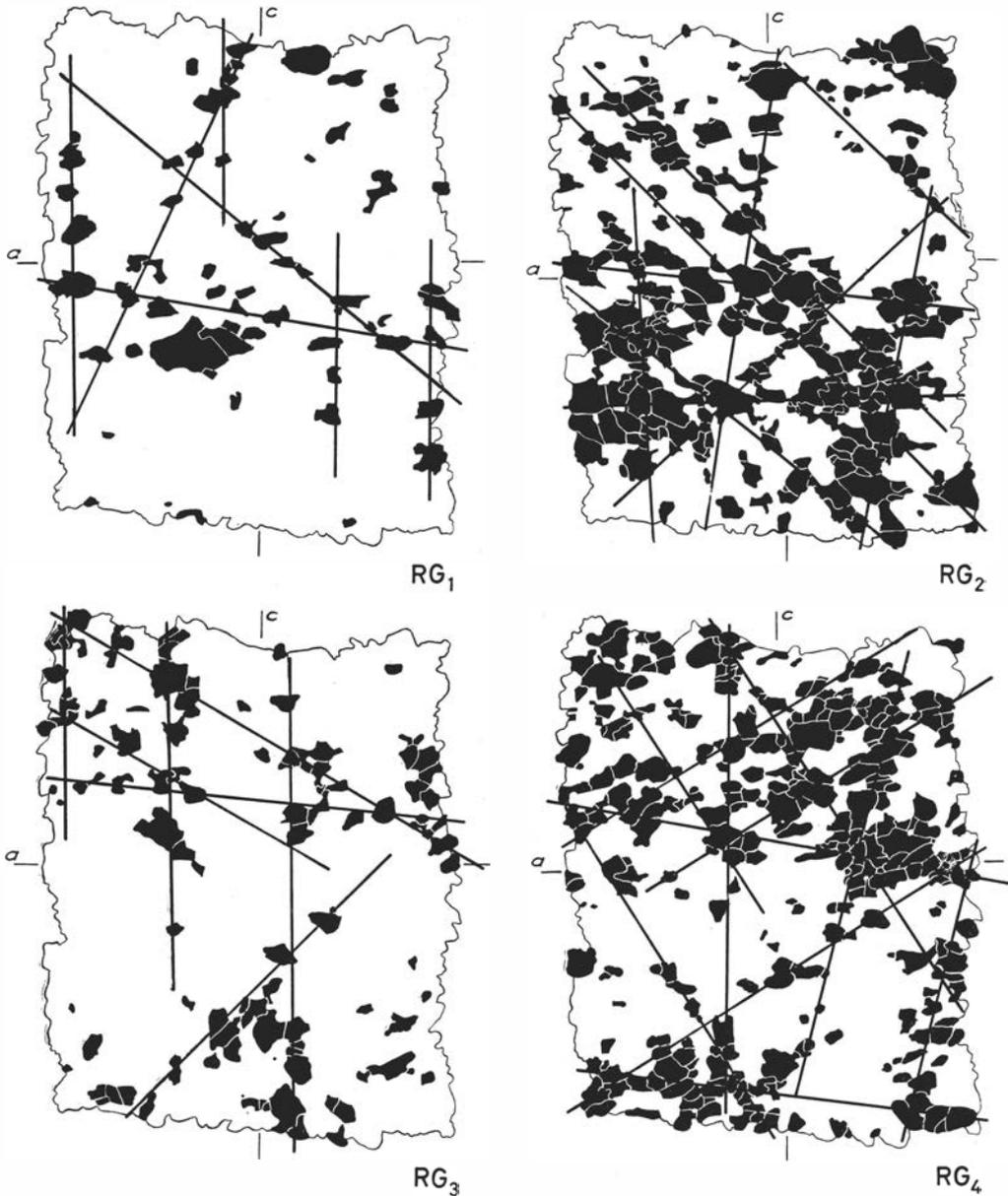


Fig. 16—19: Einzeldarstellungen der Richtungsgruppen RG_{1-4} mit ablesbaren und durch Gerade gekennzeichneten Feinlagenrichtungen.

verlaufen oder sich mit verschiedenen Winkeln durchkreuzen oder gegenseitig unregelmässig abschneiden können. Ihre Betrachtung in allen vier RG-Teildarstellungen auf Anzahl und Richtung gibt einesteils schon bei erster Übersicht den Eindruck, dass gewisse Fl-Richtungen sich in den verschiedenen RG-

Darstellungen wiederholen d. h. polymaximal sind, und andererseits, dass für jede RG eine Fl-Richtung spezifisch ist. So ist z. B. die Feinlage die in *bc* aller vier RG auftritt, spezifisch und auch am deutlichsten für die RG_3 -Darstellung. Mit anderen Worten, die spezifische Fl-Orientierung geht hier uniform mit der RG-Richtung und damit dem charakteristischen Quarzachsenmaximum. Diese Fl wären nach SANDER als „Feinlagen mit Eigenregelung“ zu bezeichnen.

Nachstehende Tabelle gibt für jede der vier RG über Anzahl und Richtung der ermittelten Feinlagen Auskunft. Die am Kopf der Tabelle stehenden Gradwerte, sind die im Uhrzeigersinne angegebenen Winkel, die die Feinlagen mit der Ebene *ab* des Gefüges einschliessen. Die für jeweilige RG spezifischen Fl sind kursiv gedruckt.

Fl	RG_1 0°	RG_2			RG_3		RG_4		
		10°	30°	50°	90°	100°	115°	134°	148°
<i>RG₁</i>		1		1	3		1		
<i>RG₂</i>	1	1		4	1	2			1
<i>RG₃</i>		1	2		3			1	
<i>RG₄</i>		2		3	1	2			3
	1	5	2	5	11	4	1	1	4

Zu vergleichende Verhältnisse mit RG_3 herrschen auch in RG_2 und RG_4 . Ein quantitativer Vergleich zwischen den RG und deren Fl ist ja nicht möglich, da die Voraussetzung hierfür, gleiche Körnerzahlen für die RG, nicht gegeben ist.

Von vorgenannten RG weicht RG_1 ab. Es fehlt hier die spezifische Fl und es dominieren Fl in *bc* (90°). Kontrolliert man hieraufhin die entsprechenden ZA und das Sammeldiagramm so zeigt sich, dass ein distinktes *Max I* in *a* nicht vorhanden ist. RG_1 stellt somit eine mehr willkürliche Unterteilung dar, wenn wir vorerst von der evtl. Bedeutung der Fl \perp spezif. Fl absehen. Zusammenfassend kann man sagen, dass die den RG — wenn diesen ausgeprägte Maxima in den ZA bzw. im AVA-Sammeldiagramm entsprechen — zuordenbaren spezifischen Feinlagen innerhalb jeweiliger RG-Teildarstellungen vorwiegen.

Einer der Feinlagen kommt besondere Bedeutung zu. Es ist die, die in der Tabelle unter 10° zu finden ist. Aus letztgenannter kann entnommen werden, dass diese Fl-Richtung in allen RG wiederzufinden ist. Schon ihrer Breite und Besetzungsdichte wegen, weicht sie von den übrigen Fl ab. Sie zeigt — in der zweidimensionalen Darstellung — breite Bänder, wie es besonders in Fig. 17 und 19, aber auch noch in Fig. 18 für die weniger stark besetzte RG_3 ersichtlich ist. Dagegen bedarf es vielleicht der Erwähnung, dass in RG_2 und RG_4 ihr rechtwinkliges Gegenstück (die *Fl* \perp *ab* = 100°), zwar bei weitem nicht gleich breite, doch aber deutliche Feinlagen bildet. Dagegen scheint mir bedeutungs-

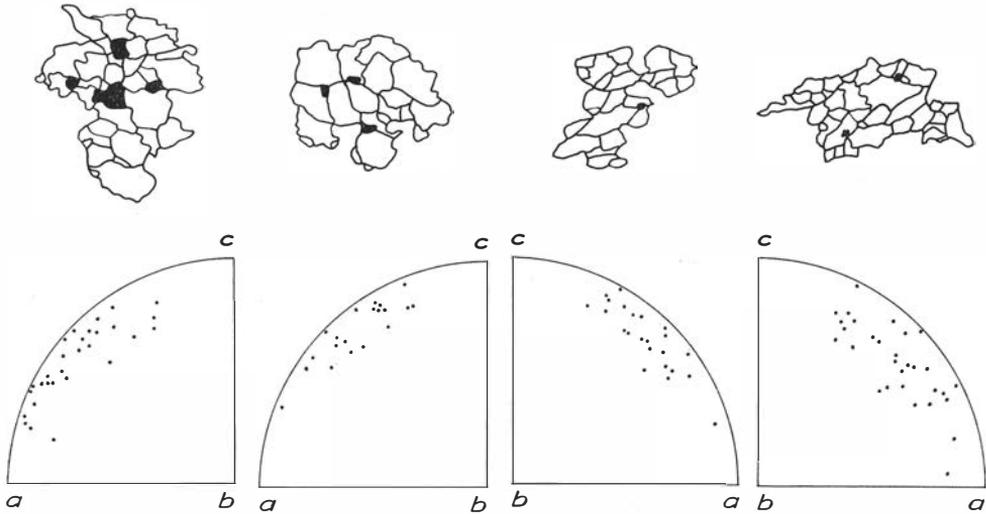


Fig. 20: Beispiele insularer Kornhäufungen mit dazugehörigen Diagrammschnittens ihrer Lagenkugelbesetzung. Die schwarz markierten Körner gehören anderen RG an.

voll, dass weder den breiten Fl-Streifen von $Fl \wedge ab = 10^\circ$, noch ihren $Fl \wedge ab = 100^\circ$ gegenüber ein Haupt- bzw. hervortretendes Nebenmaximum im Quarzachsendiagramm zuweisbar ist. Damit stehen sie im Widerspruch zum anderen Feinlagengefüge, dessen Orientierung mit jener der Achsenmaxima im Gürteldiagramm übereinstimmt.

Hierauf muss man unwillkürlich fragen: ist diese Streifigkeit, die auch in der AVA-Gesamtdarstellung deutlich ins Auge fällt und stark von Art und Symmetrie des übrigen Feinlagenbaues und mit der ihm koordinierten Regelung abweicht, eine Erscheinung, die mit der Entstehung der *hol*-Feinlagen zusammenhängt? Obengenannte Kriterien sprechen nicht dafür. Zur Erklärung der Erscheinung gibt die vergleichende Betrachtung des dazugehörigen ASP gewisse Anhaltspunkte. Die Orientierung der Streifen stimmt mit jener der fischförmigen und diffus hervortretenden Querschnitte des ASP überein, deren gestaltliche Richtungstendenz auch bei der Konfrontation mit den Zeilenanalysen keine zuordenbaren Maxima zeigte. Die im AVA-Bild typische Grenze zwischen oberen und unteren Streifen kommt dem Kontakt des fischförmigen Querschnittes zum (hier unten) angrenzenden Gefügebereich gleich.

b) Die insularen Häufungen

Ein anderes wichtiges — für diese AVA charakteristisches und allgemein neues Merkmal — sind die insularen Häufungen. Sie sind in der AVA-Gesamtübersicht, besonders jedoch in den RG-Einzeldarstellungen für RG_2 und RG_4 deutlich. Einige herausgegriffene Beispiele solcher insularer Maxima sind in

Fig. 20 dargestellt. Die da beigefügten Diagrammausschnitte geben gleichzeitig über die Lage zugehöriger Kornachsen Auskunft.

Die Abgrenzung der insularen Häufungen, die als Gefügeelemente höherer Ordnung durch Regelung erschliessbare Überindividuen sind, geschah natürlich bis zu gewissem Grade willkürlich. Die Tendenz zur Sammlung ist doch ohne weiteres ersichtlich. Über Besonderheiten ihrer Gestalt (nur zweidimensionell gemeint) lässt sich natürlich aufgrund zuweniger solcher Häufungen nichts Endgültiges sagen; doch hat es den Schein, als ob eine schwache Streckung subparallel ab vorhanden ist. Ihre Verteilung im AVA-Feld ist massgeblich von Homogenität und Kornzahl der jeweiligen RG abhängig. Auch hier ist das vorliegende Material nicht ausreichend, um prinzipielle Aussagen machen zu können.

Die Gegenüberstellung der insularen Kornhäufungen und ihrer im Diagramm zugehörigen Achsenlagen geschah auch mit der Absicht, etwaige ausgeprägte Schwerpunkte für Achsennäherungen aufzuspüren. Hierfür gaben sich jedoch keine Anhaltspunkte. Die Winkel $c \wedge c$ aneinandergrenzender Quarzkörner liegen in allen untersuchten insularen Häufungen dispers im Rahmen der aus den Diagrammen ersichtlichen Streuung, ohne auch nur für begrenzte Teilbereiche hervortretende Eigentümlichkeiten zu zeigen. Dass der Grad der Achsenstreuung in einem solch insularem Felde nicht viel grösser zu sein braucht, als der eines undulös zerlegten Quarz-Überindividuum, sei am Rande vermerkt. Hierauf bezogen sei die Frage nur angedeutet, doch vorerst nicht weiter verfolgt, inwieweit durch solche tektonische Gleichrichtungstendenzen von Körnergruppen die Umkristallisationsbedingungen, besonders die Kornvergrösserung durch Sammelkristallisation, beeinflusst werden können.

Versucht man die Lage der Kreuzungsstellen oben beschriebener Feinlagen mit jener der insularen Kornhäufungen zu vergleichen, was mit Erfolg nur in den stärker besetzten RG_2 und RG_4 möglich ist, erhält man schon bei erster Annäherung den Eindruck, dass da eine Neigung zum Zusammenfallen vorliegt. Die Nachzählung ergibt, dass in der RG_2 von 28 Schnittstellen 18 und in der RG_4 von 29 Schnittstellen 19, also in beiden Fällen ca. $\frac{2}{3}$ in den Bereichen insularer Maxima gelegen sind. Dabei ergeben sich keine Anhaltspunkte, dass spezielle Fl-Richtungen innerhalb der insularen Maxima bevorzugt sich schneiden. Auch die Anzahl sich scherender Fl in der insularen Häufung zeigt keine direkt sichtbaren Zusammenhänge zur Grösse des insularen Feldes oder zur Achsendispersion benachbarter Körner. — Hingegen hat der Abstand (Dichte) zwischen den subparallelen Feinlagen, wie zu erwarten, einen gewissen Einfluss. Hieraus kann abgeleitet werden, dass die Kreuzungsstellen die Regel nicht ändern, sondern sie verschärfen.

c) Zur Genität des Regelungsmechanismus

Wie schon kurz erwähnt, zeigt die von RAMSAUER gemessene und gedeutete (1941, S. 20) und von SANDER (1950, S. 188–192) überarbeitete AVA eines serizitführenden Quarzites von der Vikarspitze (ca 10 km SE Innsbruck) ähnlichen Regelungstyp, wobei ihre Charakterisierung durch SANDER als „hochgradige Regelung, inhomogene Verteilung von Richtungsgruppen im Gefügebild erst durch AVA (und das Gipsblättchen) wahrnehmbar“ auch auf vorliegende Analyse anzuwenden ist.

Schon während der Messungen zu den Zeilenanalysen und dann aus ihrem synoptischen Diagramm war die Regelungsinhomogenität wahrnehmbar. Beim Sammeldiagramm zur AVA (Fig. 14) waren mehr im Laufe der Eintragungen, als im fertigen Diagramme Spaltungs- bzw. Verdoppelungstendenzen der *Max II* in *hol* und \bar{hol} angedeutet, wurden aber nach erstem ohne Resultat gebliebenem Versuch (vgl. S. 57) nicht weiter analysiert. So wurde also nicht in Haupt- und Nebenmaximum (bzw. zentrisches und peripheres Maximum) geschieden und ihr Verhältnis zu den Richtungsgruppen untersucht. Denn die Verbreiterung oder Spaltung der *Max II* ist ja auf die inhomogene Verteilung an sich homogen geregelter Teilbereiche zurückführbar und für diese sind die Häufungen, ganz gleich welchen Ort sie besetzen, spezifische Maxima. Hier ist also scharf zu trennen, ob ein im für den AVA-Schnitt repräsentativen Gürteldiagramm vorkommendes Nebenmaximum in Wirklichkeit spezifisches Maximum für einen Teilbereich der Analyse ist — oder aber, ob eine echte Spaltung vorliegt — mit Nebenmaximum, entstanden homogen über den AVA-Gesamtbereich, wie z.B. durch Flattern der Gleitgerade, höckerige Scherflächen, usw.

Das Verhalten der Feinlagenorientierungen zu den Maxima im Sammeldiagramm (Fig. 4) ist in solch ausgeprägt inhomogenem Gefüge zweckdienlicherweise durch Betrachtung der synoptischen Zusammenfassung für *abc*-Schnitte (Fig. 9) zu ergänzen. In Wirklichkeit sind es ja nicht nur die beiden kräftigen *Max II* mit Eigenregel in ihren spezifischen Feinlagen, sondern es sind auch, wie einesteils aus den ausgeprägt in *bc* anzutreffenden F1 und den ihnen zuordenbaren Maxima in *c* des synoptischen Diagrammes hervorgeht, Eigenregel für diese Ebenenschar, andererseits, wenn auch viel schwächer mit gleichen Kriterien eine solche für *ab* wahrscheinlich. Wir können somit zwei sich mit ca 90° schneidende ungleichscharige Scherflächensysteme $hol \perp \bar{hol}$ und $ab \perp bc$ mit gemeinsamer Schnittgerade in $b = B$ unterscheiden.

Wie schon früher hervorgehoben, sind neben den spezifischen F1 jeder RG in ihr auch andere F1-Richtungen vertreten, teilweise auch solche, die für andere RG spezifisch sind. Daraus kann man folgern, wenn man die RG als Eigenregel einer Scherfläche betrachtet, dass nicht nur mit einer „Quarzregel“ zu rechnen ist, sondern dass sich verschiedene überlagern können. Die als „spezifische“ F1 bezeichneten, d.h. F1-Richtung und Gürtelhauptmaximum bzw. RG

stimmen überein, weisen somit Quarzachsen subparallel der Bewegungsfläche als Eigenregel auf (SANDER's γ -Regel). Ihre in gleicher RG subnormal korrespondierenden Fl hingegen besetzen zwar im Diagramm das gleiche Maximum, sind als Scherfläche betrachtet doch polymaximal und gehören zum diametralen Gegenüber und für diese zeigen sie die Quarzachsen subnormal zur Fläche (SANDER's α -Regel). Dies ist deutlich auf Scherflächen in $hol = s_2$ und $bc = s_3$ anwendbar. In s_3 treten die Quarzachsen annähernd gleichstark subparallel und subnormal der Flächen auf. Die in RG_1 bei $ab \wedge Fl = 50^\circ$ auftretende und auf hol beziehbare Fl zeigt, wenn man sie Scherfläche s_2 zuordnet: $s_2 \wedge Max I = ca\ 50^\circ$.

Für $\bar{hol} = s_4$ ist das quantitative Verhältnis von γ - und α -Regel mehr ungleich. Es herrscht γ -Regel vor, die Achsen subnormal zur Fläche sind nur schwach angedeutet (vgl. in $RG_2 = Fig. 17$, 1 Fl in hol). Ein quantitativer Vergleich der Quarzregelverteilung für hol und \bar{hol} ist wegen Ungleichscharigkeit der Scherflächen nicht erlaubt ($Max II$ in hol ist über 3 % stärker besetzt als $Max II$ für \bar{hol}).

Gehen wir zum anderen symmetrischen s -Paar: $ab = s_1 \perp bc = s_3$. Die Ungleichscharigkeit ist hier noch mehr ausgeprägt, als bei $hol \perp \bar{hol}$, die nicht aus den Gürtelmaxima, sondern aus den zugehörigen Feinlagen ablesbar ist. Für s_1 gibt es keine spezifischen Feinlagen, doch dafür umso markantere für bc . Letztere entsprechen Regelung der Achsen subparallel c bzw. in s_3 . Annähernd gleichstark besetzt sind Achsenregel subnormal s_3 (vgl. RG_1 — Fig. 16). Jede Richtungsgruppe enthält in Fig. 16–19 Feinlagen, die + und – ca. 45° mit ihr bilden, oder anders gesagt ist fast jede der Feinlagen merklich mit Quarzachsen besetzt, die einen Winkel von ca. 45° mit ihnen bilden.

Nimmt man jedoch an, dass die für RG_2 und RG_4 ungleichscharigen Fl-Gegenüber nur geometrisch bedingt sind, dann wird folgendes der Fall: Den spezifischen Feinlagen nach RG_2 fehlt in RG_2 ein $\perp RG_2$ liegendes Fl-System (nach RG_4); den spezifischen Feinlagen nach RG_4 fehlen in RG_4 die \perp dazu liegenden Fl nach RG_2 . Mit anderen Worten: s_2 fehlt die strenge α -Regel, s_4 ebenfalls, oder besser gesagt, eine solche ist aus Fig. 16–19 nicht zu ersehen. s_3 hat deutlich α - und γ -Regel, s_1 weder — noch.

Auf die Relation der Quarzregeln zu den übrigen weniger typischen und vielleicht nicht unzufälligen Feinlagen soll nicht weiter eingegangen sein, da natürlich in einem solchen Rotationsgefüge alle möglichen Übergangssituationen zwischen den Hauptflächenscharen um b vorkommen können, weiter die Streuung für hol und \bar{hol} ziemlich gross ist — und schliesslich hat die Analyse nicht eine entsprechend grosse Kornmenge, um evtl. Überdeutungen zu entgehen.

Man kann die Feinlagen verschiedener Quarzregel für jedes s in Übersicht bringen; in der Erwartung hierbei für deren räumliches Auftreten bestimmte Feststellungen machen zu können, was mir methodisch ein gangbarer Weg scheint, die Ursachen für vor allem den Wechsel von α - und γ -Regel im gleichen

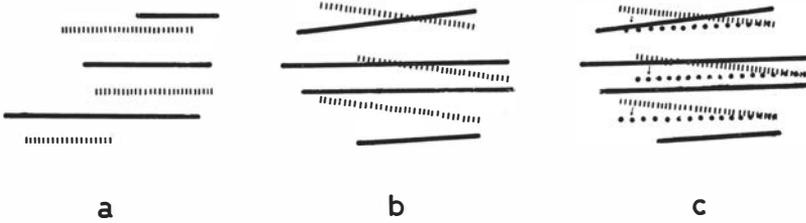


Fig. 21: Anordnung und Wechsel von Feinlagen mit SANDER's γ' - und α' -Regel. a = reell parallelverlaufend, b = mit spitzen Winkeln überquerend, c = b in Parallelstellung rotiert.
 — = γ' -Regel, = α' -Regel.

Scherflächenpaket zu diskutieren. Es geschah hier mittels Markierung für α - und γ -Regel in allen einem Scherflächenbündel subparallel verlaufenden Feinlagen. Daraufhin waren in bezug auf deren Richtungskonformität zwei Fälle zu unterscheiden (doch nur, wenn die Annahme geometrisch bedingter $Fl \perp s_2$ und s_4 nicht zutrifft):

- 1) Feinlagen mit jeweils α - oder γ -Regel sind reell parallelorientiert.
- 2) Feinlagen mit jeweils α - oder γ -Regel verlaufen nur subparallel und können sich mit spitzen Winkeln (bis 10–15°) schneiden.

Den ersten Fall präsentieren die Lagen $\parallel bc$, wobei α - und γ -Regel mit nicht gleichen Abständen abwechseln (vgl. Fig. 21 a). Fall 2: Das für *hol* angenommene Scherflächenbündel s_2 (mit ca. 25° breitem *Max II* von 6 — über 8% Besetzungsdichte) weist mit 10° divergierende Feinlagen mit α -Regel für die eine und γ -Regel für die andere Richtung auf (Fig. 21 b). Ihr räumliches Zueinander ist dadurch mehr unübersichtlich. Rotiert man jedoch eine der Lagen um 10° in Parallelstellung zur anderen, so zeigt sich das gleiche Bild wie in Fall 1: wechselweise, doch in ungleichen Abständen verlaufende α - und γ -Regel-Feinlagen (Fig. 21 c). Letztgenannte konstruktive Rotation wurde nun nicht in der Absicht einen gefügebildenden Vorgang zu rekonstruieren vorgenommen, der genetisch besehen höchst unwahrscheinlich ist, da beide sich schneidende Lagen — wenn als Scherflächenbündel mit Eigenregel auffasst — vermutlich syntektonisch sind, sondern vorerst nur, um ihr gegenseitliches räumliches Verhalten zu analysieren. Ob der für beide Fälle erkennbare Wechsel von Feinlagen mit α -Regel und γ -Regel grundsätzliche Bedeutung zukommt, muss nach derzeitigem Stand der Dinge offengelassen werden. Doch scheint es mit als deskriptives Datum wichtig.

Bei vorstehenden Betrachtungen wurden ja jene dem entsprechenden s parallelverlaufenden Feinlagen, doch anderer RG-Besetzungen, wie z. B. $Fl \wedge$ Achsenmaximum = 45°, unberücksichtigt gelassen und sollen in das Obengesagte auch nicht weiter eingefügt werden. Das vor allem aufgrund ihrer sporadischen Anwesenheit und der Tatsache, dass eine erste solche Analyse, noch dazu wenn sie kein grösseres Areal als im vorliegenden Fall umfasst,

vielleicht zu weitgetrieben und Zufälligkeiten das Unzufällige verschleiern können.

Auch der genetischen Deutung eines „ α - und γ -Regel Lagenbaues“ hat man sich aus verschiedenen Gründen mit grösster Vorsicht zu nähern. Voraussetzung ist immer wieder, dass die Feinlagen als von Scherungen resultierend angesehen werden. Der Regelungsmechanismus könnte dann grob besehen so sein, dass für Lagen mit α -Regel der Typ „Translation subnormal c “ und für γ -Regel mit „Translationen subparallel c “ zu rechnen wäre. Weder für das eine noch das andere sind direkte mikroskopische Belege vorhanden. Zwar trifft man beinahe in allen Körnern undulöse Auslöschung, die korndeformativ einer mechanischen Aufteilung in Stengel subparallel kristallographisch c entspricht. Diese würden, falls auf Lagen mit γ -Regel beschränkt und ihr parakristalliner Charakter vorausgesetzt, diese Annahme stützen. Ihre Anwesenheit in den Lagen mit α -Regel hingegen und die hier fehlenden Merkmale BÖHM'scher Streifung, die lt. SANDER als gitterabhängige lamellare Zergleitungen nahe normal c gedeutet werden, stützen zwar nicht den Gedankengang, bedeuten aber gleichzeitig auch keine strikte Vereinung. Setzt man nämlich nicht den parakristallinen Charakter der Undulositätsstengel voraus, sondern rechnet mit ihnen als Resultat postkristalliner Beanspruchung, so bleiben die Türen für einen etwaigen solchen Deutungsversuch offen.

Will man weitergehen und den geschilderten Sachverhalt auf SANDER's und INGERSON's Hypothesen über den Mechanismus der Quarzregelung beziehen, so lässt sich folgendes aussagen. Nach INGERSON's Deutung (1945) geht die Einregelung von Quarzachsen \parallel und \perp der Gefügescherfläche wie folgt vor sich. Durch intergranular teilbewegte Externrotationen wird die Drehlage der Körner so weit verändert, bis die für intragranulare Quarzkorntranslationen geeigneten Lagen, die für sub $\perp c$ von INGERSON im Gegensatz zu SANDER als gitterunabhängig angenommen werden, in die Nähe der Gefügescherfläche zu liegen kommen. Aus dieser Position erfolgt dann intragranulares Hinübergleiten und ihre Einregelung in s . Auf vorliegenden α - und γ -Regel-Lagenbau angewandt, stösst der INGERSON'sche Erklärungsversuch auf gewisse Schwierigkeiten. Wie will man z. B. diesen lagenweisen Wechsel erklären? Möglicherweise als externrotationelle, doch internrotationell unabhängige Sortierung nach der Korngestalt? Dies wäre selbst theoretisch nicht ganz gesichert, im behandelten Fall ist es aus verschiedenen Gründen indiskutabel. Intuitiv denkt man sich ein solches nach INGERSON entstandenes Gefüge mehr so, dass für Körner beider Regeln auf Ebenen maximaler Relativbewegung statistische Verteilungshomogenität vorliegen sollte.

Weiter kann man fragen, verhalten sich Korngestalt und Korndichte in Hinsicht auf Externrotationen der INGERSON'schen Hypothese günstig? Direkte Anhaltspunkte fehlen ja; u. a. ist auch zu berücksichtigen, dass paradeformative Kristallisationen präkristallines Gefüge, postdeformative Kristallisationen parakristallines Gefüge, oder überhaupt postkristalline Beanspruchung, die sicher

vorhanden, aber wohl nicht dem diskutierten Typ entspricht, solche Veränderungen hervorgerufen haben können, dass eine auch nur annähernd kompetente Antwort besser ausbleiben muss. Vielleicht kann man doch ganz allgemein vermuten, dass ein verzahntes Quarz in Quarz-Gefüge, das wahrscheinlich schon vor den diskutierten Prägungsakten existierte (vgl. geregelte Relikte in den *c*-Zeilenanalysen) und als Linse im höherteilbeweglichem Phyllitmilieu auftrat, von Externrotationen Quarz gegen Quarz weniger regelungsmechanisch abbekam, als vielmehr durch intragranulare Zergleitungen. Das der Gesamtbereich (die Quarzknauer) in hochteilbeweglicher Umgebung dagegen massgebliche Externrotationen erfahren hat, ist denkbar, liegt jedoch ausserhalb der eigentlichen Betrachtung.

d) Korngrössen und Korngestalten

Schon während der petrographischen Beschreibung (S. 45) wurden kurze allgemeine Hinweise über Korngrössen und Korngestalten des Quarz in Quarz-Gefüges gegeben. Im Folgenden soll das mehr ausführlich und zwar besonders auf die Körner der Richtungsgruppen bezogen werden.

Zur Erfassung aller Raumdaten wurden vorerst die Kornquerschnitte im *ac* des Gefüges unabhängig von ihren Richtungstendenzen planimetriert und ihre Mittelwerte für die einzelnen RG ermittelt. Von einer solchen Bearbeitung versprach sich der Verfasser eine Bestätigung des optischen Eindruckes, dass die verschiedenen RG verschiedene Mittelwerte ihrer Kornquerschnittareale besitzen. Die Resultate sind in nachstehender Übersicht dargestellt. Die mm² Werte gelten für die aus dem AVA-Arbeitsplan entnommenen, aber dann ins Dünnschliffareal reduzierten Originalmaße.

	Kornanzahl	= in % der Gesamt-kornzahl	Gesamtfläche der Kornquerschnitte		Mittel des einzelnen Kornquerschnittareales in mm ²
			in %	in mm ²	
<i>RG</i> ₁	62	8,3	10,92	9,0357	0,1475
<i>RG</i> ₂	256	34,6	37,51	30,9776	0,1254
<i>RG</i> ₃	116	15,5	14,96	12,3618	0,1066
<i>RG</i> ₄	311	41,6	36,61	30,2345	0,1011

Was ist hieraus zu ersehen? Es bestätigt sich, dass die Kornquerschnitte der einzelnen RG ungleiche Arealmittelwerte aufweisen. Allerdings sind die statistischen Voraussetzungen für fehlerfreie Vergleichbarkeit insofern eingeschränkt, als nicht gleiche Körnerzahlen als Grundlage für die Berechnung benutzt werden konnten, was in der Natur der Sache lag. Gleichwohl dürften tatsächlich Unterschiede im Kornquerschnittsmittel bestehen, wie die Werte für die statistisch gut belegten *RG*₂ und *RG*₄ zeigen. Ob die Abnahme der

Mittelwerte für das einzelne Kornquerschnittareal von RG_1 bis RG_4 reine Zufälligkeit ist oder damit ein System auftaucht, dem prinzipielle Bedeutung zukommt, ist mittels einer oder weniger AVA nicht zu beantworten. Vielleicht ist es wert sich dessen in Zukunft zu erinnern.¹

Stellt man die Frage, ob und wie weit die Kornquerschnitte \parallel *hol*-Austritten länger sind (absichtlich wird nicht von „gelängt“ gesprochen, um einer voreiligen genetischen Begriffsbildung zu entgehen, die einesteiils nicht bewiesen ist, anderenteils zu wenig definiert, z. B. „gelängt“ vordeformativ durch unmittelbare oder mittelbare Teilbewegungen, usw.) als senkrecht dazu, wurde mit Hilfe des vorliegenden AVA-Planes untersucht. Die Kornquerschnitte jeder RG wurden auf den Mittelwert der RG-Richtung bezogen und die Querschnittmesser \parallel und \perp zur RG-Mitte gemessen. Die Werte sind in den beifolgenden Diagrammen für RG_{1-4} (Fig. 22–25) dargestellt. Die Abmessungen für \parallel RG-Mittelrichtung wurden auf die Abzisse, jene senkrecht dazu auf die Ordinate bezogen. Die die Diagramme teilenden Diagonalen bilden die Grenze zwischen den längeren Querschnittmessern \parallel bzw. \perp der RG-Mittelrichtung (ihre Lage entspricht etwa idealen isometrischen Kornquerschnitten). Die Auszählung (mit 1%igen Auszählkreis) und %-Einteilung in Felder gleicher Besetzungsdichte erfolgte zur besseren Bestimmung der Schwerpunkte. Die als gebrochene Linie dargestellte Kurve zeigt annäherungsweise den Schwerpunktverlauf für die Längenverhältnisse \parallel und \perp zur RG-Mittelrichtung.

Vor Betrachtung der Verhältnisse in den einzelnen RG sei wieder vorausgeschickt, dass keine reelle Vergleichbarkeit der statistischen Kurven wegen der ungleichen Kornzahlen vorliegt. Trotzdem können die Mittelwertkurven approximativ als vergleichbare Grundlage gelten.

RG_1 : deutliches Übergewicht für grössere Querschnittmesser \parallel RG-Mittelrichtung ($\parallel ab$). 84.1 % der Querschnitte sind länger \parallel der RG-Mittelrichtung.

RG_2 : deutliches Übergewicht für grössere Querschnitte \parallel RG-Mittelrichtung ($ab \wedge hol = 45^\circ$) = 76.1 % der Körner.

RG_3 : sehr schwache Tendenz für grössere Querschnitte \perp RG-Mittelrichtung ($\parallel bc$) = 52.9 % der Körner.

RG_4 : deutliches Übergewicht für grössere Querschnitte \parallel der RG-Mittelrichtung ($ab \wedge \bar{hol} = 45^\circ$) = 79.1 % der Körner.

Daraus ist zu ersehen, dass bis auf RG_3 die Körner aller RG im Mittel längere Querschnitte der RG-Mittelrichtungen haben. Ausserdem spiegelt sich in den Diagrammen der diskutierten RG ein annähernd gleiches Verhalten der Korngrössenverteilung zum Grade der Heteromorphie wieder. Bei gleichbleibendem Grade der Heteromorphie wären die Abweichungen von der Isometrie geraden (45° -Gerade) auch wieder Gerade. In RG_1 , RG_2 und RG_4 wurden aber Kurven erhalten, die eben zunehmende Heteromorphie mit

¹ So weisen W. SCHWARZACHER & R. UNTERSTEINER (1953) ein ähnliches Resultat am Gletschereis vor, dessen Korngrössen als von der Achsenlage abhängig, erkannt wurden. Damit ist doch nicht gesagt, dass vergleichbare Voraussetzungen vorliegen.

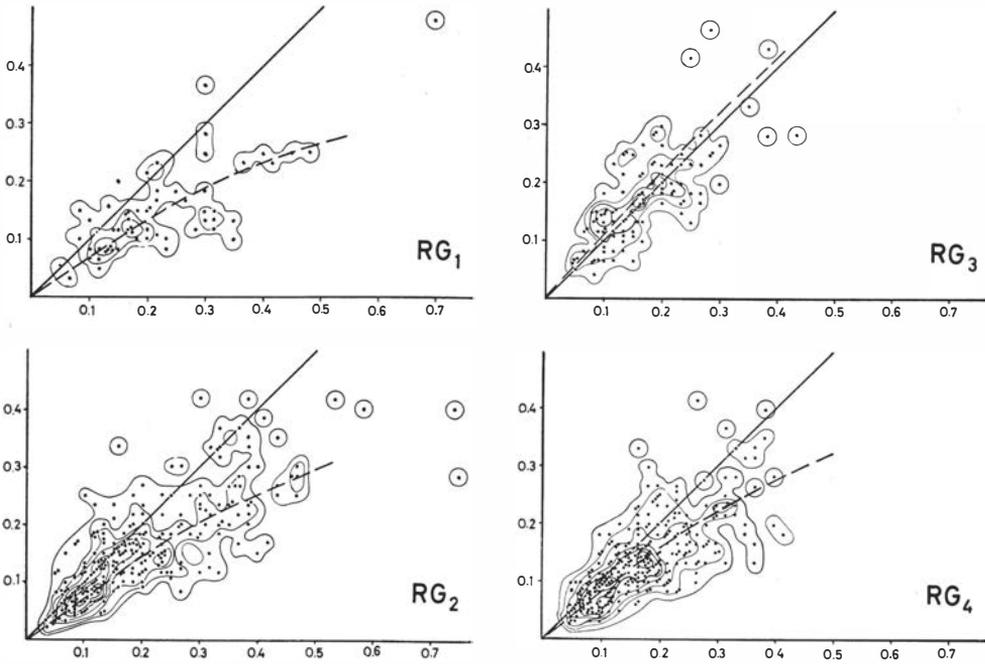


Fig. 22—25: Verhältnis der Kornquerschnittmesser bezogen \parallel und \perp auf die Mittelrichtungen der Richtungsgruppen RG_{1-4} . Ordinate: Durchmesser in mm \perp RG-Mittelrichtung. Abzisse: Durchmesser in mm \parallel RG-Mittelrichtung.

wachsender Korngröße zeigen. RG_3 liefert eine Fast-Gerade: die Isomorphie der Querschnitte bleibt also für alle Korngrößen erhalten. Diese Verhältnisse in RG_3 reichen doch nicht aus, um die Korngestaltbeeinflussung durch das tautozonale Scherflächenbündel in Abrede zu stellen¹. Wäre es der Fall, so würde man sich für RG_3 annähernd die gleiche Situation wie in RG_1 — nur mit umgekehrten Vorzeichen erwarten. Das ist jedoch deutlich nicht so. Verbindet man diese Resultate mit den früher festgestellten polymaximalen Feinlagen und daraus ableitbaren verschiedenen Quarzregeln“, so ergeben sich längere Durchmesser \parallel und \perp Quarz-c.

Abschliessend sei ausdrücklich nochmals vermerkt, dass die Kornquerschnittmessungen \parallel und \perp zu den RG-Mittelrichtungen vorgenommen wurden und somit nicht für alle Körner die maximalen Maße für grössten und kleinsten Diameter darstellen. Aus diesem Grunde sind die Diagramme als graphische Darstellung der Kornquerschnittgrößen-Verteilungen auch nur bedingt anwendbar. Eine Referenz zu den errechneten Werten und ihrer diskutierten Abnahme von RG_1 zu RG_4 (vgl. S. 67) war nicht zu entnehmen.

¹ Fasst man die Feinlagen als Resultate von Scherungen, die \pm heterometrischen Korngestalten als solche unmittelbarer oder mittelbarer und auf sie beziehbarer Teilbewegungen auf, so scheint mir bemerkenswert, dass gerade für RG_3 sehr deutliche spezifische Fl vorhanden sind, ihre Kornquerschnitte jedoch eine entsprechende Längung im obigen Sinne entbehren!

e) Stoff- und Korndichten

Die Analyse der Teilgefüge mittels Darstellungen über Korn- und Stoffdichte (vgl. SANDER's Definitionen, 1950 S. 14 ff.) geschah im vorliegenden monomineralischen Quarz in Quarz-Gefüge nicht im bisher üblichen Sinne der Charakterisierung polymineralischer Teilgefüge. An ihrer Stelle wurden Richtungsgruppen gleicher Kornart als Teilgefüge behandelt, also nicht stofflich Verschiedenes, sondern die durch Regelung achsengleichgerichteten Quarzkorngruppen. Über die Stoffdichte macht der AVA-Gesamtbereich (und das gesamte Handstück) bis auf die mikroskopisch nicht erfassbaren intergranularen Phasen, keine andere Aussage, als statistisch gefügeisotrope Verteilung von Quarz über den Gesamtbereich. Die Feststellung der Korndichte hingegen über den Gesamtbereich soll einen Überblick über Tropie und Genität der Verteilung verschiedengrosser Kornquerschnitte und damit indirekt der Korngrößen geben.

So ist aus Fig. 26 einmal ersichtlich, dass bei weitem keine isotrope noch homogene (wenn man überhaupt davon sprechen kann, da ja der Blick in die 3. Dimension versagt bleibt und im vorliegendem Falle nur durch ZA und ASP erschlossen, konfrontierbar ist) für den zweidimensionalen Schnitt geltende Kornquerschnittarealverteilung vorliegt. Die Auszählung nach Prozenten der Besetzungsdichte mittels Sechseck (1 % der Gesamtfläche) nach hexagonalem Punktmuster (Abstand zwischen den Punkten 12 mm) ergab unterbesetzte Bereiche (Korndichteminima = Kd_{min}) bis 0.13 % und überbesetzte Bereiche (Korndichtemaxima = Kd_{max}) bis 1.34 %. Kd_{min} umfassen also Körner mit über dem Mittel liegendem Kornquerschnittareal; Kd_{max} solche mit unter dem Mittel liegendem.

Ihre Verteilung auf dem *ac*-Schnitt lässt erkennen, dass für Kd_{min} und Kd_{max} eine nicht ohne Regel scheinende Anordnung vorkommt. So Kd_{min} und Kd_{max} in Zeilen subparallel *ab*, für Kd_{max} Andeutungen auch subparallel s_2 . Letztgenannte Kd_{max} Orientierung ist mehr durch Streckung der Auszählkurven subparallel s_2 , als durch z. B. girlandenförmige Anordnung der eigentlichen Maxima charakterisiert. Dagegen ist für die subparallel *ab* = s_1 genannte Richtung für Kd_{max} punktförmige Aneinanderfolge der Auszählmaxima, für Kd_{min} durchgehende Zonen von unterbesetztem Bereich zu erkennen. Kd_{max} - und Kd_{min} -Lagen subparallel s_1 wechseln dazu miteinander ab.

Aus dieser inhomogenen Verteilung der Korndichte lässt sich vorläufig nichts mehr aussagen, als dass obengenannte Richtungstendenzen zusammenfassend wie folgt zu konstatieren sind: Kd_{max} subparallel s_1 und weniger ausgeprägt s_2 in unterbrochener Folge; Kd_{min} subparallel s_1 in ununterbrochener Folge.

Sehen wir weiter. In welchem Verhältnis liegen die Kd_{max} und Kd_{min} zu den früher beschriebenen insularen Maxima (Max_{ins}) der RG_2 und RG_4 ? Die

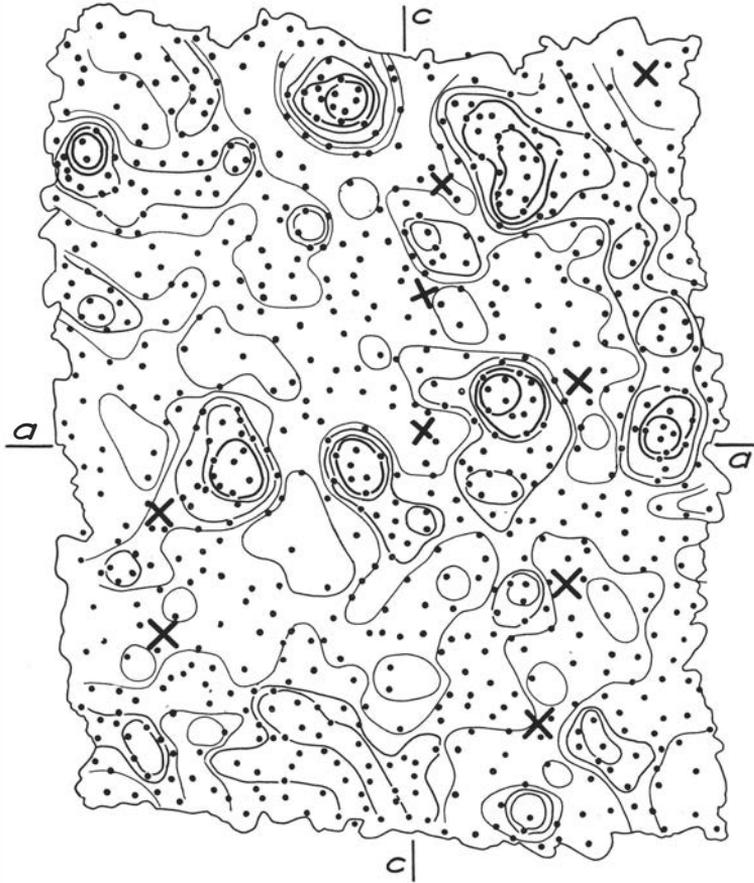


Fig. 26: Korndichten des AVA-Gesamtbereiches — ausgezählt mittels Sechseck (1% der Gesamtfläche) nach hexagonalem Punktmuster. Flächenprozent: 1,4-1,2-1,0-0,8-0,6-0,4-0,2. \times = Zentrum für insulare Maxima.

Überlagerung der Korndichte-Oleate für den Gesamtbereich über die Oleate für RG_2 (Fig. 17) und RG_4 (Fig. 19) lässt Folgendes feststellen.

RG_2 : Die Schwerpunkte (\times in Fig. 26) und der grösste Teil der Max_{ins} fallen mit Kd_{min} zusammen.

RG_4 : Hier gilt dasselbe wie für RG_2 , nur mit der Einschränkung, dass in RG_4 die Max_{ins} nicht so wohl ausgeprägt sind, wie in RG_2 und dass sie sich teilweise etwas mit den Randzonen der Kd_{max} decken.

Somit lässt sich zusammenfassen: Die Bereiche mit Kd_{max} fallen nicht mit den Schwerpunkten der insularen Maxima in den Richtungsgruppen zusammen, sondern Max_{ins} kommen in die Kd_{min} -Felder zu liegen, d.h. in mehr gröberkörnige Partien des Gefüges.

Merkwürdig ist die Diskrepanz zur Aufstellung der Mittel der Kornquerschnitte (Tabelle S. 67). Es wäre zu erwarten, dass sich in ihrem Mittel der

Kornquerschnittsareale gut unterscheidbare Richtungsgruppen dann im Korndichtediagramm abbilden, wenn diese RG deutlich spezifische Fl haben. RG_1 hat keine spezifischen Fl, kann also nicht konfrontiert werden. RG_2 und RG_3 unterscheiden sich mit 0.1254 und 0.1011 noch relativ gut und beide haben deutliche spezifische Fl. Auf Fig. 26 übertragen, müssten also Kd_{min} nach $RG_2 (=s_2)$, Kd_{max} nach $RG_4 (=s_4)$ aufscheinen, letztere sogar sehr deutlich, da RG_4 das überhaupt niedrigste Mittel von allen RG hinsichtlich des Kornquerschnitt-Areals hat. Das dies nicht der Fall ist, kann möglicherweise am hierfür zu kleinem AVA-Areale liegen.

Die Stoffdichte betreffend — wurde schon ihre Stellung im monomineralischen Gefüge erwähnt und für sie dort Kennzeichnung der Teilgefüge definierter Korndrehlagen empfohlen. Die zur Kenntlichmachung von AVA-Richtungsgruppen gewählte Methode der Einzeldarstellung durch zeichnerische Eintragung aller ihr zugehörenden Körner machte für die Stoffdichte-Untersuchung das Punktfeld und seine Auszählung nicht notwendig. Die vergleichende Betrachtung der Fig. 16–19 gibt einen ersten schnellen Überblick über die Stoffdichten der RG. Dabei wird in erster Linie die Kornverteilung jeder RG über das AVA-Gesamtfeld besehen. Diese auf Genitäts- und Tropieverhalten abgestimmte Untersuchung soll nicht nur relative Eindrücke vermitteln, sondern es soll versucht werden mehr exakte, für die verschiedenen RG vergleichbare Werte zu erhalten.

Dazu können einmal zwei Angaben benutzt werden, nämlich wie offen resp. geschlossen die Teilgefüge sind, ausgedrückt durch SANDER'S

Anzahl aller Körner

Offenheitsgrad $o = \frac{\text{Anzahl aller Körner}}{\text{Anzahl der einander berührenden Körner}}$ und den Berührungsgang, der die Tendenz der Körner, sich gegenseitig zu berühren, mittels Proximitätsziffer N darstellt. Sie gibt für den betrachteten Bereich das arithmetische Mittel der Zahl der angrenzenden Körner an jedes Korn an. Ausserdem ist dabei deren Schwankung N_v festzulegen. Die Werte für die einzelnen Richtungsgruppen in Übersicht gebracht sind folgende:

	Proz. Beteiligung an der AVA-Gesamtkornmenge				
RG_1	8,3	$o = 3,18$	$N = 0,407$	$N_v = 0-3$	
RG_2	34,6	$o = 1,16$	$N = 2,527$	$N_v = 0-8$	
RG_3	15,5	$o = 1,32$	$N = 1,225$	$N_v = 0-4$	
RG_4	41,6	$o = 1,09$	$N = 2,769$	$N_v = 0-9$	

Hieraus ist zu ersehen, dass o sich ungefähr proportional dem Ansteigen der Summe der beteiligten Körner vermindert und N als auch N_v sukzessive Zunahme mit steigender Körnerzahl zeigen. Das kann auch als ein relativer Hinweis für die Inhomogenität des Gefüges aufgefasst werden, der u. a. durch die verschieden grossen N und N_v Werte Ausdruck gegeben wird.

Was in dieser Frage den Offenheitsgrad betrifft, so ist er nichts aussagend. Er gibt keinerlei Auskünfte über die Struktur der Kornverteilung und den Typ des Gefüges, sondern stellt lediglich das Verhältnis von Zahl der Einzelkörner zu Gruppen sich berührender Körner dar. o charakterisiert also auch in keiner Weise, inwieweit ein Gefüge geschlossen oder offen ist — was man aufgrund des Namens Offenheitsgrad annehmen könnte. So liegt doch, obwohl z. B. $o = 1$ ist, kein geschlossenes, sondern sogar ein sehr offenes Gefüge vor, wenn Einzelkörner fehlen und nur Areale aus 2, 3, 4, 5, usw. sich untereinander berührender Körner das betreffende Feld sporadisch bevölkern. Natürlich gibt o auch keine Aufschlüsse über Lage und Kornzahl der Häufungen, sowie die Homogenität.

Für das Letztgenannte liefert der durch Proximitätsziffer N und ihre Schwankung N_v gekennzeichnete Berührungsgrad eher Anhaltspunkte, nämlich, inwieweit die Teilgefüge von RG_{1-4} gleichveranlagte Kornverteilungen haben. So sprechen z. B. nur geringe Verschiedenheiten der Werte für N mehr für Homogenität, — relativ, nicht absolut. Oder als Gegensatz der vorliegende Fall: teilweise recht weit auseinanderliegende N -Werte geben Fingerzeige für eine gewisse Inhomogenität der Kornverteilung in den Teilgefügen. Deutlicher wird das Ganze noch bei Betrachtung der Schwankungen des Berührungsgrades. Es ist naheliegend, dass ein Teilgefüge mit $N_v = 0-9$ grössere Möglichkeiten für Unregelmässigkeit der Kornverteilung hat, als ein solches mit $N_v = 0-3$. Bei Rückschlüssen dieser Art auf Genitätsverhältnisse sei jedoch besonders betont, dass N und N_v für die verschiedenen RG eben doch nur für Körner gleicher Drehlage die Tendenz sich zu agglomerieren ziffermässig angeben, die Homogenität also reell nur auf dieses Datum bezogen werden darf. Über die Verteilung solcher Gruppierungen im Gesamtfeld kann man möglicherweise Aufschluss erhalten, indem man z. B. in Fig. 26 an jeden Kornpunkt die Proximitätsziffer N des betreffenden Kornes schreibt und Areale gleicher N abgrenzt. So würde man vermutlich ein Negativ zum Positiv = Fig. 26 bekommen. Statistisch gesehen werden in einem Gemisch aus kleineren und grösseren Körnern grössere Körner mehr Nachbarkörner haben, als kleine Körner. Korndichte-Maxima dürften somit über N -Maxima zu liegen kommen.

Eine weitere zahlenmässige Typisierung der Genität versuchend, wurden mittels eines 10% der AVA-Fläche umfassenden Hexaeders die einzelnen RG-Teilgefüge so abgesucht, bis für jedes der Bereiche höchster und niedrigster Kornbesetzung gefunden waren. Dieselben wurden dann auf Kornzahl, o , N und N_v hin analysiert.

Die Werte sind in der Übersicht auf S. 74 gegeben.

Nimmt man für die RG-Teilgefüge statistische Homogenität betr. Kornverteilung und Korngrösse an, so müssten alle mit dem Auszählhexameter erfassten Bereiche gleiche Kornzahlen und damit gleiche Prozentwerte ihres Anteiles an der Gesamtkornmenge der einzelnen RG ergeben. o sollte möglichst ∞ sein, N und N_v analog vorgenanntem für alle Bereiche = 0 oder äusserst

	Kornzahl		o	N	N _v
	in Körnern	in % zur RG-Kornmenge			
RG ₁	Max. 13	20,9	1,44	0,92	0-3
	Min. 2	3,2	∞	0,00	0-0
		Diff. 17,7			
RG ₂	Max. 36	14,1	1	4,20	2-7
	Min. 5	1,9	1,25	0,66	0-1
		Diff. 12,2			
RG ₃	Max. 16	13,8	1,07	1,69	0-3
	Min. 1	0,9		0,00	0-0
		Diff. 12,9			
RG ₄	Max. 43	13,8	1,02	3,91	0-9
	Min. 10	3,2	1,66	0,50	0-2
		Diff. 10,6			

niedrige Werte aufweisen. Nun trifft das mit Abstand nicht zu. Gute Einsicht hierüber geben u. a. die Prozent-Differenzen für Maxima- und Minimawerte. Demnach würden die RG mit dem höchsten Differenzwerte den stärksten Inhomogenitätsgrad der Kornverteilung anzeigen, das jedoch nur mit Einschränkungen gültig ist (z. B. Wiederholung gleicher Verhältnisse an verschiedenen Stellen des Feldes). Unter diesem Gesichtspunkte die vier RG miteinander verglichen ergibt sich nachstehend aufgeführte Reihenfolge.

	Max. % - Min. % = Differenzwert in %	Prozentuelle Beteiligung an der AVA- Gesamtkornmenge	
1) RG ₁	17,7	8,3	- 66,8 %
2) RG ₂	12,9	15,5	- 38,0 %
3) RG ₃	12,2	34,6	+ 38,4 %
4) RG ₄	10,6	41,6	+ 66,4 %

Hieraus ist ersichtlich, dass die Reihenfolge abnehmender Differenzwerte mit jener zunehmender Kornzahlen zusammenfällt. Nun braucht nicht besonders betont zu werden, dass — mit gleicher Brille betrachtet — je geringer ein Feld besetzt ist, die Inhomogenität der Kornverteilung proportional kräftiger hervortreten kann, als im stärker besetzten Felde¹. Darüber gibt vorstehende Aufstellung Auskunft. Aus diesem Grunde scheint es zweckmässig

¹ Fünf Körner haben bei gleichgrosser Fläche im Sinne oben angewandter Methode grössere Möglichkeit, ein inhomogenes Kornverteilungsbild zu liefern — als 200.

gleichzeitig auch Angaben über die Unter- (–) bzw. Überschuss (+)-Prozente in Hinsicht auf die idealhomogene Kornsumme für jede RG

$$\left(\frac{\text{Gesamtzahl der AVA-Körner}}{n \text{ RG}} = 100\% \right)$$

zu machen (vgl. die letzte Spalte letztstehender Übersicht). Zwei Beispiele hierzu: Die Differenz-Prozente (*Diff.* %) betreffend, unterscheidet sich RG_3 von RG_2 nur um +0.7 *Diff.* %, dagegen gibt die um +38,4% über dem Mittel liegende Kornmenge von RG_2 Hinweis für stärkere Inhomogenität, als die RG_3 mit –38,0% weniger gegenüber dem Kornmittel besetztem Felde aufweisen kann. Oder RG_1 : mit 17.7% *Diff.* % Inhomogenität ist gegenüber RG_3 mit seinen 12.9 *Diff.* % nicht so betont, wie es auf den ersten Blick scheinen mag. Denn für RG_1 haben wir einen 66,8%igen Unterschuss gegenüber den nur –38,0% betragenden für RG_3 .

Der Offenheitsgrad sollte bei maximaler Verteilungshomogenität der Körner für jeden x -beliebigen Bereich gleich ∞ sein. Im vorliegenden Falle wird dies nur bei Minimumbereichen erreicht deren jeweilige Kornzahlen für $RG_1 = 2$ und für $RG_3 = 1$ sind. Dagegen weisen die Maximumbereiche bedeutend niedrigere o -Werte auf. Ja in RG_{2max} ist $o = 1$. Das ist verständlich, da diese *max*-Bereiche in Gebiete insularer Kornhäufungen fallen. In Bezug auf die o -Verteilung in Teilbereichen der RG sprechen also jene für die stärkste Inhomogenität, wo *min* nächst = ∞ und *max* nächst = 1 ist. Die RG_3 wäre gegenüber den anderen RG somit mit $o = 1.07$ für *max* und $o = \infty$ für *min* maximal inhomogen.

Die gleiche Betrachtungsweise auf die Proximitätsziffer N angewandt, dann sollte für N als auch N_v die Differenz zwischen *max* und *min*-Bereich so gering als nur möglich sein. Vgl. also hier die RG_1 und RG_3 , als auch RG_2 und RG_4 miteinander. RG_3 ist in Bezug auf N ein klein wenig mehr inhomogen als RG_1 , betreffend N_v sind beide gleichwertig; RG_4 ist mehr inhomogen als RG_2 — sowohl für N als auch N_v .

Vorangegangene Angaben und Reflexionen, die sich auf durch 10%iges Sechseck gesuchte maximale und minimale Kornbesetzungen in den RG-Feldern gründen und der Versuch ihrer zahlenmässigen Erfassung samt Vergleichbarkeit in Fragen der Genität bleiben, da nicht auf einen Nenner zu bringen, nur \pm aussagende und konfrontierbare Einzeldaten. Auch eine noch weitergetriebene Analyse, wie z. B. die Kontrolle, ob und dann wie oft sich die zahlenmässig gleiche Situation für *Diff.*%, o , N , N_v im gleichen RG-Feld wiederholen kann, in welchen Abständen die nächst geringeren Werte folgen, wie sie untereinander variieren, usw. würde nichts daran ändern, im Gegenteil, nur die Zusammenschau noch bedeutend mehr komplizieren.

Schlusswort

In der Einleitung wurden übersichtsweise verschiedene Möglichkeiten zur Kontrolle der Genität bei topotropischer Analyse (Regelungs- und Verteilungsgefüge) genannt. Vorausgegangene Darstellungen sind das Resultat eines derartigen Durchexerzierens am Beispiele eines Quarz-in-Quarz-B-Tektonites. Es wurden dabei die Verhältnisse für nicht durch Rotation ineinander überführbare Diagrammbesetzungen von Zeilenanalysen besprochen, dieselben mit Achsenstreichplänen in Bezug auf Gemeinsames konfrontiert und daraufhin der Bereich für die Achsenverteilungsanalyse im Schnitt $\Delta b(B)$ bestimmt. Mit Letztgenannter wurden die unscharf qualitativen Aussagen der ZA und ASP durch eine mehr quantitative Kennzeichnung des Genitätszustandes für das AVA-Feld ergänzt, die aus kausalen Gründen trotzdem relativ bleiben muss. Die bisher geringe Anzahl ausgeführter AVA lässt für manche im vorliegenden Falle gemachten Beobachtungen keine Bezugnahme auf früher Erarbeitetes zu. Die Tragweite solcher Resultate ist daher vorerst nicht oder nur bedingt einschätzbar und diesbezügliche Angaben charakterisieren nur deskriptiv. Eventuelle Deutungen werden mit Reservation gemacht, da die Abtrennung von Unzufälligem von Zufälligem bei dem derzeitigen Stand der AVA nicht gesichert ist. Hierzu rechne ich z. B. die Feststellung, dass das mittlere Kornquerschnittareal von $RG_1 \rightarrow RG_4$ zunimmt. Mehr unzufällig dagegen scheint das Faktum der Kornvergrößerung für die Bereiche insularer RG-Kornhäufungen zu sein, die, wie deutlich gemacht werden konnte, mit Häufungsstellen sich schneidender Feinlagen zusammenfallen. Eine erste solche Feststellung ist doch nicht grundlegend genug, Kristallisations- bzw. Rekristallisationsbedingungen derartiger RG-Überindividuen ernsthaft zu diskutieren, etwa in dem Sinne, dass hier durch intensive Gefügezerscherung (die Ungleichscharigkeit ist u. a. Hinweis, dass dieselbe korninhomogen erfolgte) eine Gleichrichtung der Kornachsen erfolgte, die bei Rekristallisation zur Kornvergrößerung und gar über Sammelkristallisation zur Porphyroblastenbildung hätte führen können (vgl. S. 62: die Achsendivergenzen in den insularen RG-Häufungen übersteigen nicht jene undulöser Überindividuen!).

Ähnliche Vermutungen wurden meines Wissens von anderer Seite nicht geäußert. Die von DRESCHER (1932) bearbeiteten Quarzdatteln (Dattelquarzit von Krummendorf/Schlesien), denen von seinen Vorgängern Konglomeratnatur zugesprochen und von SCHEUMANN (1932) als solche verteidigt wurde, deutete DRESCHER als Scher- oder Rekristallisationskörper, wobei er sich auf TAMANN stützend, letztgenannter Deutung mehr zugeneigt war. Bei solcher Annahme sind nach DRESCHER die Datteln aus gleichkörnigem Quarzite entstanden, der unter Deformation mit oscillatorischen Änderungen (Flattern der Gleitgeraden) paradeformativ mit teilweiser Kornvergrößerung rekristallisierte (vgl. hierzu SANDER'S Stellungnahme; 1934). Formell — als Kornvergrößerung durch Rekristallisation während der Formung besehen, kann man als greifbare Parallele mit den insularen Maxima nur die Kornvergrößerung nennen, wobei jedoch im Vikarquarzit längst nicht die Kornquerschnittareale in den Datteln erreicht werden. Weder

sind bei DRESCHER noch in meiner Analyse gültige Kriterien für ein parakristallines Endbild deutlich; postdeformative Kristallisationen sind nicht ausgeschlossen. Die Korndrehlagen beider Gefüge weichen stark voneinander ab: zeigt die Lagenkugelbesetzung für die Datteln gegenüber ihrer Grundmasse Tendenz zum Streuen (synoptisch ermitteltes Zweigürtelbild), so haben die nur durch AVA erfassbaren insularen RG-Häufungen gegenüber dem Feinlagengefüge eine ziemlich straffe Regelung. In der Vikarquarzit-AVA finden sich keine Anzeichen für ein Pendeln des *abc*-Planes.

Bevor also in den Datteln neben den Drehlagen nicht auch die Raumlagen der Körner festgelegt sind, beide mit dem Grundgewebe konfrontiert und als AVA bearbeitet sind, ist eine eindeutige Bezugnahme unmöglich. Das Resultat obiger Gegenüberstellung spricht m. E. jedoch nicht dafür, dass in den Datteln — im DRESCHER'schen Sinne aufgefasst — und den insularen RG-Häufungen direkt Beziehbares vorliegt.

Nach SANDER geben AVA Einblick in die Frage, ob und wieweit das BECKE-RIECKE'sche Prinzip als Diktator der Regeln nach Korngestalt und nach Kornbau zuständig ist. Betrachtet man im Folgenden dieses Prinzip mit SANDER getrennt, so „1. hinsichtlich seiner Wirkung als Gefügebildner, was das Entstehen eines nach Korngestalt geregelten Gefüges nach BECKE betrifft durch Abnehmen der Körner an Stellen grösseren Druckes und Zunehmen der Körner an Stellen kleineren Druckes“ und „2. hinsichtlich seiner Wirkung als Gefügebildner, was das Entstehen eines nach Kornbau geregelten Gefüges betrifft durch verschieden starkes Abnehmen der Körner an Druckstellen, abhängig von der Korndrehlage derart, dass dieses Abnehmen geeigneter zum maximalen Druck orientierter Körner zu deren Verschwinden, zum Wachstum anders orientierter Körner und damit zu einer Restregel durch Ausmäzrung definierter Kornlagen führt“, lässt sich für unsere AVA feststellen: Im Gegensatz zu SANDER's Beispiel Vikarspitze (1950, S. 216), das regelungsmechanisch mit vorliegender AVA einiges gemeinsam hat, entsprechen die hier schwach heterometrischen und diesbezüglich statistisch auf das Achsenkreuz beziehbaren Kornquerschnitte den Forderungen für Fall 1. Ihre jedoch ziemlich deutliche Zuordnung mit grössten Diametern parallel Scherflächen, lässt hier vom Beispiele Raintal überführbare Schlüsse zu, das wenn „nur ein zur Scherfläche definiert orientierter Druck wirksam gewesen wäre, so müsste dieser Druck um 1 zu bewirken, als maximaler Druck auf jeder Scherfläche senkrecht gestanden sein, was mechanisch unmöglich ist“.

Für den Fall 2 fehlt die wichtigste Voraussetzung: die Homogenität.

Somit ist für vorliegende Analyse das BECKE-RIECKE-Prinzip als Diktator der Regel nach Kornbau (Fall 2) wegen ausgeprägter Inhomogenität des Verteilungs- und Richtungsgefüges unmöglich; als Diktator der Regel nach Korngestalt (Fall 1) mechanisch unmöglich. Damit wird den vier SANDER'schen Beispielen ein Weiteres hinzugefügt, auf dass die Kriterien der BECKE'schen „Kristallisationsschieferung“ nicht zutreffen.

Den Arbeiten über Verformung, Regelung und Kristallisation — denen sich in zunehmenden Maße die experimentelle Gefügekunde in den USA widmet, wird zukünftig mit AVA zu folgen sein. Einen verdienstvollen Beginn machten

TURNER & GRIGGS an Kalzit (1954) und man hofft, dass Ähnliches bald an dem beschwerlicheren Quarz folgen kann. Die aus geologisch-tektonischen Experimenten gewonnenen Einsichten und ihre nicht selten hinkende Übertragung in die Natur bekommen, was die Korngefüge betrifft, in der AVA eine kritische Kontrolle — die der Profilbereich in der „Tektonischen Analyse“ besitzt.

Herrn Dr. H. J. Drong, Hannover danke ich für kritische Durchsicht des Manuskriptes.

Literaturverzeichnis

- DRESCHER, F. K. (1932): Über Quarzgefügeregelung im Dattelquarzit von Krummendorf in Schlesien. Min. u. petr. Mitt. Bd. 42, H. 3 u. 4.
- INGERSON, E. & TUTTLE, O. F. (1945): Relations to lamellae and crystallography of quartz and fabric directions in some deformed rocks. Transactions Am. Geophysical Union, Vol. 26, Part 1.
- LADURNER, J. (1950): Beiträge zur Typisierung von Quarzfalten. Tschermaks Min. u. petrogr. Mitt. Bd. 2, Heft 1.
- (1952): Zur Kenntnis von Korundgefügen (Achsenverteilungsanalyse an Naxos-Smirgel). N. Jb. f. Min. 84/1 Abh.
- RAMSAUER, H. (1941): Achsenverteilungsanalysen an Quarztektoniten. Diss. Univ. Innsbruck.
- SANDER, B. (1914): Studienreisen im Grundgebirge Finnlands. Verhdl. Geol. Reichsanstalt in Wien. Nr. 3.
- (mit M. PERNT) (1923): Zur petrographisch-tektonischen Analyse. I. Jb. Geol. Bundesanstalt in Wien. Bd. 74.
- (1934): Fortschritte der Gefügekunde der Gesteine. Anwendungen, Ergebnisse, Kritik. Fortschr. Min. Krist., Petr., Berlin.
- (1950): Einführung in die Gefügekunde der geologischen Körper. 2. Teil: Die Korngefüge. Wien.
- SCHÄFFLER-ZOZMANN, I. (1955): Gefügeanalysen an Quarzfalten. N. Jb. Min., Abh., 87/3.
- SCHEUMANN, K. H. (1932): Über die Konglomerat-Natur des Dattelquarzits von Krummendorf in Schlesien. Min. u. petr. Mitt. Bd. 42, H. 3 u. 4.
- SCHÜLLER, I. (1955): Achsenverteilungsanalyse eines Glimmermarmors (Tauernhülle Glocknerstrasse). Jb. Geol. Bundesanstalt in Wien, Bd. 98, Heft 1.
- SCHWARZACHER, W. & UNTERSTEINER, N. (1953): Zum Problem der Bänderung des Gletschereises. Sitzungsberichte Österr. Akad. d. Wiss. Wien Math.-Nat. Kl. Abt. IIa, 162. Bd., 1.-4. Heft.
- TURNER, F. J., GRIGGS, D. T., HEAD, H. & WEISS, L. M. (1954): Plastic deformation of dolomite rock at 380°C. American Journ. of Science, Vol. 252, Aug. 1954.

Errata

Seite 49, Fig. 4: periphere Diagrammkoordinate „a“ soll heißen: „b“.

Seite 68, letzter Abschnitt, Zeile 2: „längere Querschnitte der RG-Mittelrichtungen haben.“ soll heißen: „längere Querschnitte \parallel der RG-Mittelrichtungen haben.“

letzter Abschnitt, Zeile 4, 5 und 7: „Heteromorphie“ soll heißen: „Heterometrie“.

Seite 69, Zeile 1: „Isomorphie“ soll heißen: „Isometrie“.