

**Zeitschrift:** Schweizerische mineralogische und petrographische Mitteilungen = Bulletin suisse de minéralogie et pétrographie  
**Band:** 16 (1936)  
**Heft:** 1  
  
**Artikel:** Kritik und Umdeutung der "Tektonischen Folgerungen aus Graubündner Quarzgefügediagrammen" von H. Closs  
**Autor:** Wenk, Ed.  
**DOI:** <https://doi.org/10.5169/seals-16098>

### **Nutzungsbedingungen**

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften auf E-Periodica. 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. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen sowie auf Social Media-Kanälen oder Webseiten ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. [Mehr erfahren](#)

### **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. La reproduction d'images dans des publications imprimées ou en ligne ainsi que sur des canaux de médias sociaux ou des sites web n'est autorisée qu'avec l'accord préalable des détenteurs des droits. [En savoir plus](#)

### **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. Publishing images in print and online publications, as well as on social media channels or websites, is only permitted with the prior consent of the rights holders. [Find out more](#)

**Download PDF:** 27.01.2026

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

## **Kritik und Umdeutung der „Tektonischen Folgerungen aus Graubündner Quarzgefügediagrammen“ von H. Closs**

Von *Ed. Wenk* (Basel)

---

Es sind in letzter Zeit bei der kinetischen Gliederung kristalliner Komplexe der Alpen verschiedene Versuche unternommen worden, die bewährte, aber mühsame und zeitraubende Methode kombinierter feldgeologischer und petrographischer Untersuchungen durch rein geometrische Gefügestudien zu ersetzen, und damit die geologische Detailkarte durch Quarzgefügediagramme zu verdrängen. Bei diesem Vorgehen wird nicht nur die Feldarbeit durch Laboratoriumsarbeit ausgeschaltet; es handelt sich nicht nur um einen Wechsel der Untersuchungsmethoden, sondern um den kühnen Versuch, aus dem Kleinbereich direkt auf den Grossbereich zu schliessen. Und hier liegt die grosse Gefahr: Während der im Gelände und im Laboratorium tätige Petrographe der altbewährten Schule über eine zusammenhängende Kette von Beobachtungen verfügt, die von Gebirgsmassen über Aufschlüsse und Handstücke bis zu Dünnschliffen reicht; während er sich also in mühsamer Kleinarbeit die Brücke baut vom Mittelbereich zum Grossbereich (Geländearbeit), und vom Mittelbereich zum Kleinbereich (Laboratoriumsarbeit), überspringt der radikale Gefügeanalytiker den Mittelbereich und zieht aus dem Kleinbereich direkte Schlüsse auf den Grossbereich.

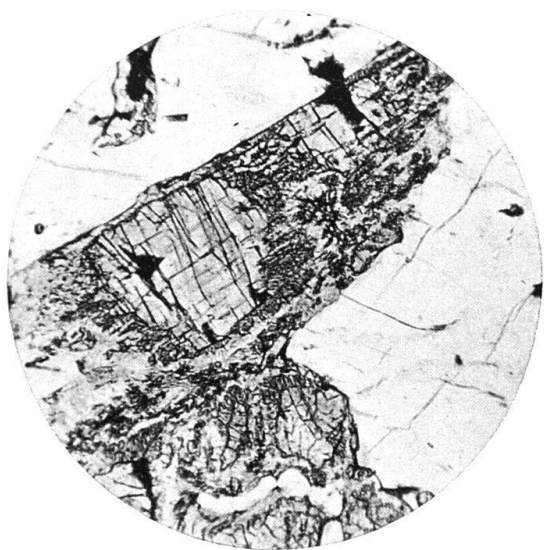
Ein typisches Beispiel für solch einen radikalen gefügeanalytischen Versuch, für eine regionale kinetische Analyse ohne Diskussion des geologischen Baues und ohne Berücksichtigung des Baumaterials, lediglich mit Hilfe von Quarzkorndiagrammen, bilden die in Heft 5 und 6 von Band 46 (1935) der Mineralogischen und Petrographischen Mitteilungen (Tschermak) publizierten Untersuchungen von H. CLOSS (Berlin), betitelt: „Quarzgefügestudien im östlichen Graubünden“ und „Tektonische Folgerungen aus Graubündner Quarzgefügediagrammen“.

CLOSS hat sich in diesen Arbeiten zur Aufgabe gestellt, einerseits die von STAUB u. a. teils feldgeologisch festgestellten, teils hypo-

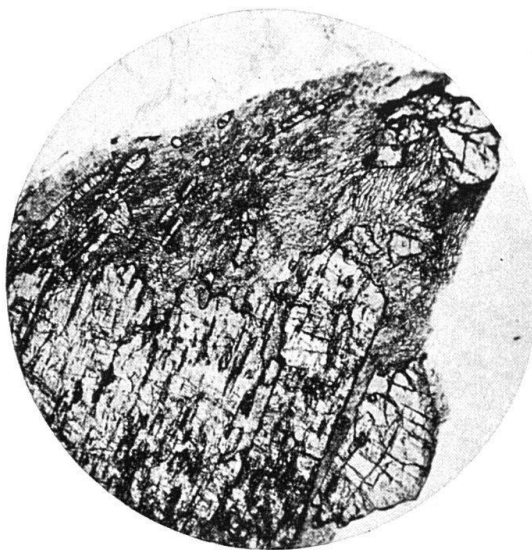
thetisch geforderten Bewegungsrichtungen und Phasen der ostalpinen Deckenbewegungen mit den Ergebnissen von Quarzgefügediagrammen aus den kristallinen Körpern der unter- und oberostalpinen Decken zu vergleichen und damit die Brauchbarkeit gefügeanalytischer Methoden für die Analyse von Deckenbewegungen zu prüfen, und andererseits die bisherigen, makroskopisch-tektonischen Befunde durch mikroskopisch-gefügetektonische Untersuchungen zu ergänzen.

Solch eine kritische Prüfung der tektonischen Anwendungsmöglichkeiten gefügeanalytischer Methoden ist sehr zu begrüßen. Wenn sie an den hochkristallinen triasischen Quarziten des Penninikums oder an den alpinen Orthogneiskörpern des Tessins durchgeführt worden wäre, so könnte gegen die Problemstellung nichts eingewendet werden. Wahrscheinlich würden die Marmore, Dolomite und Quarzite des Simplongebietes und des nördlichen und mittleren Tessins als monominerale Gefüge das geeignetste Material zu solchen Untersuchungen bilden. Da aber CLOSS weder diese hochmetamorphen mesozoischen Sedimente, noch die während der alpinen Orogenese als Intrusivmassen agierenden Orthogneiskörper des Tessins und Simplongebietes zum Untersuchungsobjekt gewählt hat, sondern die ihrem Bau und der Metamorphose ihrer Gesteine nach vorwiegend vorpermischen und alpin nur überprägten kristallinen Schuppen und Blöcke der ostalpinen Decken, so ist dieser Rekonstruktionsversuch der Deckentransportrichtungen zum vornherein problematisch: In permisch aufgearbeitetem und verwittertem, von einer normalen mesozoischen Schichtfolge diskordant überlagertem Kristallin (Basis des Ducans und der Unterengadiner Dolomiten), das alpin als Ganzes disloziert und in sich verschuppt wurde, muss erst einwandfrei zwischen praealpinem und alpinem Bau, zwischen praealpiner und alpiner Metamorphose und zwischen praealpinen und alpinen Korngenerationen geschieden werden, bevor versucht werden kann, aus den Maxima und Gürteln von Quarzgefügediagrammen auf die Phasenfolge und Bewegungsrichtungen der alpinen Orogenese zu schliessen.

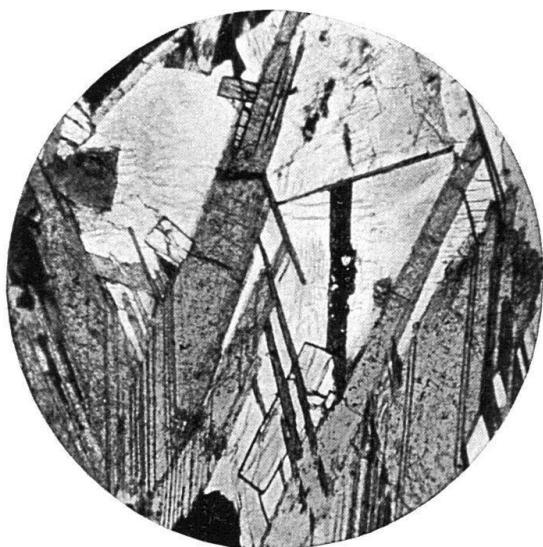
CLOSS versucht, diese heikle Frage für das Silvrettakristallin durch folgende Überlegungen zu beantworten (Seite 406—407): „Nach den neueren Untersuchungen von P. BEARTH, F. ESCHER, A. STRECKEISEN und F. SPAENHAUER ist der Innenbau des Silvrettakristallins bis auf kleine Abweichungen herzynisch (der Verfasser dieser Kritik möchte anstelle von herzynisch lieber voralpin setzen); sind es auch die Regelungen? ... Eine Entscheidung ermöglicht hier die Verbundenheit des Kristallins, bzw. der Silvretta- und Keschdiagramme mit der Ducanmulde. Diese Mulde konnte nur entstehen



1



2



3



4



5



6



Leere Seite  
Blank page  
Page vide

bei intensiver Bewegung des liegenden Kristallins während der juvavischen Phase, indem dieses in die Sedimente hinaufstiess, sie einwickelte, überfuhr und zum Teil auswalzte. Wenn in diesem Kristallin, im Gebirgsdreieck östlich Bergün zwischen Val Tuors, Val Plazbi und Val Tisch, und im obern Val Tuors Gefügeregelungen auftreten, dann können sie demnach nur alpin sein... Für die Silvrettadecke ergibt sich also: Die Grosstruktur ist herzynischen, das Gefügebild trotz der tektonischen Hochlage dieser Decke alpinen Alters.“

Dem Schlusssatz dieser leicht anfechtbaren Argumentation folgend, deutet CLOSS die Regelungen seiner Quarzdiagramme als alpine, und er findet Spuren der juvavischen Phase und deutliche Regelungen der tiroliden, insubrischen und spät penninischen Phase.

Ausserdem trennt er die innerhalb der Linie Rascherhütte-Scallettapass - Val Tuors - Val Plazbi - Fuorcla Pische - Rascherhütte gelegenen Gebiete von der Hauptmasse des Silvrettakristallins ab, da sie abweichend geregelt seien. „So müssen Kesch und Silvrettadecke ihren Gefügen nach, petrotektonisch, voneinander getrennt werden, obwohl sie tektonisch strukturell einer Einheit angehören“ (Seite 404–405).

#### a) KRITIK DER VORAUSSETZUNGEN

1. CLOSS geht bei seinen tektonischen Folgerungen davon aus, dass der geologische Grossbau des Silvrettakristallins voralpin, das Kleingefüge aber alpin sei, und dass der Intrusions- und Schlingenbau der Silvretta somit kein Korrelat im Gefüge habe. In diesem Punkte kommt CLOSS in Konflikt mit den in Lit. 1, 2, 6, 7, 8 und 9 angeführten Tatsachen und leider übergeht er diesen Sachverhalt: Der voralpine Intrusionsbau hat sein Korrelat in Injektions- und Aufschmelzungserscheinungen, in Stoffmobilisationen und Sammelkristallisationen (Albit, Biotit, Quarz - Andalusit - Disthen) im Kleinbereiche. Ebenso hat der für die oberostalpinen Decken typische Schlingenbau sein gefügetektonisches Korrelat, sowohl in makroskopisch sichtbaren, steilstehenden Faltenachsen, wie in gefügeanalytisch (Biotit, Hornblende) nachweisbaren, steilen B-Achsen. Wenn man also schon zugibt, dass die Grosstrukturen voralpin sind, dann sind es auch die sichtbaren Kleinstrukturen und die Mineralparagenesen.

2. Vielleicht versteht aber CLOSS unter alpinem Gefüge lediglich alpine Orientierung der Quarzkörner. Wie eine solche Umstellung der Quarzgefüge des Silvrettakristallins in der Basis der nicht metamorphen Sedimente des Ducans erfolgt sein soll, beschreibt CLOSS

leider nicht. Da die Baustrukturen der Gneiszonen zugegebenermassen voralpin sind, und da die Gefüge dieser Silvrettagesteine grösstenteils granoblastisch und vollkristallin sind (ev. Undulosität ändert nichts an der Regelung), könnte es sich — wenn wir schon der CLOSS'schen Vorstellung folgen — doch nur um eine in situ-Umstellung der Gefügekörner, um eine alpine Abbildungskristallisation der voralpinen Gross- und Kleinstrukturen handeln. Es müsste also eine Umregelung ohne Durchbewegung, eine die alpinen Hauptspannungen und zugleich die voralpinen Zeichnungen abbildende Regelung stattgefunden haben. Hoffentlich sucht ein Schüler von Prof. WALTER SCHMIDT, dem Verfasser der „Gesteinsumformung“, nicht Zuflucht beim RIECKE'schen Prinzip!

3. Wenn CLOSS annimmt, dass die granoblastischen Hornblende-Biotit-Oligoklas- oder Quarz-Oligoklas-Biotit-Granat-Stauroolith-Disthengefüge alpinen Alters seien, so muss er eine alpine Kristallisation im Silvrettakristallin voraussetzen. Hier liegt in seiner Argumentation ein schwerer, innerer Widerspruch: Die gleiche Ursache, nämlich die alpine Beanspruchung, soll einesteils im Silvrettakristallin eine nahezu statische, den voralpinen Bau abbildende Kristallisation, andernteils aber in den unmittelbar auflagernden Sedimenten des Ducans eine Faltung ohne Umkristallisation zur Folge haben (diese Sedimente sind nichtmetamorphe, fossilführende Kalke, Dolomite, Mergel, Sandsteine und Konglomerate)!

4. CLOSS versucht, seine Auffassung, dass die Silvrettagefüge alpin seien, durch geologische Argumente zu stützen, wobei er sich auf EUGSTER (5) beruft. Aus dem von EUGSTER dargestellten und beschriebenen Bau der mesozoischen und nichtmetamorphen Ducansedimente schliesst er auf alpine Gefügeregelung des unterlagernden Kristallins. Die Berufung auf EUGSTER ist in diesem Zusammenhange irreführend: EUGSTER hat am Augstenberg, am Hahnengrätli und an der Muchetta normale, diskordante Auflagerung der mesozoischen Schichtfolge mit Basalkonglomerat auf dem permisch abgetragenen, aufgearbeiteten und verwitterten Silvrettakristallin beobachtet und beschrieben. Dieses Kristallin ist an den angeführten Stellen postpermisch nicht durchbewegt; es ist an der Basis des Ducans lediglich postpermisch zerschert und verschuppt. EUGSTER'S Profile zeigen, dass die alpinen Bewegungen auf Scherflächen beschränkt sind, die zum Teil tief in den kristallinen Körper eingreifen. STRECKEISEN (8) konnte die an der Basis der Ducansedimente liegende Scherfläche als intrakristalline Mylonitzone bis ins Flüelatal verfolgen. STRECKEISEN und später SPAENHAUER (6), BEARTH (1, 2) und WENK (9) konnten Beweise

dafür erbringen, dass solche Mylonitzonen die alpinen Bewegungsbahnen markieren.

5. Alpin sind alle jene Vorgänge, die zur Zerschierung und Verschuppung des Kristallins und zur Abscherung und Verfaltung der Ducansedimente führten, und die nachweisbar jünger sind als diese Sedimente und auch jünger als die den alten Bau diskordant durchschlagenden Diabasgänge. Diese postdiabasischen und postmesozoischen Veränderungen der Grossformen haben ebenfalls ihr gefügetektonisches Korrelat in nachkristallinen Auswalgungserscheinungen (Mylonitisierung) des Kristallins längs Scherflächen und in schwächerer oder stärkerer Kataklyse der nicht durchbewegten, aber dislozierten Pakete. Durch translatives Kornfliessen kommen in den Mylonitgneisen der intrakristallinen Scherflächen und hauptsächlich der Silvrettabasis alpine Quarzregelungen zustande. In solchen Gesteinen hätte es einen Sinn, nach alpinen Bewegungsspuren zu suchen, nicht aber in den von Closs wahllos gesammelten Handstücken, die zum Teil aus Gebieten stammen, die von unversehrten, massigen, permischen Diabasgängen durchschlagen werden, und zum Teil aus solchen, in denen diese Diabase alpin geschiefert oder in denen die Gänge durch alpine Verwerfungen und Blattverschiebungen zerschnitten sind. Durch die kritiklose Zusammenstellung des Untersuchungsmateriales und durch die genannten falschen Voraussetzungen werden alle tektonischen Folgerungen von Closs illusorisch.

Nur Quarzdiagramme von Mylonitgneisen aus der Basis des Silvrettakristallins können über alpine Deckentransportrichtungen Auskunft geben. Diagramme von Myloniten der intrakristallinen Scherflächen lassen lokale alpine Bewegungsrichtungen der einzelnen Schuppen feststellen. Die granoblastischen, prädiabasischen Gefüge aber helfen nur, den alten, komplexen Intrusions- und Schlingenbau zu analysieren; hier haben jedoch noch ältere Reliktstrukturen (hauptsächlich Glimmergefüge) störenden Einfluss (Abbildung älterer Strukturen der bei der Orthogneisintrusion assimilierten Sedimente). Das von Closs sorgfältig zusammengestellte Fundortverzeichnis der ausgemessenen Gefüge (3, Seite 394—397) zeigt, dass sich die 20 analysierten Silvrettagefüge auf alle drei Kategorien verteilen. Die Mehrzahl der analysierten Handstücke stellt prädiabasische Gefüge dar; sie sind dem prädiabasischen Innenbau des Silvrettakristallins korrelat und wären folglich mit diesem zu vergleichen. Closs hat einen derartigen Vergleich leider nicht versucht, obwohl ihm neue geologische Karten des ganzen auf Schweizerboden liegenden Silvrettakristallins vorlagen (1, 2, 6, 8, 9).

Mancher mit den gefügeanalytischen Methoden nicht vertraute Alpengeologe wird vielleicht aus den Ergebnissen der Arbeit von CLOSS folgern, dass sich mit Gefügediagrammen offenbar alles beweisen lasse — auch eine alpine Phasenfolge in praepermischem Kristallin.

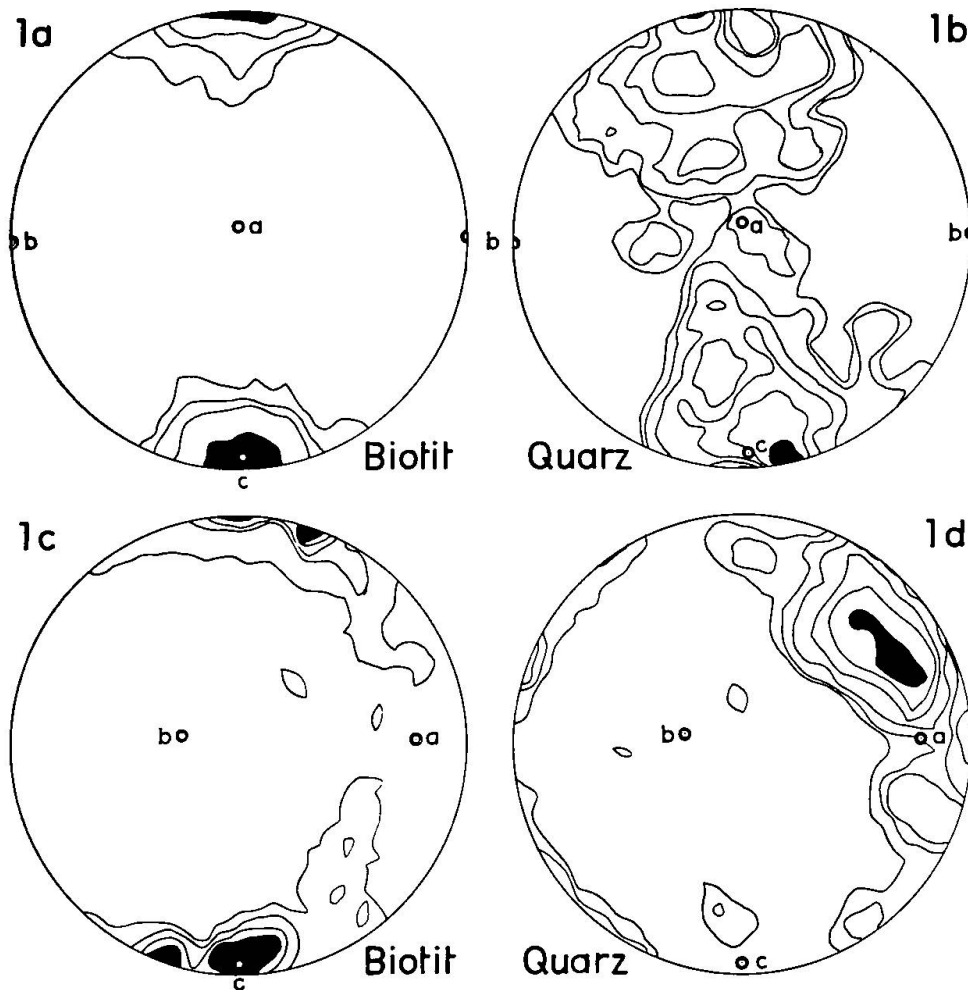
#### b) UMDEUTUNG DER ERGEBNISSE

Es ist im vorhergehenden Abschnitt gezeigt worden, dass die geologische Voraussetzung von CLOSS, die Silvrettagefüge seien alpin, im allgemeinen nicht zutrifft und nur für lokale Mylonitzonen Geltung hat. Die gefügeanalytische Voraussetzung, die Maxima der Quarzdiagramme kennzeichneten die Durchbewegungsrichtung  $x$  (SCHMIDT) resp.  $a$  (SANDER), stützt CLOSS durch theoretische Ableitungen. Solange wir noch so wenig wissen über den Mechanismus prae- bis parakristalliner Quarzregelungen, ist es müssig, über diesen Punkt zu streiten. Ebenso sei es dem Urteil des Lesers überlassen, wie es mit der „Einheitlichkeit“ der Kesch- (77—83, 93—96) oder der Umbrail-Sesvennadiagramme (47—66) steht. Dafür soll hier der Versuch gemacht werden, die von CLOSS in vorbildlich klarer und übersichtlicher Weise in eine angenäherte 100 000er Karte hineinprojizierten Gefügediagramme, von andern Gesichtspunkten ausgehend, umzudeuten.

Diese Umdeutung stützt sich auf die Ergebnisse der petrographisch-geologischen Untersuchungen 1924—34 der Basler Petrographen (1, 2, 6, 7, 8, 9) in der schweizerischen Silvretta, und sie verwertet ausserdem die Erfahrungen unserer in Innsbruck und in Basel 1932/33 ausgeführten und 1935 ergänzten, gefügeanalytischen Untersuchungen an Gneisen und Myloniten der Nunagruppe. Die hauptsächlichsten — zum Teil negativen — Ergebnisse dieser Gefügestudien sind folgende:

1. Gefüge aus den grossen sauren Intrusivmassen des Silvrettakristallins zeigen schwache oder unregelmässige, auf kurze Strecken sich ändernde Regelungen. Es sind in diesen Augengneismassen ältere Zeichnungen assimilierter Sedimentgneise abgebildet worden. Vor allem in den biotitreichen Augengneisen und in den Injektionsgneisen sind sich überlagernde ältere und jüngere Strukturen erkennbar. In diesen Gesteinen schneiden die idiomorphen Kalifeldspatäugen das Glimmergefüge häufig unter spitzem Winkel. Quarz- und Glimmerdiagramme sind hier nicht aufeinander beziehbar; CLOSS hat solche Fälle ebenfalls beobachtet. Aber nicht nur diese Mischtypen, sondern auch die sauersten Varietäten von Augengneisen, die viel-

leicht reine Orthogesteine darstellen, besitzen heterotakte Quarzregelungen. Dies konnte in vielen Fällen auf den störenden Einfluss von



Figur 1.

Gefügediagramme von B-Tektoniten mit Kornzeilenbau aus dem Silvrettakristallin (Graubünden)

1a und 1b = Biotit-Plagioklasgneis, Sandöгна, 2300 m (Nunagruppe). 1a = 270 Lote auf Biotitpaltflächen, 10%, 5%, 3%, 1%. 1b = 316 n, Quarz, 10%, 5%, 3%, 2%, 1%, 1/2%.

1c und 1d = Hornblende-Biotit-Plagioklasgneis, Val Saglains, P. 2045 (Unterengadin). 1c = 150 Lote auf Biotitpaltflächen, 10%, 8%, 5%, 2%. 1d = 250 n, Quarz, 10%, 7%, 6%, 3%, 2%, 1%; alle Diagramme sind mit einem 1%-Teilkreis ausgezählt. Die Koordinaten a, b und c beziehen sich auf makroskopisch sichtbare Gefügeebenen und -geraden.

Die beiden Diagrammpaare zeigen, dass die schwach asymmetrischen ac-Quarzgürtel auf sichtbare Gefügeebenen und -geraden und auf die Glimmergefüge bezogen werden können. Die Quarzmaxima nehmen in der ac-Ebene verschiedene Lagen ein.

Gefügegenossen, auf turbulente Strömungen rings um die grossen Kalifeldspataugen, zurückgeführt werden. Manche unklare und unentwirrbare Regelungen dürften bei einer die Deformation überdau-



ernden Kristallisation entstanden sein. Die Verhältnisse im Kleimbereich sind hier dem Mittel- und dem Grossbereich nicht korrelat.

2. Deutliche, homotakte Regelungen ergeben die feinkörnigen, aplitischen Orthogneise und hauptsächlich die granoblastischen Lagen- und Bändergneise mit Kornzeilenbau. Solche Gneise zeigen symmetrische oder schwach asymmetrische, auf die Glimmerdiagramme und auf makroskopisch hervortretende Gefügeebenen und -geraden beziehbare  $ac$ -Gürtel. Die Maxima pendeln zwischen  $a$  und  $c$  (siehe Figur 1). In diesen typischen, parakristallin deformierten B-Tektoniten weisen die Quarzgürtel auf die Wichtigkeit der Gefügegeraden  $b$  hin (Normale auf die Gefügesymmetrieebene  $ac$ , Streckungsrichtung, Faltenachse). Entsprechend den aus dem geologischen Kartenbild hervorgehenden und als B-Achsen im Feld einmessbaren, steilen und flachen Faltenachsen im Silvrettakristallin ergeben die in die Kartenebene hineinprojizierten Quarzdiagramme flache und steile  $ac$ -Gürtel. Diese Gefügebilder sind dem Innenbau des präpermischen Silvrettakristallins korrelat.

3. In denjenigen Zonen, wo die ihrem Bau und ihrer Metamorphose nach praediabasischen (praepermischen) Gesteine längs alpinen Scherflächen deformiert sind, konnten alpine Umregelungen beim Quarz festgestellt werden. In Schlifften mit zwei verschiedenen Korngenerationen (alpinen und voralpinen) zeigen die splittrigen Kleinkörner bei rein kataklastischer Deformation keine andere Regelung als die undulösen Grosskörner. Bei blastischer Granulierung hingegen konnte manchmal in ein und demselben Schliff etwas abweichende Orientierung der rundlichen, eigenartig verzahnten Kleinkörner und der undulösen Grosskörner nachgewiesen werden; zu einer Neuregelung kommt es aber auch in diesem Falle nicht. Erst im dritten Fall, bei nachkristalliner Zerschierung der alten Grosskörner und translativer Einregelung der dabei entstehenden Spindeln und Platten, resultieren prachtvolle Neuregelungen (9, Seite 245), vorwiegend enge, symmetrische  $ac$ -Gürtel, die auf die alpine Durchbewegung beziehbar sind.

Als wichtigste dieser gefügeanalytischen Erfahrungen ist hervorzuheben: Nicht die Maxima, sondern die Gürtel sind entscheidend für die Diagrammdeutung. Es soll nun geprüft werden, ob auch die Diagramme von CLOSS  $ac$ -Gürtel zeigen und ob sie sich bei dieser Deutung auf den voralpinen Innenbau des Silvrettakristallins beziehen lassen.

In den zum Teil sehr schönen Gürteldiagrammen von CLOSS liegt der eingezeichnete Pol der Schieferung fast ausnahmslos in der

Gürtelebene. Es handelt sich bei diesen Gürteln also sicher um  $hk0$ -Flächen. Wenn noch die Lage der Faltenachse bekannt wäre, so könnte entschieden werden, ob die Quarzgürtel parallel  $0k0$  ( $xz$  resp.  $ac$ ) liegen. CLOSS gibt nur für 7 Gefüge Glimmerdiagramme. Die Glimmerdiagramme 77—80 zeigen prachttvolle Gürtel, die auch CLOSS als  $ac$ - (resp.  $xz$ -) Ebenen auffasst. Die Normale auf die Gürtelfläche ist somit die Faltenachse ( $B$ -Achse). Die  $B$ -Achsen dieser Glimmerdiagramme fallen in die Minima der dazugehörigen Quarzdiagramme und die Glimmergürtel stimmen mit den entsprechenden Quarzgürteln überein; bessere Symmetrie verschiedener Mineralregelungen des gleichen Gesteins kann gar nicht erwartet werden (siehe die Diagramme in 10). Die Quarzdiagramme 77 bis 80 besitzen somit auf Gefügeebenen und -geraden beziehbare  $ac$ -Gürtel, wie dies bei den  $B$ -Tektoniten der Nunagruppe ganz allgemein der Fall ist. Die vier genannten Diagrammpaare sind die einzigen, für die CLOSS die nötigen Unterlagen zur Prüfung der gestellten Frage gibt. Glimmerdiagramm 83 enthält nur 29 Pole und ist damit unbrauchbar. Zum Gefüge 84 ist weder in der Diagrammkarte noch in Figur 6 (3, Seite 366) der Pol der Schieferung angegeben, und Glimmerdiagramm 85 zeigt keinen deutlichen Gürtel, aus dem die  $B$ -Achse konstruiert werden könnte.

Die drei Quarzdiagramme 78—80 weisen, wenn man sie als  $ac$ -Gürtelbilder interpretiert, auf steil gegen NE bis E fallende Faltenachsen im Gebiet nordöstlich des Piz Kesch hin. Dies steht in schönstem Einklang mit den auf der geologischen Karte der Keschgruppe von BEARTH (2, Tafel I) dargestellten Grosstrukturen der Keschmasse: Die NW streichenden Gneise der Porta d'Es chia biegen im Gebiet des Vadret Porchabella bei steil stehender Faltenachse gegen W, SW und schliesslich gegen S um.

Ein weiteres Beispiel dafür, dass sich die CLOSS'schen Quarzdiagramme, als  $ac$ -Gürtel gedeutet, auf den voralpinen Schlingenbau des Silvrettakristallins beziehen lassen, bildet Diagramm 85. Der flachliegende  $ac$ -Gürtel weist auf steilstehende Faltenachse und bestätigt damit den schon 1932 von SPAENHAUER (6) beschriebenen, steilachsigen Faltenbau der Scalettazone (steilachsige Verbiegung flachachsig gefalteter Gneiszonen). Diese Diagrammdeutung trägt auch den petrographischen Verhältnissen Rechnung: Das Handstück 85 stammt aus einer Gegend, die sehr reich ist an massigen, permischen Diabasgängen, welche die Gneise diskordant durchschlagen und somit das voralpine Alter dieser Gneisgefüge beweisen. Es sei dieser Interpretation diejenige von CLOSS gegenübergestellt, der hier

eine Quarzregelung der insubrischen Phase der Alpenfaltung mit E—W gerichteter Bewegung sieht.

Viele Diagramme sind undeutbar, was entweder auf die unter 1. genannten Faktoren oder auf komplexe voralpine und alpine Regelungen zurückzuführen ist. Ein gutes Beispiel für eine alpin überprägte Regelung dürfte Diagramm 91 darstellen, das aus der gequälten Grenzzone im SE der Nunagruppe stammt; wahrscheinlich gehört auch Nummer 92 zu dieser Kategorie.

Welche der von CLOSS vermessenen Gefüge typisch alpin sind, kann derjenige, der die Stücke nicht selbst, mit feldgeologischem Verständnis, gesammelt hat, schwer sagen, und da wir das lokale Auftreten alpiner Mylonitzonen kennen, möchten wir uns, trotz Angabe der Fundorte durch CLOSS, hier nur mit Vorsicht äussern. Der geologischen Lage, der Korngrösse und der Art der Regelung nach ist am ehesten Nummer 93 der Diagrammkarte ein rein alpines Gefüge mit flachliegender Faltenachse und NW gerichteter Durchbewegungsrichtung (entsprechend den NW gerichteten Stirnfalten der Engadiner Dolomiten).

Die grosse Zahl von undeutbaren Diagrammen darf nicht überraschen. Wir hatten uns bei unsern gefügeanalytischen Untersuchungen in der Nunagruppe zum Ziel gesetzt, sukzessive alpine Überprägung voralpiner Gefüge zu verfolgen. Trotzdem das Untersuchungsmaterial auf Grund sorgfältiger feldgeologischer und petrographischer Vorstudien gesammelt wurde und trotz klarer Fragestellung (Überprägung bei ändernder Durchbewegungsrichtung in der gleichen S-Fläche) erhielten wir auf kürzeste Distanzen, manchmal schon in zwei Schliffen des gleichen Handstückes, sich widersprechende Resultate.

Wir möchten aus diesen Erfahrungen heraus nicht etwa jegliche gefügeanalytische Behandlung tektonischer Probleme diskreditieren; aber wir möchten zur Vorsicht mahnen bei Korrelationen von Kleinbereichen zu Grossbereichen. Im allgemeinen mag der Satz Gültigkeit haben: Je sorgfältiger und kritischer Gefügeanalysen ausgeführt werden, desto vorsichtiger und kritischer ist der Analytiker bei der tektonischen Interpretation seiner Gefügediagramme. Es sei in diesem Zusammenhang darauf hingewiesen, dass die Begründer der Gefügeanalyse, die von der Geologie her zur Gefügeanalyse kamen, sich bis heute gescheut haben, mit Gefügediagrammen Tektonik zu betreiben.

Mikroskopisch - gefügetektonische Untersuchungen mögen dort Erfolg haben und sie sind dort vielleicht der einzige Weg zur tek-

tonischen Gliederung, wo riesige, petrographisch einheitliche und gleichkörnige Formationen vorliegen (z. B. Granulitformation im nördlichen Finland). In den Alpen fehlen derartige Komplexe; erfolgreich dürften dafür vielleicht mikrotektonische Untersuchungen in den monomineralen Quarz-, Calcit- und Dolomitgefügen des Penninikums sein.

Die Gefügeanalyse ist nicht das gewünschte Hilfsmittel für Alpentektoniker, die lediglich die Geometrie und den Bewegungsplan des Gebirges enträtseln wollen. Sie ist aber eine der wertvollsten Arbeitsmethoden des Geologen und Petrographen, der sich bemüht, den Mechanismus der Gebirgsbildung verstehen zu lernen. Hier dürfte ihr wahres Arbeitsfeld liegen, denn es sind viele Anschauungen gründlich zu revidieren.

Vieles ist durch die Arbeiten von SANDER und SCHMIDT schon revidiert worden. Es sei nur erwähnt, dass nach der Zurückweisung der allgemeinen Gültigkeit der klassischen Erklärung der Kristallisationsschieferung nach dem RIECKE'schen Prinzip (BECKE-GRUBENMANN) die „alpine Umkristallisation“ des „alten herzynischen“ Kristallins des Penninikums recht problematisch geworden ist. Die nächsten Jahre dürften die alte Streitfrage, ob nur Umkristallisation innerhalb alter Gefüge, oder ob Auflösung und Intrusion von altem, mobilisiertem Material stattfand, neu aufrollen und der Lösung näher bringen. Fest steht einstweilen nur, dass ein tiefgreifender Unterschied besteht zwischen ostalpinem-praealpinem und penninischem-alpinem Kristallin, und dass letzteres nicht durch den Vorgang einer reinen Dislokationsmetamorphose aus dem ersteren abgeleitet werden kann.

### ZUSAMMENFASSUNG

Quarzgefügediagramme des von einer nichtmetamorphen, normalen mesozoischen Schichtfolge diskordant überlagerten Silvretta-kristallins werden vom Gefügeanalytiker H. CLOSS (Berlin) je nach der Lage der Maxima vier verschiedenen Phasen der alpinen Orogenese zugeordnet, ohne dass dabei der petrographische Charakter der analysierten Handstücke oder der geologische Bau der betreffenden Gebiete diskutiert würde.

Die gleichen Diagramme werden in unserer „Kritik und Umdeutung“ teils wegen Abbildung älterer Zeichnungen, wegen komplexer, verschiedenaltiger Regelungen und wegen störendem Einfluss von Gefügegenossen als undeutbare Bilder angesehen. Teils können sie aber als ac-Gürtelregelungen interpretiert und sinngemäss

auf den voralpinen Innenbau des Silvrettakristallins bezogen werden. Alpine Umregelungen spielen eine untergeordnete Rolle.

Bei Korrelationen zwischen Klein- und Grossbereichen wird zur Vorsicht gemahnt.

#### ANGEFÜHRTE LITERATUR

1. P. BEARTH: Die Diabasgänge der Silvretta. Schweiz. Mineral. Petrogr. Mitt. 12 (1932), 147.
2. — Geologie und Petrographie der Keschgruppe. Schweiz. Mineral. Petrogr. Mitt. 12 (1932), 256.
3. H. CLOSS: Quarzgefügestudien im östlichen Graubünden. Mineral. und Petrogr. Mitt. 46 (1935), 342.
4. — Tektonische Folgerungen aus Graubündner Quarzgefügediagrammen. Mineral. und Petrogr. Mitt. 46 (1935), 403.
5. H. EUGSTER: Geologie der Ducangruppe. Beitr. zur Geol. Karte der Schweiz, N. F. 49 (1923), 1.
6. F. SPAENHAUER: Petrographie und Geologie der Grialetsch-Vadret-Sursura-Gruppe (Graubünden). Schweiz. Mineral. Petrogr. Mitt. 12 (1932), 27.
7. — Die Andalusit- und Disthenvorkommen der Silvretta. Schweiz. Mineral. Petrogr. Mitt. 13 (1933), 323.
8. A. STRECKEISEN: Geologie und Petrographie der Flüelagruppe (Graubünden). Schweiz. Mineral. Petrogr. Mitt. 8 (1928), 87.
9. E. WENK: Beiträge zur Petrographie und Geologie des Silvrettakristallins. Schweiz. Mineral. Petrogr. Mitt. 14 (1934), 196.
10. — Zur Genese der Bändergneise von Ornö Huvud. Bull. of the Geol. Inst. of the Univ. of Uppsala 26 (1936), 53.

Mineralogisches und Petrographisches Institut der Universität  
Basel.

Eingegangen: 3. April 1936.