

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

Band: 17 (1937)

Heft: 2

Artikel: Erwiderung auf Ed. Wenks Kritik und Umdeutung

Autor: Closs, H.

DOI: <https://doi.org/10.5169/seals-16671>

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>

Erwiderung auf *Ed. Wunks* Kritik und Umdeutung

Von *H. Closs* (Obersontheim, Württemberg)

Als Antwort auf die Kritik WENKS (11), die leider durch berufliche Abhaltungen sehr lange verzögert worden ist, sollen Aufgabe, Grundlagen und einige Ergebnisse der kritisierten Arbeiten nochmals besprochen werden. Gleichzeitig damit diese auf den neuesten Stand der Forschung zu bringen, wie er in der grundlegenden Arbeit STAUBS: Geologische Probleme um die Gebirge zwischen Engadin und Ortler (9a), dargelegt wird, war nicht ratsam, denn dies hätte nur dann Sinn gehabt, wenn dazu auch ergänzende Untersuchungen zu den früheren hätten beigebracht werden können. Wenn im Folgenden von Umbrail- oder Ötztaler Decke usw. gesprochen wird, so sollen darunter die früher (9) so benannten Einheiten verstanden werden; die alten Bezeichnungen wurden allein deshalb beibehalten, um die Bezugnahme auf meine früheren Arbeiten zu erleichtern. Mit denselben war nicht ein radikaler gefügeanalytischer Versuch beabsichtigt, sondern eine Studie über Regelungsscheinungen von Quarzgefügen in Teilen der Bündner Kristalllindecken des Ostalpins. Dabei sollte eine Verbindung zur bekannten Tektonik gesucht werden, also betrachtet werden, wie sich die Gefüge in das tektonische Gesamtbild einordnen.

Von vornherein war stark mit der Möglichkeit eines *negative*n Ausganges dieses Versuches zu rechnen, weil anzunehmen war, dass ein grosser, petrographisch inhomogener Kristallinkörper (Decke) aus den verschiedenen Phasen zurückliegender Bewegungen und Verformungen so viele Restregelungen enthält, dass letzten Endes das Gesamtbild der Gefügeregelung zu uneinheitlich wird, um tektonisch überhaupt gedeutet werden zu können. Das Problematische des Versuches war es aber gerade, was zur Bearbeitung die Anregung gab.

WENK erhofft mehr in den Orthogneiskörpern des Tessins (11, S. 184). Sicher ist, dass ihre äusseren Erscheinungsformen im grossen wie im kleinen mehr auf intensive Durchbewegung schliessen lassen, als die des grössten Teiles der untersuchten ostalpinen Kristalline.

Aber abgesehen davon, dass es durchaus nicht ausgemacht und in bestimmten Gebieten davon sicher unrichtig ist, einmalige Metamorphose zu erwarten, lag gar kein Anlass vor, Gebiete einmaliger Metamorphose besonders zu bevorzugen, denn die zu erwartende Eindeutigkeit der Zuordnung von Gefüge und Tektonik hätte wesentlich weniger Anreiz für die Auseinandersetzung zwischen Gefügekunde und Tektonik geboten. Unser Ziel war ja gerade die Untersuchung eines in Bezug auf die Quarz- und evtl. auch andere Mineralgefüge mehrfach metamorphen Gebietes. Und es möge daher als Respekt vor der Arbeitsleistung der Schweizer Kollegen gelten, dass Graubünden als ein Gebiet gewählt wurde, das schon besonders gut deutbar ist.

Wie sollte der Bereich der Untersuchung abgesteckt werden? Man kann WENK nur beipflichten, wenn er auf die altbekannte Tatsache hinweist, dass innerhalb eines Schliffes in der Mehrzahl der Fälle die verschiedensten Vorgänge beobachtet werden können: Turbulente Strömung um grosse Kalifeldspataugen, Zerbrechen grösserer Quarzkörner, Behinderung der Bewegungen durch Gefügegenossen etc. Dazu kommen noch verschiedene Möglichkeiten der Rekristallisation der Körner je nach ihrer speziellen Beanspruchung und Verformung. So interessant das Studium dieser Erscheinungen für besondere Fälle sein kann, so wenig nützt es aber, wenn homogene Verformungsbereiche und die Lagen ihrer Hauptachsen in grösseren Räumen gesucht werden wollen. Um die Gesetzmässigkeit im grossen zu finden, ist über solche Einzelvorgänge zu summieren. Dies geschieht am besten durch die Einbeziehung eines genügend grossen Gebietes in die Untersuchung und durch die Herstellung von Sammeldiagrammen, in denen der einzelne Schliff nicht überdeutet wird.

Die gestellte Aufgabe bestimmt also die Grösse des zu untersuchenden Bereiches. Gefügestudien, die Anschluss suchen an gross-tektonische Fragen, müssen auch entsprechend grosse Bereiche untersuchen, denn sonst würde die Gefahr bestehen, verschiedene Grössenordnungen miteinander zu vergleichen und dadurch einen „radikalen“ Fehler zu begehen.

Der Gang der Untersuchung richtete sich selbstverständlich nach dem, was bei Beginn der Arbeit als Grundlage vorhanden war, sowohl in Bezug auf die Geologie des zu untersuchenden Gebirgsstückes als auch in Bezug auf die Gefügekunde.

Zuerst wurden besondere Bewegungsbahnen, hauptsächlich Deckengrenzen, herausgegriffen. Im Verlauf der Untersuchung zeigte es sich aber, dass bestimmte Regelungen nicht nur an diese schon

makroskopisch feststellbaren Zonen gebunden sind, sondern beträchtlich über diese hinausgreifen, oder von ihnen überhaupt unabhängig sind; und so trat im Verlauf der Arbeit von selbst eine solche Loslösung von bekannten tektonischen Elementen ein, dass wohl ein Kenner der sichtbaren Tektonik wie WENK den Ausdruck „wahllos“ und „kritiklos“ für die Lage der Untersuchungspunkte wählen konnte. Es ist eben zwischen dem geologisch-tektonischen Begriff der Decke und der technologischen Einheit zu unterscheiden. Die Decke wird ursprünglich von Grossbewegungsbahnen „oben und unten“ begrenzt. Die andere stellt eine nach oben und unten ausklingende Bewegungsbahn dar. Beide überschneiden sich also. Dass unter Erhaltung des Bildes der tektonisch-geologischen Einheit der Decke einer zurückliegenden Phase sich eine neue technologische Einheit einer jüngeren Phase schon in der Quarzgefügeregelung ausgedrückt hat, ergab sich in einigen Fällen als wesentlichstes Resultat.

Auf Seite 345 und 363 (4) wurde ausdrücklich darauf hingewiesen, dass eine vollständige Gefügeanalyse jedes Schliffes nicht angestrebt wurde, sondern nur eine Quarzgefügeanalyse, weil sonst nicht die Aussicht bestanden hätte, einen genügend grossen Bereich übersichtsmässig zu untersuchen. Damit wurde aber nicht gegen Gesetze der Gefügekunde verstossen, wenn wir, wofür genügend Gründe vorlagen (6, S. 173 ff.), unterstellen, dass die Quarzregelung andere Wege als z. B. die Glimmerregelung geht. Quarz ist meist richtungsregelnd, Glimmer in der Mehrzahl der Fälle (Ausnahmen, 6, S. 182) formregelnd. Das Quarzgefüge konnte allein behandelt werden, zumal ja in vielen Fällen eine Schieferung mit genügender Genauigkeit eingemessen werden konnte und dadurch eine wichtige Fläche der Glimmerregelung angenähert bekannt war.

Dass durch Benutzung des abgekürzten Ausdruckes „Gefüge“ anstelle von Quarzgefügeregelung der Eindruck entstehen konnte, die Voraussetzungen der Arbeit enthalten die Annahme alpinen Alters der Mineralparagenesen in der Silvrettadecke (11, S. 186), wird ausserordentlich bedauert. — Bei einem guten Willen hätte dieses Missverständnis vermieden werden können. — Nie war mit einem Wort die Rede davon, sondern 4, S. 349 wurde gesagt: „... dass ein gründliches Studium aller jener Gesteine, von denen ausgegangen wurde, anhand der zunächst für rein tektonische Zwecke angelegten Sammlungen nicht möglich gewesen wäre...“. Damit ist doch die Zuständigkeit anderer Arbeiten für die Frage

der Petrographie und Mineralogie ausdrücklich anerkannt, und wenn dann geschrieben wird (5, S. 407): „Die Grossstruktur (gemeint ist die Silvrettadecke) ist herzynischen, das Gefügebild trotz der tektonischen Hochlage jener Decke alpinen Alters“, so kann das nur auf die Regelung des Quarzgefüges bezogen werden und nicht auf das Alter der Entstehung der Quarz-Oligoklas-Biotit-Granat-Staurolith-Disthen-Gefüge.

Wenn von WENK, da die Gefüge behandelter Gesteine (Kristallbasis des Ducan) granoblastisch und vollkristallin sind, der Schluss gezogen wird (11, S. 186), die Annahme alpinen Alters der Gefüge-Regelung der Quarze müsse Umregelung ohne Durchbewegung bedeuten, so möchte ich mich von derartigen Folgerungen weit distanzieren. Wohlweislich wurde es vermieden, in jedem Falle eine Zergliederung des Regelungsvorganges zu versuchen, denn hier fehlen oft noch die grundlegenden theoretischen Anschauungen. Nur den heutigen Zustand der Mineralkörper dafür als entscheidend zu betrachten, ist zum mindesten sehr gewagt.

Wie heikel die Auswertung von Regelungsdiagrammen ist, wird dadurch offenkundig, dass für ein und dieselbe Sache so gänzlich verschiedene Anschauungen vertreten werden. Man kann daher erstaunt sein, dass WENK in einem kurzen Satz seiner Kritik (11, S. 188) über alles hinweggeht, was davon abgehalten hat, die Diagramme so zu deuten, wie WENK sie jetzt umdeutete, wurde doch 4, S. 355 geschrieben: „Anfänglich hatte ich von der Schieferungsfläche und etwaigen auf ihr sichtbaren Geraden, wie hauptsächlich der Streckung, die Meinung, es handle sich um direkte Abbilder von Flächen oder Geraden des Verformungsplanes. Sie wären dann natürlich für die Deutung der Quarzdiagramme von ausschlaggebender Wichtigkeit gewesen, hätten sie doch deren Symmetrie und das Koordinatensystem bestimmt, auf das dann alle Quarzdiagramme zu beziehen gewesen wären.“ Dies liess sich aber nicht durchführen. Es ging nicht an, ohne Vermittlung die Geraden und Ebenen des sichtbaren Grobgefüges unmittelbar mit der Quarzgefügeregelung zu verbinden. Aus diesem Grunde wurde nicht auf den speziellen Innenbau des Silvrettakristallins eingegangen. 5, S. 406 wurde dies als Ergebnis vorheriger Betrachtungen ausgesprochen: „Man muss also unbedingt damit rechnen, dass die mit blossem Auge sichtbaren tektonischen Erscheinungen, wenn es sich darum handelt, allerletzte Verformungen zu finden, irreführende Hülle sein können.“

Ausgangspunkt für diese Folgerungen waren die Glimmer- und Quarzdiagramme der näheren und weiteren Umgebung des Kesch

(4, S. 356 ff., Diagramme Nr. 77—80, 83—85 S. 364/65 und Tafel 1). Hier liegen die Dinge eben nicht so einfach, wie sie WENK sieht, denn: „... Alle Diagramme sind mehr oder weniger gut ausgebildete Zweigürtelbilder.“ Darauf geht WENK leider nicht ein. Und seine Feststellung (11, S. 191), die B-Achsen der Glimmerdiagramme fallen in die Minima der dazugehörigen Quarzdiagramme, reicht für die Deutung noch nicht aus. Wie auffällig ist doch, dass die Gürtelpole der Zweigürtelbilder (s. 4, Fig. 4a) in einer schmalen N—S gestreckten Zone angeordnet sind, wogegen die B-Achsen der Glimmergürtel in einem breiten Feld zwischen Westen und Süden streuen (4, Fig. 6). Hierdurch scheinen sich grundlegende Verschiedenheiten in der Regelung anzudeuten. Noch deutlicher ist dies, wenn eine der beiden winkelhalbierenden Normalen auf der gemeinsamen Schnittgeraden der Quarzgürtel (s. z im Sammeldiagramm, 4, Fig. 6) herausgegriffen wird. Diese z-Achsen bilden für die Kesch-Diagramme ein enges Feld, welches einem ungleich viel weiteren der B-Achsen der Glimmergürtel gegenübersteht. Wenn es zutreffen würde, dass „bessere Symmetrie verschiedener Mineralregelungen des gleichen Gesteins... garnicht erwartet werden kann“ (11, S. 191), so müsste B der Glimmergürtel in einfacher Winkelbeziehung zu den wichtigsten Geraden der Quarzgefügeregelung stehen. Im Falle der Übereinstimmung von B-Glimmer mit y-Quarzregelung, müsste der Winkelabstand Bx und Bz je 90° sein. Für Bx wurde aber gemessen (s. 4, Tabelle S. 363): 80, 90, 90, 90, 35, 52, 35, für Bz: 88, 24, 22, 3, 60, 45, 58. Für die untersuchten Handstücke des Keschgebietes muss also der Satz (4, S. 363/64), „dass es nicht möglich ist, die B-Achsen der Glimmer mit dem y der Quarze in Beziehung zu bringen“ aufrecht erhalten werden, trotz der Einwände von WENK. Es wird gern dem Leser überlassen, sich anhand 4, Fig. 6 und der beigegebenen Tabellen S. 365 davon zu überzeugen, dass dieser Satz auch für die Schieferungen Gültigkeit hat. Wo eine enge Beziehung — wie in den restlichen Silvrettadiagrammen — zwischen Schieferung und Quarzgürteln vorhanden ist, wurde dies ja erwähnt (4, S. 386, Tab.).

Was für die Gürtel der Quarzdiagramme gilt, zeigt sich genau so (siehe die Spalte $\angle x$ der Tabellen 4, S. 363, 365) für die Quarzmaxima in den Keschschliffen, denn auch zwischen den in der grösseren Zahl der Schliffe dominierenden Maxima und den Glimmergürteln und -Schieferungen ist keine gesetzmässige Verbindung festzustellen. Ganz ähnliche Resultate zeigen die Diagramme aus der Umbrail-, Languard- und Strettadecke (s. 4, Tabellen S. 367, 380).

Die Diagramme der restlichen Silvrettadecke und die der Ötztaler Decke zeigen Symmetrie in ihrem Verhältnis zur Schieferung insofern, als in der grossen Mehrzahl der Fälle der Pol der Schieferung im Gürtel des Quarzdiagrammes liegt. Die Symmetrie ist jedoch nur monoclin, weil die Maxima der 18 Quarzdiagramme mit Ausnahme von nur 2 Diagrammen — wo rhombische Symmetrie mehr oder weniger erreicht ist — ausserhalb der Schieferung liegen (s. 4, Tabellen S. 386, 388).

Die fehlende Symmetriebeziehung zwischen Schieferung und Quarzregelung bzw. deren zu allermeist niederer Grad, drängte dazu, die Quarzgefüge für sich allein zu deuten. Wenn schon der starke Verdacht besteht, dass zurückliegende Verformungen von zwei Gefügen verschieden rasch und auf verschiedene Weise beantwortet worden sind, hat es keinen Sinn, das eine vollkommen er eingeregelte Gefüge mit Hilfe des anderen weniger vollkommen eingeregelten deuten zu wollen, wobei besonderer Nachdruck auf den Begriff der „Einregelung“ zum Unterschied von Regelung überhaupt gelegt sein soll. Es ist denkbar, dass eine fast vollkommene Glimmerregelung — weil sie fast noch vollkommen einer alten Verformung entspricht — weniger über eine *junge* Verformung sagt als eine sehr verschwommene Quarzregelung. Die beste Antwort auf die Frage nach der letzten Verformung ergibt bei unvollkommener Symmetrie allein das Gefüge, welches am schnellsten eine neue Regelung erreichen kann. Nach W. SCHMIDT ist dies, wie oben schon erwähnt, das Quarzgefüge, da es im Gegensatz zu den Glimmern, Schieferungen und Zeichnungen die Eigenschaft der Biegegleitung höchstwahrscheinlich besitzt. Für die weitere Behandlung der Quarzdiagramme musste also als letzte Folgerung aus der Asymmetrie zunächst eine Lösung von der sichtbaren Tektonik weitgehend gefordert werden. Das mag natürlich auf den, der diesem Schritt nicht folgt, den Eindruck einer wahllosen Zusammenstellung machen.

Bei der Deutung der Quarzdiagramme wurde nicht etwa einfach vorausgesetzt, dass Quarzmaximum = x (SCHMIDT) = a (SANDER) sei und unbekümmert alles Weitere davon abgeleitet, sondern es wurde von dem, was im Sammeldiagramm als das Beständige auftrat, ausgegangen, und das waren nun aller-

dings in vielen Fällen die Maxima, in vielen aber auch Maxima und Gürtel (Silvrettadecke).

WENKS Satz (11, S. 190): „Nicht die Maxima, sondern die Gürtel sind entscheidend für die Diagrammdeutung“ ist ein Dogma, das wir eben nicht anwenden wollten! WENK kommt wohl zu diesem Satz deshalb, weil der Fall monocliner Symmetrie: Quarzgürtel parallel Glimmergürtel bzw. B-Glimmer = y-Quarz sehr häufig ist. Wir wissen jedoch noch viel zu wenig, was ein Gürtel eigentlich aussagt, und daher wäre es ein Hemmnis für die Weiterentwicklung, sich jetzt schon auf eine, wenn auch in vielen Fällen naheliegende Deutung zu verlassen. Uns war daran gelegen, festzustellen, was eigentlich die einzelnen Erscheinungen bedeuten sollten und was wirklich die Invarianten sind; und dabei ergab sich ganz klar, dass die Maxima in einigen Bereichen die stabilsten und zugleich auffallendsten Teile der Regelung sind, wenn auf den Horizont bezogen wird.

Dass übrigens Gürtel — ebenso natürlich wie Maxima — auf verschiedenste Weise entstehen können, ist aus 6, Absatz 5 „Gefüge-Regelung“ zu ersehen. Es wurde hier, um nur einige Beispiele zu nennen, gezeigt, dass Quarzgürtel entstehen können bei Neuregelung als Bahnen, die zuerst von den γ -Achsen angestrebt werden, von ihnen aber im Verlauf der weiteren Regelung immer mehr verlassen werden zugunsten der Polhäufungen; dass bei Umregelungen Gürtel als bevorzugte Umregelungswege denkbar sind zu neuen Polhäufungen; dass sie schliesslich Ausdruck mehrschariger Verformung sein können usw. Also auch wenn die Einzeldiagramme aus sich selbst heraus gedeutet werden wollen, ist es nicht richtig, den Gürteln für die Deutung ein besonderes Gewicht zu geben oder zu glauben, diese ermöglichen in allen Fällen sicherere Rückschlüsse auf die Lage der Achsen der Verformungen, als immer wieder in mehreren Diagrammen auftretende Maxima. Dies gilt besonders dann auch, wenn mehrere und nicht ganz klare Gürtel auftreten, wie z. B. im Kesch-, Umbrail- und Silvrettagebiet.

Unsicher dürfte eine Deutung der Maxima dann werden, wenn in mehreren, zusammengehörigen Diagrammen die Lagen der Maxima stark streuen, oder wenn im einzelnen Diagramm verschiedene gleichwertige Maxima auftreten. Das erste war aber nur im Gebiet der Stretta- und Languarddecke der Fall. — Dort hätte man viel eher eine Kritik erwarten können als im Kesch. — Der letztere Fall trat nur vereinzelt auf.

Eine andere Frage ist es, und diese ist nicht immer allein gefügeanalytisch zu lösen, welche Achse der Verformung oder Beanspruchung durch die Maxima angegeben wird. Die y-Achse war in der Regel leicht auszuschalten, da ihre Besetzung selten auffallend hoch ist. Es bleibt also z und x bei einschariger Verformung oder σ_1 bezw. σ_2 bei mehrschariger.

Da es heute noch in den allermeisten Fällen nicht mit Sicherheit möglich ist, den Anteil der einscharigen und mehrscharigen Verformung aus einer Regelung abzuleiten und danach die Auswertung von Diagrammen vorzunehmen, wurde als dominierend einscharige Verformung vorausgesetzt, weil sie aus der Deckentheorie — die Kopfteile und andere Besonderheiten mancher Decken ausgenommen! — noch am ehesten gefolgt werden darf. Dass bei allen Regelungen mehrscharige Verformung wenigstens in einigen Stadien (Anfangs- und Endstadium) beteiligt war, ist nicht unwahrscheinlich.

Die Entscheidung, ob x, die Durchbewegungsrichtung, oder z, die Normale auf der Grossgleitfläche durch die Maxima gegeben war, wurde also zu einer durchgehend in jedem Fall zu erörternden Frage.

Auch hier wurde nach anderen Versuchen schliesslich von dem Horizont als der wichtigsten Bezugsfläche ausgegangen, in der Annahme, dass die Hauptbewegung tangential zur Erdoberfläche mit nicht allzu grossen Abweichungen davon erfolgte. Mit anderen Worten, es wurde bei der Deutung der Maxima derjenigen Möglichkeit der Vorzug gegeben, bei welcher die Hauptgleitfläche dem Horizont am nächsten kam. Diese Art der Behandlung der Diagramme scheint eine fast zu simple Sache zu sein, und doch ergaben sich dabei brauchbarere Resultate als bei verwickelten anderen Annahmen. — Man kann ja nicht alle gegangenen Umwege schildern, die schliesslich zum scheinbar Einfachsten und Naheliegendsten führten.

Dieser Deutungsgrundsatz darf naturgemäss nur dort angewandt werden, wo ein Verformungsplan noch in angenähert ursprünglicher Lage erhalten geblieben ist. Wo jedoch en bloc-Umstellungen erfolgt sind mit wesentlicher Verschwenkung der ehemaligen Achsen, muss er natürlich ausscheiden. Diese Möglichkeit musste z. B. im Kesch berücksichtigt werden (zum Teil Schlingenbau). Dort sehen wir aber, dass dieselben Regelungstypen im Kesch-Massiv selbst auftreten, an der Basis der Ducan-Mulde und im unmittelbaren Randgebiet der grossen Vadret-S-Schlinge. Die Quarzregelung wird, da sie unbekümmert um diese verschiedenen Grenzen auftritt, einem anderen Verformungsvorgang angehören als diese Gebilde. Da die

Quarze den formregelnden Glimmern und Zeichnungen vorausseilen, so muss ihre Regelung jünger sein. Wird noch berücksichtigt, dass alle restlichen Silvrettadiagramme — die allerdings zum Teil aus der näheren und weiteren Umgebung von alpinen Störungszonen stammen — nur wenig geneigte y-Achsen haben, dass die Kesch-Diagramme im Typus sowohl wie in der Lage der Maxima mit den Umbraill-Diagrammen auffallende Ähnlichkeit haben, von wo junge O-W-Bewegungen wohl kaum mehr bestritten werden dürften, dass auch im Umkreis der Berninaquerfalte dieselbe Lage der x-Achse (s. 5, Fig. 1, S. 409) angenommen werden kann, dann darf wohl auch für das Kesch-Gebiet eine angenähert vertikal stehende „Ebene der Schiebung“ gefolgert werden. — Um nicht nochmals missverstanden zu werden: Junge Bewegungen wurden in grossen Teilen der Silvretta-Decke nicht vorausgesetzt, sondern ergeben sich — gänzlich unerwartet — bei der Betrachtung der Zusammenhänge.

Von den restlichen Diagrammen der Silvretta-Decke stammen aus dem engeren Bereich der Basis: 89 (Buin), 90 (Guarda), 91 (östlich Zernetz), 92 (Cinuskel); aus dem weiteren Bereich der Basis: 93, 94 (östlich) und 95, 96 (westlich Kesch), 88 (Vereina, Tal); aus alpinen Überschiebungsflächen: 86 (nächste Nähe der Ducanscherfläche); aus zum Teil Mylonite führenden Zonen: 87 (nördlich des Flüela-Weisshorns).

Auch hier veranlasste die in der Regel niedere Symmetrie (monoklin, siehe oben) und die Erfahrung mit Schieferungen und Zeichnungen die Deutung der Quarzdiagramme „aus sich heraus“. Diese Behandlung der Diagramme drängte auch hier zur Zusammenfassung in Sammeldiagrammen, um regionale Charakteristika zu finden. Die wichtigste und sicherste Grösse ist hier das tektonische Streichen mit nahezu O-W, denn mit Ausnahme von 2 Diagrammen ist dies das durchschnittliche Streichen der Gürtelnormale.

Ein zweites, in der Regel gemeinsames Merkmal ist das hervortretende Maximum nahe dem Horizont. Streng zu beweisen ist es natürlich nicht, dass dieses Maximum = x zu setzen ist, aber es ist wahrscheinlich. Eine Stütze dafür bietet sich, wenn man einerseits die nicht seltene Nähe deutlicher alpiner Bewegungsbahnen berücksichtigt und andererseits sich an die Ansicht STAUB's von einer im gewissen Grade alpinen „Fächerbildung“ anschliesst, die ihren Höhepunkt für einige Teile in der spätPenninischen Phase erreicht hat (8, S. 235). Auch SPAENHAUER kann sie nicht ganz ablehnen (7, S. 122: „Es ist ja vielleicht möglich, dass bei lange andauerndem Druck

sich die Schichten gegeneinander verschieben können, ohne dass Umkristallisationen oder Mylonitisierung eintritt, sofern sie überhaupt irgendwohin ausweichen können“). Man braucht sich dabei natürlich keineswegs vorzustellen, dass die gesamte Steilstellung — dies soll unter der Bezeichnung „Fächer“ verstanden werden — auf das Konto alpiner Vorgänge zu stellen ist.

Selbstverständlich reichen die wenigen Gefügediagramme aus dem weitgedehnten Bereich der Silvrettadecke nicht für eine vollkommene Charakteristik dieser Decke in Bezug auf die angeschnittenen Fragen aus. Es bleibt noch manche Frage offen. Es war jedoch auf Grund der Studien notwendig, mit Nachdruck darauf aufmerksam zu machen, dass auch dort mit jungen Verformungen zu rechnen ist, wo deren Auswirkungen nicht ohne weiteres aus der geologischen Karte abzulesen sind, die auch nicht auf einfache Weise mit dem Auge bei noch so guten und gründlichen Spezialbeobachtungen, wie denen der Basler Petrographen, am Handstück oder im Schliff zu erfassen sind. Wer will etwa an einer einzelnen Struktur erkennen, ob sie sich um 10 oder 30° oder gar nicht überstülpt hat. Sie kann in jedem Fall noch einen ursprünglichen Eindruck machen. Erst Regelungserscheinungen können hier entscheiden. Eine Beschränkung auf Mylonitzonen, in welchen nicht immer die schönsten Regelungen gefunden werden, u. dgl. allein reicht dabei aber zur völligen Beurteilung von tektonischen Bewegungsvorgängen nicht aus, und die Feststellung schwacher Epimetamorphose braucht relativ junge Bewegungen nicht auszuschliessen. Aus diesem Grunde ist vielleicht auch bei der Unterscheidung von alpinen und praealpinen Korngenerationen (11, S. 184) des Quarzgefüges Vorsicht und Zurückhaltung von Vorteil.

So ergaben sich bei der Auswertung der Diagramme des Kesch schon genügend viele Hinweise für alpines Alter der Bewegungen, ebenso bei den Silvretta-Diagrammen — gleiche Lage der Verformungsachsen in Schliffen, die sicher an alpinen Bewegungsflächen liegen und solchen, die weiter davon entfernt sind; monocline Symmetrie; Unabhängigkeit vom herzynischen Grossbau, z. B. 88. Schliesslich sei noch auf die ganz ähnlichen Verhältnisse in der Ötztaler Decke verwiesen —, sodass auf die WENK gewagt erscheinende „Voraussetzung“ alpiner Gefüge im Gebirgsdreieck Tisch - Plazbi - Tuors verzichtet werden kann zugunsten einer Einsetzung auch dieser „Voraussetzungen“ in die Ergebnisse. Dies ist nur eine Frage der Darstellung. Es sollten damals nicht Anschauungen als eigene Ergebnisse ausgegeben werden, von denen angenommen werden konnte, dass sie schon mehr Allgemeingut sind — s. z. B. die aus 9, Fig. 38,

wo anstelle von „Ötzmasse“ Silvrettamasse zu setzen wäre, ablesbare alpine Durchbewegung des Basiskristallins der Ducangruppe.

ZUSAMMENFASSUNG

Der tiefere Grund für die hauptsächlichsten Meinungsverschiedenheiten zwischen WENK und CLOSS liegt in der verschiedenen Art und Weise der Auswertung der Quarzregelungsdiagramme. Während WENK bei der Deutung einen Weg begeht, der entscheidend beeinflusst wird von dem makroskopischen Befund: Tektonik, Schieferung, Striemung, Streckung, Faltenachsen etc. und von anderem, wie z. B. Erhaltungszustand, Mylonitisierung, Glimmerregelung etc. hat CLOSS diesen Weg nach anfänglichen gleichartigen Versuchen, beeinflusst durch theoretische Ableitungen von W. SCHMIDT und die praktischen Erfahrungen an seinem Material, verlassen. Die Asymmetrie bzw. niedere Symmetrie der Quarzdiagramme im Verhältnis zu einigen Glimmerdiagrammen, im wesentlichen aber zur Schieferung, veranlasste zu einer weitgehenden Unabhängigkeit ihrer Auswertung. Die Folge davon war eine Loslösung der Quarzdiagramme von Zeichnungen und Formregelungen, also eine Loslösung von der speziellen Geologie der Umgebung des Schliffes. Dadurch ergaben sich neue Anschauungen, wie z. B. die einer jungen Ost-West-Bewegung im Keschgebiet.

Das Quarzgefüge wird als sehr empfindlicher Indikator für Bewegungen angesehen, der diese schon registriert, bevor sie im tektonischen Allgemeinbild deutlich sichtbar werden. Aus demselben Grunde werden Quarzgefügeregelungen aber meist nur die letzte Verformung angeben, werden also hauptsächlich nur für bestimmte Aufgaben der tektonischen Analyse eine Lösung bringen können.

BENUTZTE LITERATUR

1. BEARTH, P.: Die Diabasgänge der Silvretta. Schw. Min. Petr. Mitt. **XII** 1932.
2. BEARTH, P.: Geologie und Petrographie der Keschgruppe. Schw. Min. Petr. Mitt. **XII** 1932.
3. BEARTH, P.: Über Gangmylonite der Silvretta. Schw. Min. Petr. Mitt. **XIII** 1933.
4. CLOSS, H.: Quarzgefügestudien im östlichen Graubünden. Min. Petr. Mitt. **46** 1935.
5. CLOSS, H.: Tektonische Folgerungen aus Graubündner Quarzgefügediagrammen. Min. Petr. Mitt. **46** 1935.
6. SCHMIDT, W.: Tektonik und Verformungslehre. Borntraeger, Berlin 1932.
7. SPAENHAUER, F.: Petrographie und Geologie der Grialetsch-Vadret-Sursuragruppe (Graubünden). Schw. Min. Petr. Mitt. **XII** 1932.

8. STAUB, R. und CADISCH, I.: Zur Tektonik des Unterengadiner Fensters. *Ecl. Geol.* **16** 1921.
9. STAUB, R.: Der Bau der Alpen. Beitr. z. Geol. Karte d. Schweiz. N. F. 52, Lief. 1924.
- 9a. STAUB, R.: Geologische Probleme um die Gebirge zwischen Engadin und Ortler. *Denkschr. d. Schw. Natf. Ges.*, Band LXXII, Abh. 1, 1937.
10. WENK, ED.: Beiträge zur Petrographie und Geologie des Silvrettakristallins. *Schw. Min. Petr. Mitt.* **XIV** 1934.
11. WENK, ED.: Kritik und Umdeutung der „Tektonischen Folgerungen aus Graubündner Quarzgefügediagrammen“ v. H. CLOSS. *Schw. Min. Petr. Mitt.* **XIV** 1936.

Eingegangen: 1. September 1937.