

|                     |   |
|---------------------|---|
| <b>Zeitschrift:</b> | Eclogae Geologicae Helvetiae  |
| <b>Herausgeber:</b> | Schweizerische Geologische Gesellschaft   |
| <b>Band:</b>        | 56 (1963)   |
| <b>Heft:</b>        | 2   |
| <b>Artikel:</b>     | Bau und Bewegung im gotthardmassivischen Mesozoikum bei Ilanz (Graubünden)              |
| <b>Autor:</b>       | Nabholz, Walther K. / Voll, Gerhard   |
| <b>Kapitel:</b>     | 6: Verhältnis der Metamorphose zu Faltung und Schieferung                               |
| <b>DOI:</b>         | <a href="https://doi.org/10.5169/seals-163044">https://doi.org/10.5169/seals-163044</a> |

#### **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:** 23.02.2026

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

ihrer Gesamtheit von diesen Falten erfasst. Zwischen zwei aufrechten Paketen können daher auch die mausgrauen Kalke in ihrer Gesamtheit doch wohl nicht invertiert sein. An der Oberseite der mausgrauen Kalke weist zudem die Gradierung auf ihre aufrechte Lagerung hin.

### 5. Faltung um Achsen parallel zur Streckungsfaser

Ausser den genannten Wiederfaltungen können auch solche eintreten, die ihre Bildung einem ganz anderen Mechanismus verdanken. Sie besitzen Achsen stets parallel zur Streckungsfaser (Diagramm 1, Fig. 24). Dabei bilden sich zugeordnete Schieferungsflächen, die sich ebenfalls mit der gefalteten Lage parallel zur Streckungsrichtung schneiden. Da diese Falten in der Regel polyvergent sind, schaffen sie ein orthorhombisches Gefüge. In unserem Profil bilden diese Falten nie grössere Amplituden und Wellenlängen, sie bleiben im mm- und cm-Bereich (Runzeln). Wieweit dieser Mechanismus die in Parallelität zur Streckungsfaser rotierten (generell aber schwankenden) anderen Wiederfaltungen betraf, kann nicht entschieden werden. Solche Wiederfaltungen um die Streckungsrichtung bilden sich mit und überleben jede der beschriebenen Faltungen. Grosse Bedeutung erlangt hier keine. Sie führen meist zu feinen, straff parallel orientierten Runzeln parallel der Streckung. Will man diese Falten indizieren, so kann man sie zwischen einer der genannten Faltungen und die folgende Wiederfaltung einschieben. Am besten ordnet man sie der  $x$ -ten Faltung  $B_x$  als  $B_x'$  zu. Die  $B_x'$ -Faltung steht dann (wegen des Schwankens der  $B_x$ -Falten) im allgemeinen schief auf  $B_x$ , beginnt sich im fortgeschrittenen Stadium der gleich indizierten  $B_x$ -Faltung zu bilden und überlebt sie, die  $s_x$ -Flächen wiederfältelnd und durch  $s_x'$ -Schieferung zerscherend. Fig. 8e und 15d zeigen solche Fältchen.

### 6. Verhältnis der Metamorphose zu Faltung und Schieferung

Schon bei der ersten Faltung und Schieferung wurde das Gestein eindeutig metamorphosiert, denn die  $s_1$ -Flächen wurden von neugebildeten hellen Glimmern und Chlorit belegt; ob dabei noch Stilpnomelan zur Bildung kam, ist ungewiss. Während der folgenden Faltungen wurden die jeweils älteren Glimmer der Schieferungstapeten verbogen und gefaltet. Diese kontinuierliche Verbiegung der Glimmerblättchen ist häufig noch erhalten, Rekristallisation dieser Glimmer und polygonale Anordnung in Faltenscheiteln tritt zurück. Demzufolge kam es auch kaum zu Korn-Vergrößerungen, was nicht allein durch die das Grössenwachstum hemmende Gegenwart von Graphitoid erklärbar ist. Neben Glimmern, die sich auf neuen  $s$ -Flächen gebildet haben, finden sich somit fast stets ältere, durch  $s_1$  geregelte und dann verbogene Glimmer ohne nennenswerte Grössenunterschiede der Generationen, ohne Porphyroblastenwachstum und Korngrössenhiatus.

Auch die Quarze verraten, dass die Kristallisation bis in das jüngste Deformationsstadium die Verformung begleitete, dass die Deformationsgefüge nicht durch anschliessende, gründliche Temperung verwischt wurden. Obwohl polygonale Kornformen und Bindung der Quarz-Quarz-Korngrenzen an die Basis benachbarter

Glimmer vorkommen (VOLL, 1960, p. 529, 1962, p. 401), sind suturierte Quarz/Quarz-Grenzen doch häufig. Demzufolge ist bereits mit dem Gipsblättchen Vorzugsorientierung der Quarze stets nachweisbar. Beides zeigt, dass die Kristallisation von Quarz bis in die letzten Stadien der Metamorphose noch von Bewegungen begleitet wurde. Im Verrucano, im Melser Sandstein, in grobklastischen Lagen der kiesig-sandigen-, der Grobsand- und der unruhigen Serie sind klastische Quarzkörner häufig erhalten. Sie sind stets deformiert, teilweise rekristallisiert, zeigen Felderteilung und häufig Böhmsche Lamellen (Deformations-Knickbänder). All diese Züge und ihre gegen die feinkörnigen Rekristallitate suturierten Korngrenzen zeigen ebenfalls, dass der Deformation keine langdauernde und gründliche statische Temperung folgte.

Auch die Karbonate zeigen ein ähnliches Bild. Häufig sind noch sedimentäre Karbonate als Ooid-Fasern und besonders Crinoiden-Bruchstücke mit Porennetz, Zentralkanal und diagenetischen, homöachsialen Fortwachsungen erhalten. All diese sedimentären Karbonatkristalle sind stark verbogen, druckverzwilligt und teilweise bis ganz rekristallisiert. Die Fortwachsungen mit gleicher Orientierung fallen z. T. bereits ins Stadium der Durchbewegung, da sie oft deutlich parallel str gelängt sind. Deformation, Rekristallisation und Neubildung von Karbonatkristallen finden sich während aller Faltungsphasen. Die Deformation jeweils älterer Karbonatkristalle ist auch nicht durch eine langdauernde, die Deformation überlebende, statische Temperung verwischt. Die typischen, der jeweiligen Faltung, Schieferung und Streckung zugeordneten Korn- und Deformations-Formen sind überall erhalten. Während jeder Faltung bilden neu wachsende Karbonatkörner in erster Annäherung dreiaachsige Ellipsoide, deren lange Achse parallel der zugehörigen Streckungsfaser liegt, zusammen mit der mittleren Achse in der zugehörigen Schieferungsfläche. Die nächstjüngere Faltung verbiegt, verzwilligt oder zerbricht diese Körner, schafft durch Rekristallisation und Keimbildung im Druckschatten starrer Einlagerungen auf analoge Weise neue Körner gleicher Form. Relikte bleiben aus allen Faltungsphasen und, wie gesagt, auch aus dem sedimentären Kornbestand erhalten. In quarzreichen Lagen tritt zeitlich nach  $s_2$  gesteigerte Karbonat-Porphyroblasten-Bildung auf.

Noch nicht ganz klar ist die Stellung des Chloritoids. Da unsere Gesteine zur Chloritoid-Zone gehören (E. NIGGLI, 1960 und 1961), ist dieses Mineral stets reichlich vorhanden. Ob seine oft vorzügliche Einregelung mit der Basis in  $s_1$  darauf hindeutet, dass es bereits bei der  $s_1$ -Bildung wuchs, muss zweifelhaft bleiben. Es könnte sich auch um Abbildungskristallisation handeln. Aus dem gleichen Grund kann man auch Einregelung parallel  $s_2$  und  $s_3$  nicht sicher als syntektonisch in bezug auf diese Schieferungen deuten. Dass die Chloritoidbasis der vorhergehenden Schieferung im Scheitel zweiter und dritter Fältchen folgt, heisst ebenso nicht notwendig, dass sie um diese Fältchen verbogen ist. Hier wie in der ganzen Zone zeigt Chloritoid ja ausgeprägten Wachstumsfehlbau mit starker, garbig-strahliger Divergenz. Im Scheitel der Fältchen könnte ein Fehlbau durch die verborgenen Glimmerfilme geleitet sein und Verbiegung des Chloritoids vortäuschen. Auch dass Chloritoid gehäuft dort vorkommt, wo im Zuge tektonischer Vorgänge Glimmer angereichert wurden (Falten-Schenkel und  $s$ -Flächen), beweist nicht, dass Chloritoid dort nach der tektonisch induzierten Glimmeranreicherung wuchs. Auch Chloritoid

könnte in diesen Teilgefügen ja relativ – durch Weglösung von Quarz – angereichert sein. Immerhin gibt es hier Lagen, in denen die Glimmerkonzentration in den Faltenscheiteln nicht ausreichte (an  $B_2$ -Falten beobachtet), um Chloritoid-Keimbildung zu ermöglichen, während in den Schenkeln der gleichen Lagen Chloritoid vorkommt. Hier muss also erst die zweite Faltung die Glimmeranreicherung geschaffen haben, die das Chloritoidwachstum gestattete. Die Chloritoidbildung muss somit zumindest teilweise posttektonisch in bezug auf diese Faltung sein. Oft findet man Chloritoidgarben, an deren Enden die Basis sich senkrecht zum benachbarten  $s$  stellt. Dies wird als Wachstumsfehlbau, durch die benachbarte Schieferung induziert, gedeutet. Offensichtlich begünstigt diese Stellung das Größenwachstum. Da dies von der ersten bis zur dritten Schieferung gilt, muss das Chloritoidwachstum auch bis nach dieser angedauert haben. Und da solche Garben-Enden auch an der jüngsten Schieferung nicht selten noch verschleppt sind, haben zumindest die letzten Ausläufer der Bewegungen noch das Chloritoidwachstum begleitet.

Aus der häufigen Garbenbildung auf Wachstum des Chloritoids in Perioden tektonischer Ruhe zu schliessen, scheint uns nicht gerechtfertigt. Man kann sich ja auch vorstellen, dass die Kristalle sehr schnell wuchsen, so dass die vergleichsweise unendlich langsam Bewegungen im Gestein nicht zum Zuge kamen. Zu gesteigerter Chloritoidgarbenbildung kam es wohl nach  $B_2$ . Anscheinend wuchs Chloritoid also bis in die Spätstadien der Deformation. Den Beginn seiner Bildung zu verfolgen, ist schwieriger. Die sehr einheitliche Korngrösse und Verteilung macht jedoch einen einmaligen Akt der Keimbildung wahrscheinlich, denn bei über lange Zeit anhaltender Keimbildung sollte man serielle Größenverteilung, bei mehrmaliger Keimbildung Hiatale erwarten. Einmalige Keimbildung, häufig garbige Entwicklung und Wachstum, z.T. nachweislich nach  $s_3$ , machen im ganzen spätes Chloritoidwachstum wahrscheinlich.

Pyrit bildet sich parallel  $s_1$ ,  $s_2$  und – mit kleinen, oft idiomorphen Kriställchen – bis ins letzte Bewegungsstadium. Ob die idiomorphen Pyrite gänzlich posttektonisch sind, erscheint unsicher, da Pyrit sich starr verhält, eine späte Beanspruchung also nicht notwendig spiegelt. Sehr selten findet man kleine Magnetkieskörnchen im Pyrit. Eine detaillierte Untersuchung der Korngefüge ist in dieser Arbeit nicht beabsichtigt.

## 7. Vergleich mit benachbarten Gebieten

Wir haben bereits festgestellt und begründet, dass und warum wir nach wie vor der Ansicht sind, die Serie liege aufrecht. Wir haben ferner die Deformation als rotationale Faltung und Wiederfaltung in einem kontinuierlichen Akt und unter Beibehaltung des Stressplans beschrieben.

Nun kehren wir zurück zu der Frage: ist die beschriebene Deformation am Ort aufgeprägt, nachdem Horizontaltransporte stattgefunden hatten, oder ist sie während solcher Horizontaltransporte erworben?

In diesem Zusammenhang ist es interessant, dass genau der gleiche Deformationsstil nach  $S$  bis in die Lugnezer Schiefer anhält (Fig. 2, 17, Diagramme 22, Fig. 27). Diese haben zweifellos einen weiteren Horizontaltransport hinter sich und zumindest in ihren nördlichen Randbereichen sind sie nicht nachträglich versteilt