Zeitschrift: Eclogae Geologicae Helvetiae

Herausgeber: Schweizerische Geologische Gesellschaft

Band: 45 (1952)

Heft: 1

Artikel: Telemagmatischer Gang im Nummulitenkalk bei Trubeln westlich Leukerbad (Kanton Wallis)

Autor: Furrer, Heinrich / Hügi, Theodor

DOI: https://doi.org/10.5169/seals-161573

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: 02.07.2025

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

Telemagmatischer Gang im Nummulitenkalk bei Trubeln westlich Leukerbad (Kanton Wallis)[1]

Von **Heinrich Furrer** (Bern) und **Theodor Hügi** (Bern)

Mit 4 Textfiguren und 2 Tabellen im Text

Einleitung

Die geologische Kartierung von Blatt Gemmi 473 im Auftrage der Schweizerischen Geologischen Kommission führte H. Furrer zur Auffindung eines tertiären telemagmatischen Ganges.

M. Lugeon (1910, 1918) erwähnt dieses Vorkommen in seiner Arbeit über die „Hautes Alpes calcaires entre la Lizerne et la Kander" und in seiner Karte nicht. Letztere weist dort wesentliche Abweichungen gegenüber der Revision auf.

In der Arbeit von H. Furrer „Geologische Untersuchungen in der Wildstrubelgruppe" (1938) findet das Vorkommen mit Fluoritnegativen bereits Erwähnung. Im Verlaufe weiterer Kartierungsarbeiten gelangte der eine Verfasser (H. F.) zur Überzeugung, dass es sich bei dem Vorkommen um einen Gang von vulkanischem Charakter handeln muss.

Zwecks petrographischer Erhebungen besuchten im Sommer 1949 beide Verfasser die Fundstelle, wobei besonders der Fluoritgehalt einer Prüfung unterzogen wurde.

I. Stratigraphie und Tektonik (H. F.)

1. Die Erscheinungsform

Die Gangspalte befindet sich im Felsenkessel des Trubeln 800 m SE des Trubelnstockes Koord. 611,0/135,2. Ihre aufgeschlossene Länge beträgt rund 120 m, ihre Breite 3 bis 5 m. Die Spalte ist NNW—SSE orientiert und liegt in der hier vorherrschenden Hauptkluftrichtung. An ihren beiden Enden verschwindet sie unter dem flach liegenden Schuttboden (s. Fig. 1 und 2). Im S ist die Spalte geschlossen, wie an der Felsumrandung des Schuttes erkannt wird. Es ist also nicht zu erwarten, dass der Gang auch am E-Absturz des Trubelnkessels sichtbar sei. Die Seitenwände stehen senkrecht und ragen 0 bis 5 m über den Schutt hervor. Die Spaltenausfüllung besteht aus einer Füllmasse, die in Abschnitt II petrographisch beschrieben ist.

In den in Längsrichtung der Spalte anstehenden Felsen und Klüften konnten in der näheren Umgebung keine Spuren desselben Gesteinstypus gefunden werden. Dagegen wurden 2200 m bzw. 3000 m NNE davon im Schutt des Flyschs direkt über dem Doldenhorntertiär einzelne Stücke eines „Gesteins" angetroffen, welche der Gangmasse von Trubeln ähnlich sind.

[1]) Veröffentlicht mit Zustimmung der Schweizerischen Geologischen Kommission. Für den Inhalt dieser Arbeit sind die Autoren allein verantwortlich.

In der Mitte der Spaltenfüllung finden sich annähernd senkrecht stehende, parallel zur Spalte verlaufende Rutschharnische mit glatt polierten Flächen und einer Streifung 10° SSE fallend. Am Kontakt von Gangfüllung und Nebengestein sind dagegen keinerlei Anzeichen einer mechanischen Beeinflussung zu sehen.

Photo H. Furrer

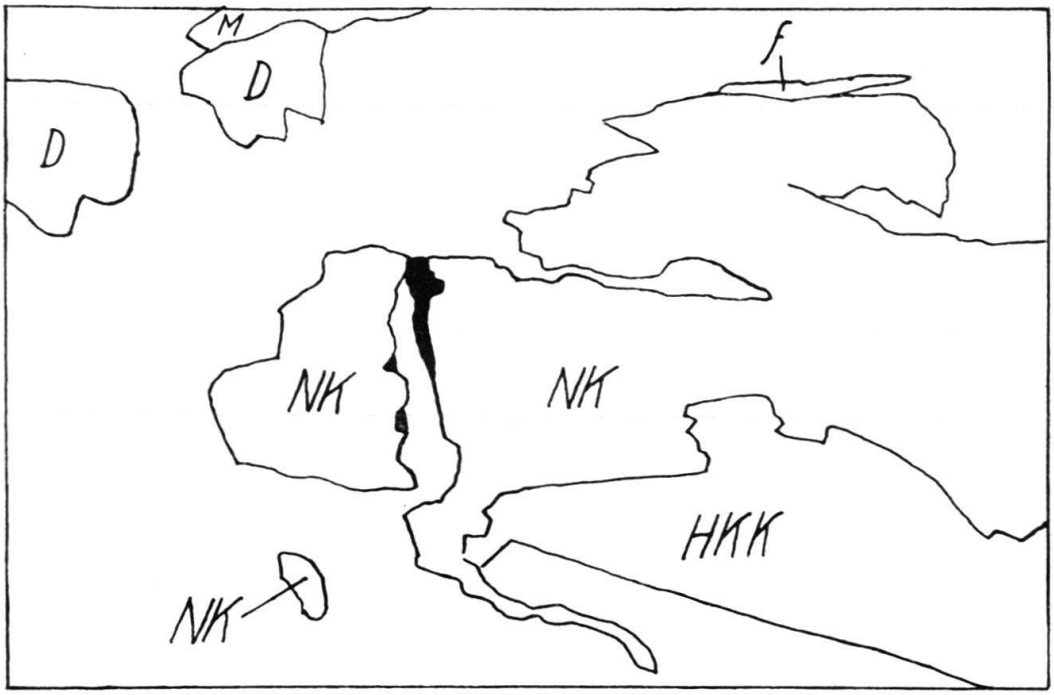

Fig. 1. Telemagmatischer Gang bei Trubeln von SSE aus ca. 350 m Entfernung gesehen.

NK = Nummulitenkalk
M = Malm } Wildhorn-Decke
D = Dogger }
HKK = Hauterivien Kieselkalk
f = Zwischendeckenflysch
schwarz = Gangfüllung
weiss (ohne Index) = Schutt und Moränen

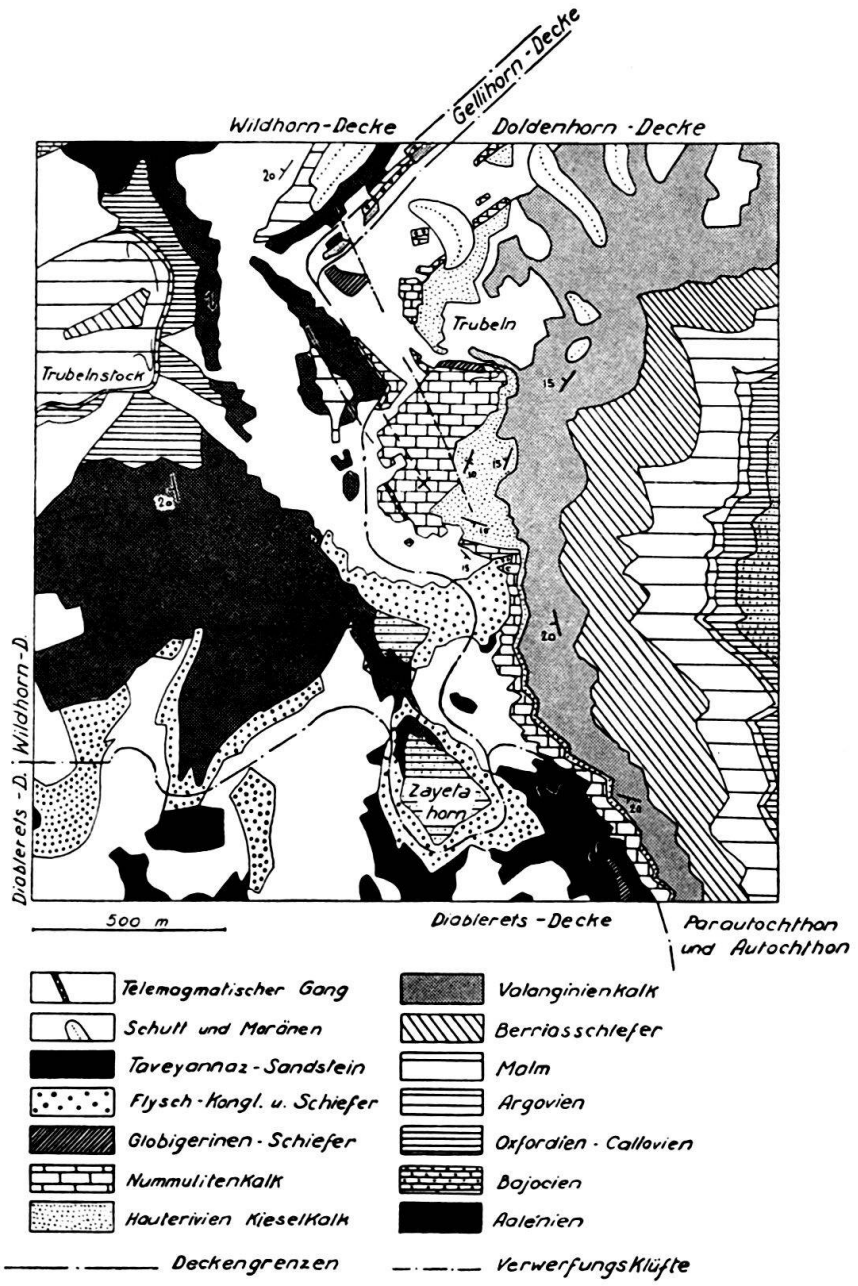

Fig. 2. Geologische Kartenskizze des Trubelnkessels, 1:25000.

2. Stratigraphie

Die durch Erosion abgetragenen hangenden Schichten sind nicht mit Sicherheit zu bestimmen. Es wird sich am ehesten um Globigerinenschiefer oder Flysch-Konglomerate gehandelt haben. Die oben erwähnten Stücke einer Gangfüllung aus dem Flyschschutt des Daubenhorns können als hydrothermale Infiltration von der Gangspalte im Trubeln aus oder als tektonisch nach S verschürft aufgefasst werden.

Das Gestein, in dem die Spalte sichtbar auftritt, ist ein organogener, hell anwitternder eocaener Kalk von 15 bis 20 m Mächtigkeit an dieser Stelle. Er ist teilweise stark gepresst und etwas marmorisiert. Fossilien sind deshalb in nächster Umgebung des Spaltendurchbruchs nur schwer zu erkennen, doch wurden rund 30 m südlich der Spalte kleine Nummuliten in Nestern und Gruppen gefunden.

Dieser Nummulitenkalk ist in der Gemmiregion mit Quarzitsandstein, Cerithienschichten mit *Natica vapincana* und Bohnerz vergesellschaftet. Er enthält dort vor allem Lithothamnien, Nummuliten, Gastropoden und Korallen (vgl. H. FURRER 1938). Über dem Nummulitenkalk und z. T. seitlich in diesen übergehend liegen Globigerinenschiefer in Mächtigkeiten von 0 bis 20 m im zentralen Teil des Trubelnkessels und nordöstlich davon. Bei der Gangspalte selbst sind über dem Nummulitenkalk weder Globigerinenschiefer noch Spuren von Flysch anzutreffen. Rund 200 m südlich ist der Zwischendeckenflysch mit Sandsteinen, Schiefern und Konglomeraten über dem Nummulitenkalk noch erhalten. 1500 m südlich der Gangspalte ist die Nummulitenkalkbank von der Erosion abgetragen und nicht mehr weiter nach S verfolgbar.

Der Nummulitenkalk von Trubeln transgrediert diskordant auf Hauterivien-Kieselkalk, welcher hier eine Mächtigkeit von 3 bis 20 m aufweist. Auf der Transgressionsfläche finden sich gelegentlich Löcher von Pholaden. Darunter folgt die Schichtreihe bis hinunter zur Trias und zum Kristallin, aufgeschlossen im Torrenthornmassiv. Es sei auf die Arbeiten von LUGEON (1910, 1918), VON TAVEL (1936) und FURRER (1938) verwiesen. Die stratigraphische Gesamtmächtigkeit des ganzen Komplexes kann auf rund 1300 m veranschlagt werden.

Das stratigraphische Alter des Ganges, bzw. der letzten Spaltenausfüllung in der Kluft kann in die Späteocaenzeit gestellt werden, denn mittel- bis jungeocaene Schichten sind durchbrochen. Der Durchbruch dürfte aber vor der Hauptalpenfaltung erfolgt sein, wie die Rutschharnische der Gangmasse zu beweisen scheinen. Nirgends ist ein Durchschlagen durch tektonisch höhere Einheiten zu beobachten, ebensowenig ein diskordantes Durchsetzen von Schichtbiegungen.

Obschon petrographisch keine Verwandtschaft zum Taveyannazsandstein besteht, erscheint es doch nicht ganz ausgeschlossen, dass aus dem Durchbruch zuerst Taveyannaztuffe als basisches Material ausgestossen wurden und wir heute nur die Restteile der letzten sauren Lösungen im Vorkommen von Trubeln beobachten können. Wir sind uns aber bewusst, dass es sich dabei um eine vorderhand nicht zu beweisende Hypothese handelt.

3. Tektonik

Tektonisch liegt der Spaltendurchbruch bei seiner Oberflächenausmündung ungefähr über der parautochthonen Schuppenregion von Oberferden und Lötschenpass, topographisch in der Zone Trubeln–Leukerbad–Gitzifurgge.

Dass die Spalte bis zu ihrem ursprünglichen eventuell magmatischen Herd kontinuierlich senkrecht durchgeht, ist nicht anzunehmen. Die tektonische Bewegung in Richtung SSE—NNW wird den Gang mehrerenorts verworfen haben. Ganz besonders wird dies in den plastischen Horizonten der Berriasmergel, Oxfordien- und hauptsächlich aber in den Aalénienschiefern erfolgt sein. Diese Verwerfungen haben bereits frühzeitig zu Beginn der helvetischen Überschiebungsphase den Gang abgedrosselt und schliesslich ganz unterbunden.

Die Faltung hat eine starke Zusammendrängung der Schichtkomplexe in den Stirnregionen des Hauptfaltenbogens erzeugt. Die Stauchung ist aber in allen Formationen nahezu um die gleichen Beträge erfolgt. Die Schichten, ursprünglich als annähernd horizontal angenommen, wurden in einem Grossbogen, dem Deckfaltenbogen, um einen der Überschiebungsstrecke entsprechenden Betrag nach NNW gewanderten Drehpunkt gebogen. Es ist dabei in Betracht zu ziehen, dass auch die Gneismasse gegen das Gasternmassiv stark aufgepresst worden ist; die

Stirnfalten in den jurassischen Sedimenten der Decke zeigen dort das Ausmass des Zusammenschubes. Der Betrag der Horizontal-Verschiebung der Ausmündung des Ganges im Trubeln gegenüber der Schuppenzone des Gneises kann nach diesen Überlegungen 2000 m betragen.

Wenn wir von der Ausmündung des Ganges im Trubeln die Fortsetzung nach der Tiefe unter Inrechnungstellung der wichtigsten geodynamischen und tektonischen Gegebenheiten konstruieren, so führt dies in die Gneisschuppenzone von Ferden im Lötschental. Dies aber auch nur unter der Voraussetzung, dass die Gangspalte ursprünglich annähernd vertikal verlaufen ist.

Beim Aufsteigen durch die sedimentären Teile benutzte die Gangfüllung von Trubeln offensichtlich bereits bestehende annähernd senkrechte Klüfte des Hauptkluftsystems mit Streichen SSE—NNW. Es ist sicher, dass dieses Kluftsystem, durch die Auslösung von Spannungen des alpinen Tangentialdrucks gebildet, bereits vor der Hauptauffaltung bestanden hat. Diese Kluftrichtung finden wir auch in den höhern tektonischen Einheiten, der Gellihorndecke und der Wildhorndecke im Gebiete des Gemmipasses vorherrschend.

II. Petrographie (Th. H.)

1. Petrographische Kennzeichnung der Spaltenfüllung

Die Hauptmasse der Spaltenfüllung besteht aus einem feinkörnigen, hellgrauen, stellenweise gelblich-bräunlich angewitterten Gestein. Auffallend ist ferner seine kavernöse Beschaffenheit, es erscheint in wechselndem Masse von Flussspat durchsetzt. Dieses Mineral weist grünliche oder bläuliche Farbtöne auf. Kristallographisch schön entwickelte Hexaeder haben Kantenlängen von mm bis cm und finden sich in drusenartigen Gesteinshohlräumen, und ähnlich grosse Fluorite sind idiomorph eingewachsen im Gestein. Für an der Gesteinsoberfläche erfolgte Auslaugung des Flusspats sprechen beobachtete würfelförmige Negative. Als vereinzelte Einschlüsse von cm^2 und mehr Anschnittfläche finden wir im Gesteinsmaterial der Spalte hellen Kalk und Serizitquarzit.

2. Dünnschliffuntersuchung

Säulig-prismatisch entwickelter Quarz bildet den Hauptgemengteil im Gestein der Spaltenfüllung (Fig. 3). In der Längsachse misst der Quarz 50—250 μ und quer dazu 10—50 μ. In der Kernpartie vieler Quarzindividuen findet sich eine Anhäufung von kleinen meist unregelmässig begrenzten Kalzitkörnchen (einige μ bis 10 μ). Schliffe von Kontaktstücken, d. h. von solchen, die Nummulitenkalk und Spaltenfüllungsgestein gleichzeitig enthalten, lassen deutlich die Verdrängung von Kalzit durch Quarz erkennen (Fig. 4). Die Quarzprismen dringen förmlich in die Kalkmasse ein. Offenbar wurde während der Quarzbildung das $CaCO_3$ weitgehend verdrängt, wobei das feinkörnige Gefüge des Kalksteines rekristallisierte, soweit es sich um die an die Spalte grenzenden Kalkpartien oder um in der Spalte selbst eingeschlossene Kalktrümmer handelt. Dabei verblieben Reste von Kalzit als kleinste Einschlüsse in Kernpartien der sich bildenden Quarzprismen.

Die Quarze liegen sperrig zueinander angeordnet, am ehesten vergleichbar mit der Anordnung der Feldspäte in einem Trachyt. Gelegentlich beobachtet man auch mehr dicht beschaffene Partien, die feinstkörnigen Quarz enthalten. Es handelt sich dabei meist um länglich-gewunden geformte und gegen die gröber beschaffene Hauptmasse scharf abgegrenzte Bereiche, die nur u. d. M. deutlich erkennbar sind. Die Frage, ob es sich dabei um kleinste, mitgerissene Trümmer

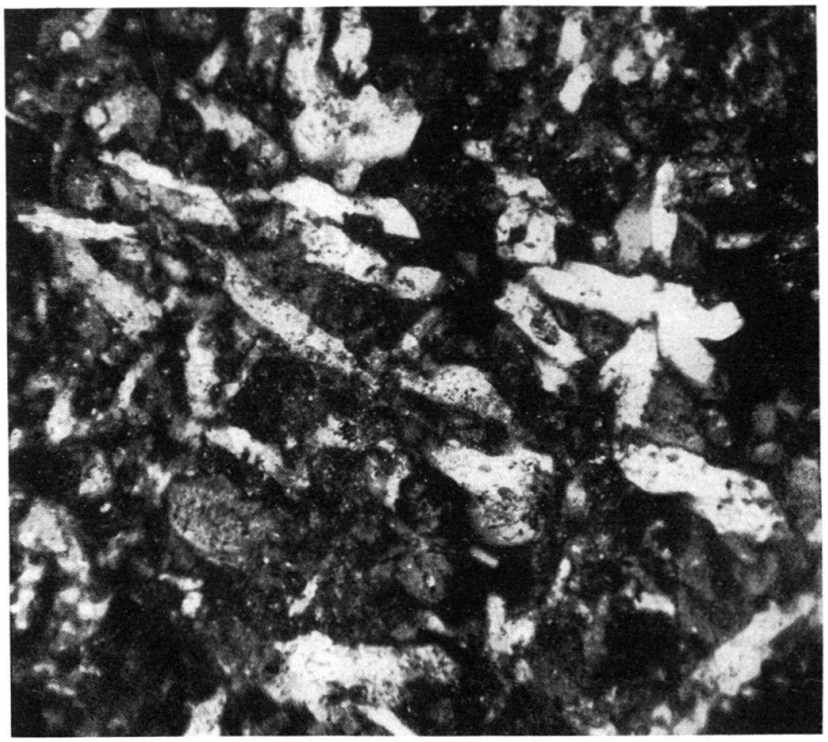

Photo A. Sommer 0,5 mm

Fig. 3. Dünnschliffbild (TR 11,3) der Spaltenfüllung mit säulig-prismatisch ausgebildetem und sperrig angeordnetem Quarz. Das gesprenkelte Aussehen ist bedingt durch kleinste Kalzitkörnchen, die im Quarz eingeschlossen sind (Nicols X).

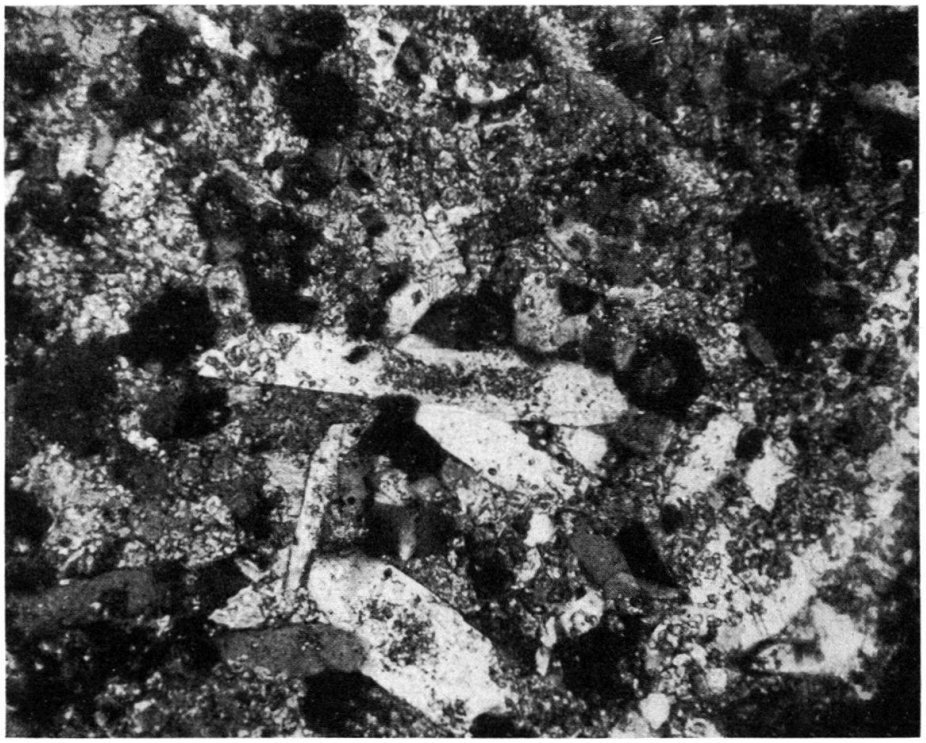

Photo A. Sommer 0,5 mm

Fig. 4. Dünnschliffbild (TR 25) eines Kontaktstückes: Quarz (hellgrau) verdrängt Kalzit (dunkelgrau). In der Mitte Quarz mit Kalzitkörnchenhaufwerk in der Kernpartie (Nicols X).

von Fremdmaterial handelt, oder um eine besondere Quarzausscheidungsphase, bleibt zunächst offen.

Neben Quarz bilden Biotit (z. T. etwas Serizit und Chlorit), Flusspat, saurer Plagioklas (Albiklas?), Kalzit, Apatit, Zirkon, Turmalin und Limonit die Nebengemengteile. All diese Gemengteile liegen eingestreut in das Quarzgefüge, vorwiegend Zwickel füllend. Die teilweise stark verfilzten Biotitschüppchen messen 10—20 μ. Flusspat, der in der Spaltenfüllung unregelmässig verteilt ist, bildet eigengestaltige Kristalle (Hexaederquerschnitte) oder durchsetzt den Schliff in Form von Äderchen. Eine quantitative Erfassung des Feldspatgehaltes stösst zufolge der Feinheit der Leistchen (meist unter 50 μ) und der innigen Verwachsung mit Quarz auf Schwierigkeiten. Ausser den oben erwähnten, im Quarz eingeschlossenen Kalzitkörnchen findet man Kalkspat noch in Form grösserer Körner und Kornhaufen zwischen Quarz eingesprengt.

Hervorzuheben wäre noch, dass in Schliffen der Spaltenfüllung nie irgendwelche Anzeichen für erlittene mechanische Deformation gefunden wurden, wenn wir von den Verhältnissen gewisser Einschlüsse absehen (siehe unten).

Die eingangs erwähnten, makroskopisch deutlich erkennbaren Einschlüsse, welche sich in der soeben beschriebenen Hauptmasse der Spaltenfüllung eingelagert finden, zeigen u. d. M. folgendes Bild:

Der helle Kalk ist vorwiegend mikrokristallin beschaffen, stellenweise finden sich grössere Kalzitkörner, als Folge geringfügiger Marmorisierung im engsten Kontaktbereich der Spaltenfüllung. Ausser Kalzit enthalten die Kalke noch wenig eingestreuten Quarz.

Typisch für den Serizitquarzit sind die grösseren, verzahnten Quarzkörner, welche von einem Saum kleiner Quarzkörner umhüllt werden (Sandquarz). Der Serizit durchsetzt in gewundenen Zügen den Schliff. Diese Merkmale sind der Ausdruck früher erlittener Mechanisierung.

3. Chemische Daten

Tabelle a: Chemische Analyse.

Lokalität: Trubeln Koord. 611,0/135,2

Name: Hydrothermale Spaltenfüllung

Peraziditischer Chemismus, jedoch sehr c-reich

SiO_2	84,62	Niggliwerte:	si	1114
Al_2O_3	3,47		al	27
Fe_2O_3	0,74		fm	22
FeO	0,43		c	37
MgO	0,48		alk	14
MnO	0,13		k	0,24
CaO	2,55		mg	0,41
Na_2O	0,84		ti	1,0
K_2O	0,42		p	1,8
TiO_2	0,10		c/fm	1,7
P_2O_5	0,22			
H_2O+	0,74			
H_2O-	0,04			
CO_2	1,17			
CaF_2	3,79			
	99,74	Spezifisches Gewicht 2,57	Analytiker: Th. Hügi Oktober 1951	

An einem hellgrauen Gestein der Gangfüllung wurde eine chemische und eine spektrographische Analyse ausgeführt (Handstück Nr. TR 11).

a) Chemische Analyse (siehe Tabelle a).

Nach den vorliegenden Daten weist das Gestein peraziditischen Chemismus auf, d. h. nach dem Chemismus das Spaltenfüllungsmaterial gehört es zu den Silexiten. Von solchen Gesteinen sagte ZIRKEL (1894) folgendes: „Gewöhnlicher Granit wird nach und nach durch Verschwinden des Glimmers zu einem Gemenge von Feldspat und Quarz, weiterhin verliert sich auch der Feldspat, und zuletzt besteht am Ende seines Verlaufes das Trum nur aus Quarz". Von der Entstehung des vorliegenden Gesteins wird weiter unten noch die Rede sein.

b) Spektrographische Analyse (siehe Tabelle b). Die spektrographische Analyse ist während eines Studienaufenthaltes am „Macaulay Institute for Soil Research" in Aberdeen ausgeführt worden, und zwar nach der dort für Spurennachweis in Gesteinen gebräuchlichen Methode (semiquantitative Bestimmung nach der Glimmschichtmethode im Kohlebogen unter Benützung eines grossen Hilger-Quarzspektrographen). Für methodische Einzelheiten sei auf das Buch vom MITCHELL (1948) verwiesen.

Interessant ist der relativ hohe Li-Gehalt der Spaltenfüllung selbst, während derjenige des Kalzites niedrig erscheint. Die Durchschnittsgehalte von Li für Sandsteine, Tonschiefer und Kalksteine liegen in der Regel unter 100 Teilen pro Million, Eruptivgesteine aber, d. h. die sauren Differentiate wie Granite, zeigen Gehalte von 100 Teilen pro Million Li und mehr (vgl. z. B. SAHAMA, 1945). Nach Angaben verschiedener Autoren schwanken die Li-Gehalte für Granite merklich, sind aber im allgemeinen desto höher, je jünger und je saurer das betreffende

Tabelle b: Spektrographische Daten

Element	Ionenradius	Minimale Nachweisempfindlichkeit in Teilen pro Million	Gehalte in Teilen pro Million	
			a	b
Be^{+2}	0,34	5	—	—
Ge^{+4}	0,41	10	*	—
Ga^{+3}	0,62	1	2	—
Cr^{+3}	0,64	1	20	—
V^{+3}	0,65	5	—	—
Mo^{+4}	0,68	1	—	—
Sn^{+4}	0,74	5	—	—
Li^{+1}	0,78	1	500	3
Ni^{+2}	0,78	2	3	—
Co^{+2}	0,82	2	—	—
Cu^{+2}	0,83	1	3	
Se^{+3}	0,83	10	—	—
Zr^{+4}	0,89	10	10	—
In^{+3}	0,92	?	—	—
Cd^{+2}	1,03	300	—	—
Y^{+3}	1,06	30	*	—
Ag^{+1}	1,13	1	—	—
La^{+3}	1,22	30	—	—
Sr^{+2}	1,27	10	50	8000
Pb^{+2}	1,32	10	—	—
Ba^{+3}	1,43	5	100	25
Rb^{+1}	1,49	20	—	—

Legende:
a) Hydrothermale Spaltenfüllung (TR 11);
b) Kalzit aus hydrothermaler Spaltenfüllung (TR 20);
— Element abwesend; * Element vorhanden, aber in Mengen unterhalb Nachweisempfindlichkeit.
Analytiker: TH. HÜGI. Mai 1950.

Gestein ist (siehe hierzu die Datenzusammenstellung in LANDERGREN, 1948, S. 144). Die ermittelten Zahlen lassen sich vielleicht am besten so deuten, dass der Li-Gehalt sowie die Ni- und Cu-Führung mit hydrothermaler Stoffzufuhr in Beziehung zu bringen sind, während die Anwesenheit von Ba und Sr eher auf eine gewisse Vermischung von hydrothermalem Spaltenfüllungsmaterial mit sedimentärem Kalk schliessen lässt (Kalkeinschlüsse!). Als Li-Träger käme vor allem der Biotit in Frage, der sich häufig durch hohe Gehalte dieses Elementes auszeichnet.

4. Ergebnis der petrographischen Untersuchung

Nach dem allgemeinen geologischen Befund dürfte das gangartige Auftreten des untersuchten Gesteins ausser Zweifel stehen. Vergegenwärtigt man sich dies sowie die mikroskopisch-strukturellen Verhältnisse, so spricht alles für das Vorliegen einer echten Spaltenfüllung, d. h. einer Gangbildung aus ascendierenden Lösungen. Da in den Schliffen der Spaltenfüllung keine Spuren früher erlittener mechanischer Deformation erkennbar sind, so kann man sich kaum vorstellen, dass es sich hier um etwas anderes, z. B. um eine aus dem Nummulitenkalk hervorgegangene Reibungsbreccie handelt. Im übrigen erfordert auch die Annahme einer Reibungsbreccie die Zufuhr von Kieselsäure und Fluor aus grösserer Tiefe, weisen doch Kalke nach KORITNIG (1951) unterdurchschnittliche Fluorgehalte auf (350 Teile pro Million F gegen 650 Teile als Durchschnitt der Sedimente). Das Zustandekommen kann man sich am ehesten so vorstellen, dass entlang einer tektonisch vorgezeichneten Linie, einer Bruchspalte, im Eocaen oder später, saure Lösungen telemagmatischer-hydrothermaler Art aus der Tiefe empordrangen, die mit Kieselsäure und Fluor befrachtet waren. Dies führte schliesslich zur Bildung des im wesentlichen aus Quarz und Flußspat bestehenden Silexites. Ob dies in einem ein- oder mehrphasigen Akt geschah, bleibe dahingestellt.

Die Kalkeinschlüsse dagegen gelangten wohl aus dem Nebengestein in die Spaltenfüllung hinein. Über die Herkunft der eckig beschaffenen, vereinzelt gefundenen Serizitquarzite lässt sich nichts Bestimmtes aussagen (aus grösserer Tiefe oder eventuell aus wegerodierter Konglomeratbank des Hangenden, vgl. auch Seite 41). Auf die Verdrängungsphänomene von Kalzit durch Quarz sowie auf die geringfügige Marmorisierung, die sich bei der Gangbildung abspielten, wurde bereits hingewiesen. Die Temperaturverhältnisse und die chemische Zusammensetzung der hydrothermalen Lösung waren jedenfalls derart, dass es zu keinen tiefgreifenderen Stoffumsätzen kam. Diese hydrothermale Spaltenfüllung von alpinem Alter lässt sich vielleicht besser verstehen, wenn man sich die enge räumliche Nachbarschaft des Trubelnkessels zu den Thermen von Leuk und zu dem Walliser Erdbebengebiet von Siders vergegenwärtigt. Es sei in diesem Zusammenhang auch auf die aus den französischen Westalpen bekannt gewordenen jungen Gangbildungen hingewiesen, die angeblich vom Kristallin bis in den Lias aufsetzen[2]).

Es wäre zweifellos von Interesse, die geologische Gesamtsituation solcher Gänge erneut zu überprüfen und dabei gleichzeitig nach allgemein gültigen Regeln derartig junger Durchbrüche zu suchen. Eine nicht minder dankbare Aufgabe

[2]) Vergleiche z. B. Seite 36 in HUTTENLOCHER (1934). Für Hinweise und für die Durchsicht des Manuskriptes sowie für Schliffmaterial bin ich Herrn Prof. HUTTENLOCHER zu Dank verpflichtet.

würde die erneute Untersuchung der genetisch keineswegs abgeklärten Flussspatvorkommen der helvetischen Alpen bilden (Oltschikopf, Säntis usw.), die möglicherweise mit hydrothermalen Spaltenfüllungen in irgendwelche Beziehung zu bringen sind. Derartige Zusammenhänge vermutete bereits HABERLANDT (1942). Wie aus Eisenerz- und andern Mineralvorkommen im Sedimentmantel des östlichen Aarmassivs hervorgeht, müssen offenbar gerade an den abtauchenden Massiven die Zufuhrkanäle für Lösungen hydrothermal-magmatischer Herkunft existiert haben, wodurch es zu Bildung telemagmatischer Lagerstätten kam, d. h. im Sinne von NIGGLI (1941) wäre die Entfernung vom Stammagmaherd gross. In diesem Zusammenhang sei auf die Ausführungen von EPPRECHT (1946) zur Entstehung der Gonzenerze und an die für die Erzlagerstätte vom Gnapperkopf und ein Mineralvorkommen gegebene Deutung von HÜGI (1941, p. 80, 1942) erinnert. So dürfte denn eine Zurückführung der Spaltenfüllung von Trubeln auf magmatische Vorgänge im weiteren Sinne, d. h. auf telemagmatisch-hydrothermale Stoffzufuhr längs vorgezeichneten Bruchsystemen nicht ungewohnter und kühner erscheinen, als dies für die Gonzenerzlagerstätte der Fall war. In beiden Fällen befindet sich das Penninikum relativ nahe.

III. Schlussbetrachtung (H. F.)

Die allgemeine Lage der Gangspalte ins Auge fassend, sehen wir, dass sie über einer ausgesprochen orogenetischen Druckzone liegt. Ein ursprünglich ausgedehntes, marines Sedimentationsgebiet ist hier durch Zusammenschub der tiefsten Erdrindenteile zu einer verschuppten Masse deformiert und aufgepresst worden. Die obersten sedimentären Teile wurden an ihren plastischen Horizonten abgeschert und nach NNW in der Druckrichtung übereinandergeschoben. In dem ursprünglich dünnen Erdrindenstück des Sedimentationsraumes drangen Lösungen zu Beginn der Hauptbewegung auf den entstandenen Klüften gegen die Oberfläche, wurden unter Umständen durch den Tangentialdruck mit Gewalt bis an die Oberfläche gepresst. Das Abpressen von einzelnen eventuell magmatischen Restlösungen in topographisch relativ hoch liegende Teile und ihre Anreicherung in Form von „Magmataschen" erscheint uns als mutmassliche Annahme erlaubt. Ob solche „Magmataschen" heute verfestigt sind, ist nicht zu entscheiden, jedoch ist anzunehmen, dass sie noch lange Herde erhöhter Wärmeabgabe in den oberen Erdrindenteilen darstellen. Die Ausdehnung solcher Taschen und Gänge kann über mehrere Kilometer reichen und in ihrer Umgebung erhöhte Felstemperaturen in einiger Entfernung von der Oberfläche erzeugen.

In diesem Zusammenhang sei darauf hingewiesen, dass in Achsenstreichrichtung in einer Horizontalentfernung von 4 km nach W die wärmste Thermalquelle der Schweiz, Leukerbad mit 51° C, an die Oberfläche austritt.

Spekulationen, wonach in der Nähe der Thermen von Leukerbad noch weitere telemagmatische Gänge durch die obersten Gesteinsschichten — verdeckt oder noch nicht gefunden — auftreten könnten, möchten wir hier beiseite lassen. Erwähnt sei nur noch die Tatsache, dass in der helvetischen Zentralmassivzone 8 Thermen bestehen (CADISCH, 1947). Ferner besteht die Möglichkeit, dass auch die Gänge vom Gonzen, Gnapperkopf, Oltschikopf usw. tertiär sind und in die gleiche Kategorie wie Trubeln gestellt werden können.

Der Zusammenhang der tertiären telemagmatischen Tätigkeit von Trubeln mit dem Erdbebenherd von Siders-Montana soll vorderhand hier nicht weiter berührt werden.

Literatur

CADISCH, J. (1947): *Die Geologie der Mineralquellen.* Prisma, Schweiz. Monatsschrift Natur, Forschung, Technik, Nr. 11, 332.

EPPRECHT, W. (1946): *Die Eisen- und Manganerze des Gonzens.* Beitr. Geol. Schweiz. Geotechn. Ser., 24. Lfg.

FURRER, H. (1938): *Geologische Untersuchungen in der Wildstrubelgruppe.* Mitt. Naturf. Ges. Bern, 35—167.

HABERLANDT, H. (1942): *Luminiszenzanalyse und Lagerstättenforschung.* Z. prakt. Geol., 50. Jg., 99—104.

HÜGI, TH. (1941): *Zur Petrographie des östlichen Aarmassivs (Bifertengletscher, Limmernboden, Vättis) und des Kristallins von Tamins.* Schweiz. Min. Petr. Mitt., *21*, 1—120.

— (1942): *Über ein Schwefelvorkommen bei Tamins (Kt. Graubünden).* Schweiz. Min. Petr. Mitt. *22*, 394—395.

HUTTENLOCHER, H. (1934): *Die Erzlagerstättenzonen der Westalpen.* Schweiz. Min. Petr. Mitt. *14*, 22—149.

KORITNIG, S. (1951): *Ein Beitrag zur Geochemie des Fluors (mit besonderer Berücksichtigung der Sedimente).* Geochim. Cosmochim. Acta *1*, 89—116.

LANDERGREN, S. (1948): *On the geochemistry of Swedish iron ores and associated rocks, a study on iron-ore formation.* Sveriges Geol. Undersökning, Arsbok 42, Nr. 5.

LUGEON, M. (1910): *Carte géol. des Hautes Alpes calcaires entre la Lizerne et la Kander.* Carte spéc. Nr. 60, 1 : 50000 [N.F.] 30.

— (1912): *Les sources thermales de Loèche-les-Bains,* Mat. carte géol. Suisse [nouv. sér.] *38.*

— (1918): *Les Hautes Alpes calcaires entre la Lizerne et la Kander.* Beitr. geol. Karte Schweiz, [N.F.] 30, Fasc. I *1914*, II *1916.*

MITCHELL, R. L. (1948): *The spectrographic analysis of soils, plants and related materials.* Commonwealth Bureau of Soil Sci. Techn. Commun. Nr. 44, Harpenden (England).

NIGGLI, P. (1941): *Die Systematik der magmatischen Erzlagerstätten.* Schweiz. Min. Petr. Mitt. *21*, 161—172.

DE QUERVAIN, F. (1927): *Zur Petrographie und Geologie der Taveyannazgesteine.* Schweiz. Min. Petr. Mitt. *8*, 1—86.

SAHAMA, TH. G. (1945): *Spurenelemente der Gesteine im südlichen finnisch-Lappland.* Bull. Comm. Géol. Finlande Nr. 135, 71.

VON TAVEL, H. (1936): *Stratigraphie der Balmhorngruppe.* Mitt. Naturf. Ges. Bern.

ZIRKEL, F. (1894): *Lehrbuch der Petrographie,* 2. Aufl., *2*, Leipzig, 62.