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

Band: 55 (1975)

Heft: 2

Artikel: Petrographische Untersuchung der SBB-Sondierbohrung Biaschina (TI)

Autor: Hiss, Barbara M.

DOI: https://doi.org/10.5169/seals-43070

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

Schweiz. mineral. petrogr. Mitt. 55, 201–215, 1975

Petrographische Untersuchung der SBB-Sondierbohrung Biaschina (TI)*)

Von *Barbara M. Hiss***)

Mit 3 Tabellen im Text und 1 Tafel

Abstract

The samples of a 650 m deep exploration drilling in the Leventina gneiss at Biaschina in Canton Ticino, Switzerland, are examined. The well is situated along the Gotthard railway and reaches 200 m below sea-level. Mineralogical and petrographical data are compiled in a drill log. Several characteristic types of gneiss are distinguished, also interlayers of sedimentary origin (a.o. anhydrite). Anhydrite is also a common accessory mineral of the gneisses in the lower part of the section. Chemical analyses and genetic considerations are added.

Einleitung und topographische Situation

In Zusammenhang mit dem Projekt für einen Gotthard-Basistunnel, das einen durchgehenden Bahntunnel zwischen Amsteg und Bodio vorsieht, wurden anfangs 1972 in der Leventina zwei Bohrungen (Chiggiogna 300 m und Biaschina 400 m) abgeteuft. Dank einem Nationalfondsprojekt (Nr. 2.605.71), das auf Ersuchen der Herren Proff. A. Gansser, E. Niggli und E. Wenk bewilligt worden war, konnte die Bohrung Biaschina für spezifisch wissenschaftliche Untersuchungen um 250 m weiter als vorgesehen geführt werden. Sie erreichte am 8. März 400 m Tiefe ohne besondere technische Schwierigkeiten und wurde am 30. März bei 652,94 m unter der Erdoberfläche und fast 200 m unter Meeresniveau abgebrochen.

Die Bohrkerne von 0 bis 400 m befinden sich zur Hauptsache im Besitze der Schweizerischen Bundesbahnen, sollen der Wissenschaft jedoch zur Verfügung stehen, während die restlichen rund 250 m im Mineralogisch-Petrographischen Institut Basel aufbewahrt werden.

---

*) Erscheint gleichzeitig als «Beiträge zur Geologie der Schweiz, Kleinere Mitteilungen Nr. 64».

**) Mineralogisch-Petrographisches Institut der Universität, Bernoullianum, CH-4056 Basel.

Die Bohrstelle Biaschina liegt zwischen Giornico und Lavorgo, auf der Landeskarte der Schweiz bei Punkt 455, Koordinaten 709.25/142.1. Die Talstufe des Ticino stösst hier durch einen postglazialen prähistorischen Bergsturz (Heim, 1922), dessen Ausbruchnische N Anzonico liegt. Die Obergrenze des Blockstroms reicht heute auf der Gegenseite bis auf 830 m Höhe; bei Giornico-Stazione ruhen die Blöcke auf Moräne. Die Sturzmasse staute offenbar mindestens temporär das Flusswasser, denn beim Bau des Ausgleichsbeckens Lavorgo wurden Terrassenbildungen und Seeablagerungen angeschnitten. Später frass sich der Fluss zwischen der NE-Felsbasis und den Trümmern durch.

Die Lokalität für die Bohrung ist also ausgesprochen günstig gewählt, mussten doch nur einige Meter Schutt durchfahren werden, während weiter westlich die Felssohle des Tales in beträchtlicher Tiefe (100 bis 200 m) liegen könnte. Diese Situation erklärt möglicherweise die eigenartigen Felstemperaturschwankungen, die bei der Bohrung Biaschina gemessen wurden; stetige Temperaturzunahme erfolgte erst unterhalb 130 m Tiefe.

Geologisch-tektonische und petrographische Situation

In den Lepontinischen Alpen sind in einer grossen domartigen Aufwölbung mit zwei Querkulminationen in den Tälern des Ticino und Toce die Gneissdecken des tieferen Penninikums blossgelegt. Sie zeigen einen eigenen Baustil mit teils flachen, teils steilen, wirbelig verschlungenen und bogenförmig angeordneten Faltenachsen. Die Lineationen des Gefüges zeigen alpines Alter, da die alpin metamorphisierten mesozoischen Sedimente (Bündnerschiefer) die gleichen Strukturen aufweisen. Während der alpinen Orogenese ist der gesamte Komplex unter den Bedingungen der Amphibolitfazies metamorphisiert und umgeprägt worden; lokal kam es zu Ultrametamorphose.

Die Bohrung ist im Gneisskörper der Leventina angesetzt, in der isoklinalen SW-Flanke der langgestreckten Antiform, wo das SW- bis WSW-Fallen der Gneissschieferungsflächen zwischen 50° im W und 20° im E schwankt. Sie liegt N ausserhalb der höchst metamorphisierten Zone mit partieller Anatexis, wo in situ gebildete Q-Fsp-Mobilisate intrudierten. Leider erreichte sie die Basis des Leventina-Gneisses nicht.

Makroskopische Beschreibung

Es überrascht, wie rasch der in der Literatur als monoton geschilderte Leventina-Gneiss im Bohrkern sein Aussehen wechselt. Obwohl Gneisse granitischer Zusammensetzung weitaus vorherrschen und im wesentlichen dieselben Mineralkomponenten das Gestein aufbauen, variieren ihre Mengenverhältnisse

doch beträchtlich. Vor allem das unterschiedlich häufige Auftreten der Schichtsilikate verleiht dem Gneiss bald leukokrate, bald mesokrate Tönung. Die mannigfaltige Ausbildung beruht jedoch in erster Linie auf einer breiten Skala verschiedener Struktur- und Texturtypen.

Porphyrische Gneisstypen erscheinen recht häufig, wobei die Gestalt der Fsp-Porphyroblasten – idiomorph oder isometrisch, gerundet, boudiniert, gelängt bis ausgewalzt oder lentikular – das Gestein prägt. Durch sie erhält es geflammtes, flaseriges, augig bis fleckiges Aussehen. Häufig umgeben mehr oder weniger dicke Glimmersäume die Blasten. Neben porphyrischen Texturen treten auch gleichkörnig massige granitoide, feinkörnig aplitische oder gar hornfelsartige Varietäten auf. Weitere Variationen entstehen durch lokal stärkere oder schwächere Verfältelung und durch dick- oder feinlagige Schichtung. Die Wechsellagerung all dieser unterschiedlichen Typen erfolgt zumeist in kurzen Intervallen, oft im Zentimeterbereich. Meist sind die Übergänge fliessend; scharfe Grenzen können dis- oder konkordant zu den s-Flächen liegen.

Die Heterogenität innerhalb der gleichen Stoffklasse wird zusätzlich verstärkt durch wiederholte Einschaltungen stofflicher Diskontinuitäten in Form von wenige Millimeter bis Zehner von Zentimetern mächtigen Lagen, von Adern, Linsen, Schmitzen oder Knauern anderer mineralogischer Zusammensetzung. Das Spektrum umfasst Glimmerschiefer, vor allem Bi-Schiefer, aber auch Zweiglimmer- oder Bi-Chl-Schiefer, Hb-führende Gneisse bis Amphibolite, Quarzite, Pegmatite, Marmore und Anhydritfels. Näheres über die Verteilung der verschiedenen Gesteins-, Struktur- und Texturtypen ist aus dem Bohrprofil ersichtlich.

Bohrprofil

Die Länge der Bohrkerne schwankt beträchtlich, was nicht allein durch die Beschaffenheit des angefahrenen Gesteins (Klüfte, Kataklasen, Mylonitzonen, stoffliche Diskontinuitäten), sondern auch durch technische Modalitäten (Qualität der Bohrkronen, Wechsel derselben, Format der Bohrkernkisten) bedingt ist. Hie und da tritt, begünstigt durch geringere Festigkeit des Gesteins, beim Ziehen der Kerne ein kleinerer oder grösserer Bohrverlust auf. Die Tiefenangaben der Kerne sind deshalb nicht unbedingt präzis. Die relative Reihenfolge der Bohrkerne bleibt jedoch mit Sicherheit gewahrt, da diese fortwährend nach dem Ziehen direkt in beschriftete Kisten versorgt wurden.

Die Signaturen auf dem Bohrprofil sind schematisch zu verstehen, sie sind infolge des Massstabes überhöht. Ihre Lage entspricht, wiederum als Konsequenz des stark raffenden Massstabes, nur ungefähr dem wahren Bereich des Auftretens. Ebenso wird mit den Abkürzungen in den Spalten III (Gesteinseinschaltungen), IV (mono- oder polymineralische Agglomeration) und V (Klüfte mit Kluftmineralien) nur das generelle Auftreten dieser Phänomene,

nicht jedoch ihre spezielle Tiefenlage oder eventuelles mehrfaches Auftreten im entsprechenden Gneisstypus markiert. In Spalte II (Gneiss mit zusätzlichen Mineralien) werden nur diejenigen Mineralien, unabhängig von ihrem volumenprozentischen Anteil, vermerkt, die zusätzlich zur angenommenen Standardzusammensetzung des Gneisses (Q + Plag + Kfsp/Bi ± Mu + Chl/Zr + Ap ± Tit + Erz ± Klz ± Zo) auftreten.

Mikroskopische Beschreibung

Mineralabkürzungen

A	Anhydrit	Gr	Granat	Plag	Plagioklas
Alm	Almandin	Hb	Hornblende	Pr	Pyrit
Ap	Apatit	Hgl	Hellglimmer	Px	Pyroxen
Bi	Biotit	Hz	Herzynit	Q	Quarz
Cc	Calcit	Kfsp	Alkalifeldspat allg.	Ru	Rutil
Chl	Chlorit	Klpx	Klinopyroxen	Skap	Skapolith
Cord	Cordierit	Klz	Klinozoisit	Sp	Spinell
Di	Diopsid	Ky	Disthen	Stau	Staurolith
Ep	Epidot	Mikr	Mikroklin	Tit	Titanit
Fsp	Feldspat allg.	Mu	Muskowit	Zo	Zoisit
Gp	Gips	Or	Orthoklas	Zr	Zirkon

a) Gneisse granitischer Zusammensetzung

1. Hauptkomponenten

Zur Hauptsache werden die Granitgneisse aufgebaut von Q und Feldspäten, deren Mengenverhältnisse allerdings beträchtlich schwanken, deren Summe jedoch immer mindestens 70% ausmacht und auf 85% ansteigen kann.

— Q (20–30% Vol.) tritt als rundliche oder amöbenartige Körner auf. Seine Tendenz zu Bildung von Überindividuen, die undulös auslöschen, ist ausgesprochen stark. Die Korngrösse variiert somit beträchtlich. Spätkristallisationen als völlig klare Körner füllen Zwickel und Drusen aus; durch Mörtelquarz werden Risse in grösseren Q-Aggregaten gekittet oder Klüftchen ausgeheilt.

— Plag (20–30% Vol.) liegt ebenfalls in unterschiedlichen Korngrössen vor und kann zu Porphyroblasten anschwellen, die mehr oder weniger idiomorph begrenzt sind. Er zeigt im allgemeinen polysynthetische oder einfache Verzwillingung nach Albit- oder Periklingesetz oder er ist nach einem Komplexgesetz verzwillingt. Die Körner erscheinen fein bestäubt oder Zersetzung in Serizit ist bereits deutlich fortgeschritten. Gerne führen die Plag-Porphyroblasten Einschlüsse von Glimmern, Q und Kfsp. Kataklase hat Risse erzeugt. Jeweils 5 bis 10 geeignete Körner pro Dünnschliff wurden auf dem Universaldrehtisch orientiert und ihre Auslöschungswinkel $[n_\alpha'] \wedge (010) \perp [100]$ eingemessen. Aus den entsprechenden Diagrammen von Wenk et al. (1967) wurden aus diesen Winkelwerten die Anorthitgehalte graphisch eruiert. Die Resultate zeigt Tab. I.

Tabelle I: *Anorthitgehalte der Plagioklase*

Bi-Gneiss ± Mu	(19)–20–22–(24)% Mol. An
Ky-führender Gneiss	17–18/21, 23
Ep-führender Gneiss	(24)–26–28–(30)
Skap-führender Gneiss	27–29
Cc-reicher Gneiss	(25), 27–32
Hb-führender Gneiss	24–25/28–31
Hb-Px-führender Gneiss	21–22
A-führender Gneiss ± Gr	20–23–(25)
Pegmatite	23–25

Der Plag besitzt üblicherweise Oligoklaschemismus; selten wird Andesinzusammensetzung knapp erreicht. Dies in besonders Cc-reichen, einem Teil der Hb-führenden sowie in den Skap- oder Ep-führenden Varietäten. Der Anorthitgehalt des Plag scheint in erster Linie durch das Angebot der Ca-Ionen und durch den Metamorphosegrad bestimmt zu sein. Da überschüssiges Ca in Ca-Karbonat gebunden wird, sind der Anorthitgehalt des Plag und die Häufigkeit des Auftretens von Cc eng korreliert. Das Stoffgefälle des Ca scheint mindestens auf kleinem Raum bemerkbar.

— Kfsp (20–30% Vol.), meist als Mikr mit typischer Gitterung, bildet die Mehrzahl der Porphyroblasten, die mehrere Zentimeter gross werden können. Diese gehen häufig mit unregelmässigen Rändern in ein feinkörniges Q-Plag-Kfsp-Gemenge über, wo sich vorzugsweise Myrmekite bilden. Auch Kfsp erscheint im Mikroskop oft fein bestäubt. Die Körner sind meistens von zahlreichen Einschlüssen durchsetzt. Häufig sind die Kristalle nach Karlsbad verzwillingt und mikroperthitisch entmischt.

Die drei Hauptkomponenten Q, Plag und Kfsp prägen dem Gefüge ihren Charakter auf. Sie liegen entweder in einfach begrenzten Körnern vor, die ein polygonales Mosaik bilden, oder sie sind in der Mehrzahl der Proben intensiv miteinander verzahnt oder poikiloblastisch verwachsen. Allgemein nimmt die Neigung, als Einschlüsse die andern Kornarten zu durchsetzen, zu, je unregelmässiger die Kornumrisse ausgebildet sind (Schnitteffekte?). Einschlüsse von Or in Plag überwiegen, seltener liegt Q in Plag oder Kfsp vor. Die Chedakristalle bilden entsprechend ihrer länglich lanzettlichen oder mehr v-förmigen Gestalt fisch- oder vogelschwarmartige Gesellschaften. Auch flächig ausgedehnte oder rundlich bis ellipsoide, Insekteneiern ähnliche Gastmineralien können auftreten oder keilschriftförmige nach der Art einer granophyrischen Textur. Für die Bildung dieser Einschlüsse spielen wohl metasomatische Austauschprozesse, die bevorzugt bestimmte Richtungen der bereits existierenden Kristallgitter erfassen, eine wesentlich Rolle. Häufig bilden sich in der Nähe dieser Implikationsgefüge auch perthitische Entmischungen des Kfsp in Form von meist sehr feinen parallelen Schnüren.

Als weiterer Prozess der abklingenden Metamorphose setzt über weite Bereiche des Leventina-Gneisses Blastese von Fsp-Porphyroblasten ein. Vor allem Kfsp bildet solche Wuchergebilde, wird in den mittleren Tiefenlagen der Bohrung jedoch von Plag konkurrenziert. Alle Porphyroblasten führen eine stark wechselnde Menge von Einschlüssen, die entweder beim Wachstum umschlossen wurden oder sich durch retrograde Umwandlung gebildet

haben. Die Korngrenzen der Porphyroblasten verlaufen nie geradlinig; sie lösen sich auf in Ein- und Ausstülpungen, in konvexe und konkave Teilstücke. Die entstehenden Blasten besitzen offensichtlich eine merkliche Kristallisationskraft und verursachen starke Korrosion. Zwei aneinander stossende Porphyroblasten begegnen sich in mäandrierenden, eng gewundenen Nähten in der Art von Mikrostylolithen, was auf erhöhte Löslichkeit unter Druck entlang den Korngrenzen (Drucksuturen) hinweist.

Mit den Kfsp-Porphyroblasten offenbar genetisch verknüpft, erscheinen häufig auch Myrmekite. Ihre Erscheinungsweise ist recht konstant: Wurmförmige Q-Schläuche durchziehen an Kfsp angrenzende Plag-Körner. Die Plag-Q-Symplektite bilden gegen Kfsp immer konvexe Grenzflächen. Die Q-Schläuche stehen divergent strahlig senkrecht auf der Intergranularen und können auch die Zwillingslamellen des Plag durchschlagen. Sie sind oft verästelt, wobei sich die Zweige immer gegen die Kornoberfläche hin öffnen. Sie scheinen also von der Intergranularen her ins Korninnere zu wachsen und sich dabei unter Umständen zu vereinigen. Meist enden sie in gleichem Abstand von der Kornoberfläche, was einer angenähert ebenen Infiltrationsfront entspricht. Es könnte auch ein Zusammenhang bestehen zwischen dem Durchmesser der Korrosionsschläuche und ihren mittleren Abständen, da sich ihre Ausmessungen innerhalb des gleichen Korns erstaunlich genau an ähnliche Werte halten. Die Blastese des Kfsp wirkt korrosiv auf den Plag, während die Q-Schläuche der Myrmekite sich weit resistenter verhalten und als Fortsätze aus dem Plag in den Kfsp hineinragen. Der Zusammenhang zwischen Kfsp-Blastese und Myrmekitbildung ist allerdings unklar. Möglicherweise begünstigen auftretende Spannungen die Lösungs- und Austauschprozesse. Ebenso bleibt die SiO_2-Quelle für die Q-Infiltrationsschläuche unbekannt. Relativ grossräumige Stoffwanderungen könnten dabei mitspielen. Schliesslich könnte auch die Intergranulare, welcher Zusammensetzung sie auch immer sei, die Bildung der Reaktionssymplektite beeinflussen.

2. Nebenkomponenten

Die Tönung erhalten die Leventina-Gneisse von ihren Nebenkomponenten, den Schichtsilikaten. Es sind dies Bi, Mu, Hellglimmer in serizitischer Ausbildung und Chl. Ihre Summe beträgt etwa 20 bis 25% Vol.

— Bi, normalerweise zwischen 5 und 15% Vol., fehlt nie. Seine chemische Zusammensetzung scheint zu variieren, denn sein Pleochroismus ändert leicht für n_x beige, hell- oder graubeige, n_y oliv- bis gelbbraun und n_z oliv bis dunkeloliv. Die Grösse der Schuppen wechselt stark. Häufig sind beginnende Chloritisierung, begleitet von Erzausscheidung, und fein verästelte isotrop erscheinende (Ru-?)Einschlüsse zu beobachten.

— Chl nimmt 3 bis 7% Vol. ein. Er besitzt meist anomale violette oder braun-graue Interferenzfarbe, bildet Schuppen unterschiedlicher Grösse oder liegt in feinfaserigen

Aggregaten, teilweise mit radialstrahliger Anordnung, vor. Auch er besitzt oft dendritische Erzeinschlüsse (Ru?).

— Weniger Farbe verleihend schliesslich noch Mu, dessen Häufigkeit am stärksten schwankt (0–10% Vol.), der zuweilen auch vollständig fehlt. Ab und zu ist er mit Bi verwachsen. Die feinschuppige Varietät entsteht vorab durch Umwandlung des Plag und Kfsp und findet sich vor allem als Einschlüsse in den Porphyroblasten.

Die Schichtsilikate treten vorzugsweise gemeinsam oder in separaten gering mächtigen, gross- oder kleinflächigen Lagen auf. In diesen Glimmerschichten ist die Paralleltextur des Gesteins oder allfällige Kleinfältelung abgebildet.

3. Akzessorien

Akzessorisch (< 5% Vol.) treten im Gestein auf: Erze (Pr, Magnetit, Hämatit und andere), meist in idiomorphen Kristallen oder in Aggregaten extrem kleiner Körner, zuweilen auch dendritisch; Ap, ebenfalls idiomorph und mit sechseckigen Querschnitten, hie und da mit Zr-Einschlüssen, zuweilen in riesigen Idioblasten und enorm häufig; Zr immer in sehr kleinen idiomorphen Kristallen, manchmal neben Monazit, der radioaktive Halos hervorruft, als Einschlüsse in Glimmern, und Klz, auch dieser poikiloblastisch als kleine unregelmässig begrenzte Körner oft in Glimmern. Diese Mineralien stellen zugleich auch Durchläufer dar.

Wesentlich seltener und lokal eng begrenzt, dann aber zuweilen auch in grosser Zahl, findet man Ep und Zo. In Zwickeln kristallisiert häufig Cc. Ausserdem erscheint hie und da Gr als Idioblast unterschiedlicher Grösse. Er dürfte almandinreichen Chemismus besitzen und ist oft poikilitisch mit Einschlüssen aller Art, ab und zu von wirr verteilten frischen Q-Körnern durchsetzt. Der Gr ist zum Teil chloritisiert, weist Spuren kataklastischer Beanspruchung und starke Korrosionserscheinungen auf. Zuweilen ist er nicht völlig isotrop und zeigt schwache Felderteilung. Die Körner könnten Relikte einer voralpin metamorphen Bildung sein.

Bei rund 277 m Tiefe, in Tit-Cc-Ep-Hb-führendem Bi-Gneiss, wird als zusätzlicher Gemengteil Skap, teils akzessorisch, teils in beträchtlicher Häufigkeit (~ 10%) gefunden. Sofern das Na/Ca-Verhältnis des Plag für das gesamte Gestein gilt, müsste der Skap dipyrischen Charakter besitzen. Er ist eine typische Spätausscheidung, die während ihrer Blastese bereits vorliegende Hb- und Ep-Körner verschluckt hat. Er besitzt zusätzlich idiomorphe Q-Einschlüsse mit sechseckigen Querschnitten, von denen aus sich tröpfchenförmige Q-Ausstülpungen nach allen Richtungen hin bilden. Sie besitzen eine andere optische Orientierung als die pseudohexagonalen Kristalle; die Korngrenzen zwischen den beiden Phasen sind jedoch nicht sichtbar. Q-Neubildungen wachsen auch um Ep-Körner. Skap ist vor allem in der oberen Amphibolitfazies stabil; seine Bildung ist jedoch nicht allein von den herrschenden

physikalischen Bedingungen, sondern vor allem vom Angebot an Nebenanionen (Cl_2, SO_4, CO_3) abhängig. Er entsteht vorwiegend bei Anreicherung dieser Ionen oder Komplexe durch pneumatolytische Metasomatose in grösserer Tiefe und gilt als Anzeiger tiefer liegender Migmatitfronten.

Bei 216 m Tiefe hingegen führt der augig-flaserige Bi-Gneiss Ky und Stau. Gleichzeitig treten in der Nähe der bereits makroskopisch erkennbaren Ky-Kristalle auffällige Knauern oder Bänder von Milch-Q auf. Die Ky-Körner sind oft sehr gross, mehr oder weniger stengelig und idiomorph ausgebildet und zeigen starke Korrosion an ihren Rändern oder kataklastische Risse, die Spaltflächen folgen, während anliegende Bi-Schuppen sich plastisch deformieren liessen. Sie sind meist zusammen mit Bi in dünnen Lagen angeordnet, folgen also mehr oder weniger der alpinen Schieferung. Ky erscheint auch als kleine Einschlüsse in Bi, während er selber vor allem Erz, Glimmer und Q beherbergt. Q wandert auch als Rekristallisat längs Spaltflächen in die Ky-Körner ein. Als Begleitmineral und in gleicher stengeliger korrodierter Erscheinungsform tritt Stau auf, begleitet von almandinreichem Gr. Anhand der koexistierenden Minerale Ky + Stau + Alm wird das Gestein in die Amphibolitfazies mit hohen Drücken und niederen bis mittleren Temperaturen eingegliedert. Dieselbe Paragenese lässt sich auch in den zwischen der Bohrstelle Biaschina und Chironico anstehenden Ky-Stau-Glimmerschiefer beobachten.

Besonders erwähnenswert ist ausserdem, dass Anhydrit unterhalb 450 m als gesteinsbildende Komponente akzessorisch in Mu-Bi-Gneissen auftritt. Auf diesen Fragenkomplex geht die Arbeit «Metamorpher Anhydrit im Leventina-Gneiss» (Hiss, 1975) näher ein.

Die oben beschriebenen Minerale bilden hetero- bis homöoblastische, mehr oder weniger verzahnte Gefüge.

b) Zwischenlagen

Gelegentlich durchziehen Bänder oder Lagen anderer Gesteinstypen die granitischen Gneisse. Ihre Mächtigkeit beträgt meist nur wenige Zentimeter.

1. Selten findet man *Marmore* und *Q-Marmore;* sie sind in der Regel grobkörnig und, vor allem im unteren Teil der Bohrung, fast nur als Knauern, nicht in durchziehenden Lagen und Bändern vorhanden.
2. Etwas häufiger beobachtet man *Quarzite.* Sie enthalten manchmal extrem feine Glimmer- oder Chl-Schüppchen. Die Q-Körner bilden mit Vorliebe Überindividuen.
3. Oft durchschlagen *Pegmatite* den Leventina-Gneiss. Sie sind grobkörnig, führen meist Erze, Zr und Ap, Glimmer in wechselnder Häufigkeit, selten auch Ep, Gr, der frischer erscheint als die Idioblasten in den Granitgneissen und hie und da in stattlicher Grösse vorliegt, oder als Zwickelfüllung wenig Cc.

4. Ab und zu führen die Gneisse Hb, die an Häufigkeit so stark zunehmen kann, dass das Gestein *amphibolitische* Zusammensetzung erhält. Hb liegt zersetzt in feinfaseriger oder in deutlich idiomorpher, prismatisch-säuliger Ausbildung vor. Ihr Pleochroismus wechselt über farblos bis gelbgrün, gelb- bis blaugrün resp. grasgrüne Töne. Hb ist weder optisch noch chemisch einheitlich; die Phasenzusammensetzung ändert sowohl von Korn zu Korn als auch innerhalb des gleichen Kristalles von Domäne zu Domäne, wobei die Stengelachsen der miteinander verwachsenen Phasen oft nahezu senkrecht zueinander orientiert sind. Die Inhomogenität der Phasen verhindert die Gewinnung von eindeutigen optischen Daten auf dem Universaldrehtisch. Die Auslöschungsschiefe von $c \wedge n_\gamma$ beträgt jedoch ungefähr (8)–12–15–(19–23)°, wie für aktinolithische Hb üblich. Die chemischen Analysen gibt Tab. II. Die Analysenwerte gestatten anhand der Dreieckskonstruktion der Alk-Ca-reichen Hb, wo (Na, K) gegen (Ca) und gegen ges (Al, Fe^{3+}) dargestellt werden (TRÖGER, 1971, nach Sundius), die Hb in das Feld der Aktinolithe einzureihen. Die gefundenen Verhältnisse von $Ca_2Fe_5 : Ca_2Mg_5$ fallen innerhalb der Grammatit-Fe-Aktinolithreihe auf eigentliche Aktinolithe mit 61% Mol. (Bia 99,44, Korn a) resp. 55% Mol. (Bia 99,44, Korn b) Ca_2Mg_5.

Tabelle II: *Chemische Analysen der Hb.* (RMS, Prof. H. SCHWANDER)

SiO_2	Bia 99,44	45,8	Bia 99,44	49,2
Al_2O_3	Korn a	10,5	Korn b	7,0
FeO		14,1		10,3
MnO		0,6		0,9
MgO		12,2		15,1
CaO		11,8		12,5
Na_2O		0,9		0,7
K_2O		1,0		0,7
TiO_2		0,5		0,2
		97,4		96,6

Als Akzessorium tritt oft Klpx in Hb-führenden Gneissen oder Amphiboliten auf. Er ist gerne mit Hb verwachsen. Seine schwach bläulichgrüne Eigenfarbe und die Grösse des Achsenwinkels $2V = 58–62°$ deuten auf Di. In der Tat ergibt die Berechnung der chemischen Analyse einen Salit mit 76,3% Mol. Di und 23,7% Mol. Hedenbergit.

Stets an das Auftreten von Hb gebunden und nur in seiner Nähe erscheint gelegentlich Tit in verschieden grossen, im Dünnschliff meist lang gestreckten rhombischen Schnitten. Ep scheint sich ebenfalls an die Gesellschaft mit Hb zu halten und vorwiegend in Amphiboliten zu erscheinen, zuweilen in ansehnlicher Menge. Die Amphiboliteinschaltungen ermöglichen es, die Biaschina der Oligoklas-Amphibolitzone zuzuordnen.

5. Als weitere mafische Lagen bereichern zahlreiche *Zweiglimmer-, Bi- oder*

Chl-Bi-Schiefer das Bild. Bi tritt ausserdem in monomineralischen akzessorienfreien Lagen oder Häuten um Mineralknauern auf. Es handelt sich dabei um grünen, grobschuppigen Bi, der gut eingeregelt und teilweise wellig verbogen ist.

6. Bisher völlig unbekannt in der Leventina wurde in der Bohrung erstmals Anhydrit in Knauern oder wenige Zentimeter mächtigen Lagen gefunden. Die Grösse der zart violetten A-Kristalle streut sehr stark. Oft werden die Knauern oder Lagen von Bi-Schiefer der oben beschriebenen Art umsäumt (Näheres über Anhydrit in Hiss, 1975).
7. In lokalen Spannungsfeldern setzt Deformationsmetamorphose ein, die *Mylonite* erzeugt. Die damit verknüpften sukzessiven und simultanen Perioden von Kataklase und Blastese erzeugenden Vorgängen lassen sich einigermassen aufzeigen: Trübung der Fsp leitet ihre Serizitisierung in Mikrolithe muskowitischer und phengitischer, bei Plag eventuell auch paragonitischer Zusammensetzung ein. Auch sehr feinfaseriger Cc wird gebildet. Gleichzeitig setzt bei den mafischen Gemengteilen (Bi, Hb, Px, Gr) Chloritisierung unter feinkörniger Erzausscheidung ein. Allmählich beginnen Sammelkristallisationen von Cc und Erz zu spriessen, während chemisch resistentere Mineralien (Ap, Zr, zum Teil auch Fsp) durch andauernde Spannungen kataklastisch weiter deformiert werden. Eine allgemeine Kornvergrösserung umfasst jetzt auch Chl und Hgl, wobei die rekristallisierten Minerale in den Intergranularraum der kataklastischen Trümmer gepresst und eingefältelt werden. Q-Rekristallisation setzt in verbleibenden Hohlräumen ein. Erneutes Wachstum von Fsp kann zu Umschliessung stark serizitisierter und zerbrochener Fsp-Körner führen. Die Mylonitisierung ist stets an Scherflächen und Klüfte gebunden. Zerrissene Fsp-Porphyroblasten können unter Umständen transversale Relativbewegungen der beiden Kluftufer voneinander nachweisen.

Typeneinteilung

Die Bohrkerne lassen sich nach makro- und mikroskopischen Kriterien in sieben Gneisstypen einteilen, die in einem kursorischen Abriss vorgestellt seien.

1. In 5 bis 190 m Tiefe *grob- bis feinporphyrischer*, lentikularer *Zweiglimmer-Kfsp-Gneiss, mehr oder weniger lagig gebaut*, mit Kfsp-Porphyroblasten, zahlreichen Einschlüssen und nur wenigen Akzessorien. Sein Gefüge ist hetero- bis homöoblastisch.
2. Bis 220 m tief *Zweiglimmer-Kfsp-Gneiss*, der jedoch feinkörnig und *massig*, nur selten feinaugig ist. Er besitzt kaum Porphyroblasten, aber zahlreiche Akzessorien in seinem heteroblastischen, amöbenartig verzahnten Gefüge.
3. *Porphyrischer Bi-Kfsp-Gneiss.* Es folgt für weitere 10 m ein dem ersten Typ

sehr ähnliches Gestein mit eher überwiegendem Bi und vielen Akzessorien, das deutlich *lagig* bis schiefrig ausgebildet ist.

4. Von 230 bis 275 m *Zweiglimmer-Plag-Gneiss*, ausschliesslich mit Plag-Porphyroblasten, vielen Akzessorien und nur spärlichen Einschlüssen. Der Typ ist *porphyrisch* bis knotig-augig ausgebildet, nur zuweilen *schwach geschiefert* und mit gleichkörnigem mosaikähnlichem Gefüge.
5. Es schliessen bis zum Ende der Bohrung *Zweiglimmer-Kfsp-Gneisse* an, die in der Regel nur wenige Akzessorien, hingegen eher viele Einschlüsse führen und *guten Lagenbau* und *Schieferung* zeigen. Von 275 bis 320 m ist der Gneiss *massig*, höchstens feinlinsig ausgebildet, mit homöoblastischen Mosaikgefügen.
6. *Zweiglimmer-Kfsp-Gneiss, guter Lagenbau.* Anschliessend für 200 m ein *grobporphyrischer*, fleckig bis lentikularer Typ (Kfsp- und Plag-Porphyroblasten), mit heteroblastischem, mehr oder weniger verzahntem Gefüge.
7. *Zweiglimmer-Kfsp-Gneiss, schiefrig.* Schliesslich von 520 m bis zum Ende der Bohrung *feinporphyrischer* bis feinknotiger, flaserig-lentikularer Gneiss mit Kfsp-Porphyroblasten und wechselndem Gefüge.

Die oberflächennäheren Typen 1 bis 3 zeigen gute Übereinstimmung mit den Beschreibungen von Casasopra (1939). Der erste Typ erscheint bei ihm als IIIb: *Tipo Lavorgo*, gekennzeichnet als «varietà porfiroide scistoso-lenticolare», Typ 2 entspricht IIIa: «varietà porfiroide-massiccia» und schliesslich Typ 3 vergleichbar mit III: *Tipo Biasca-Bodio*, «varietà porfiroide-lenticolare, poco scistosa». Für die übrigen Typen ist eine Zuordnung nicht ganz eindeutig. Typ 4 scheint einen Mischtyp I und II darzustellen (I: Tipo Claro, var. chiara, granulosa, lievemente scistosa; II: Tipo Cresciano: var. assai scistosa e micacea talora con tessitura fluidale). Typ 5 zeigt Ähnlichkeiten mit VI: Tipo Faido, var. laminare e scistosa, die beiden tiefsten 6 und 7 wohl mit VIII: var. occhiadina-porfiroide-nodulosa.

Der Leventina-Gneiss ist somit ein deutlich lagiger Körper unterschiedlicher Gneisstypen. Die texturellen und strukturellen Merkmale scheinen sich allerdings nicht sukzessive mit der Tiefe zu verändern. Wohl aber ist eine leichte Tendenz zu Q-Zunahme mit wachsender Tiefe und eine Kfsp-Abnahme in der gleichen Richtung feststellbar.

Chemische Analysen

Von über grössere Bereiche homogenen, eher feinkörnigen, höchstens feinporphyrischen Gneisstypen wurden soweit möglich Schichtsilikate separiert und zusammen mit Bi aus einer Bi-Schieferlage chemisch analysiert. Ebenso wurden Gesamtgesteinsanalysen durchgeführt (RF Dr. W. Stern).

Die Resultate zeigt Tab. III.

Tabelle III. *Gesteinsanalysen und Niggliwerte*

	Bia		Casasopra			Mittel aus
	400,90	647,22	4	5	6	4, 5, 6
SiO_2	68,6	69,8	70,56	68,40	70,10	
Al_2O_3	16,8	15,2	16,10	15,67	16,27	
Fe_2O_3	0,9	1,0	0,52	2,03	1,13	
FeO	1,9	2,1	1,57	2,19	1,47	
MnO	0,0	0,1	0,02	0,06	0,02	
MgO	0,8	0,6	0,76	0,89	0,76	
CaO	2,3	2,6	2,82	2,93	2,80	
Na_2O	3,0	3,3	4,47	4,07	4,84	
K_2O	4,4	4,2	2,07	2,41	1,64	
TiO_2	0,4	0,4	0,35	0,58	0,45	
P_2O_5	0,2	0,2	0,14	0,07	0,08	
H_2O	1,1	1,0	0,48	0,50	0,45	
Summe	100,4	100,5	99,86	99,80	100,01	
si	318	332	337	303	326	322
al	46,2	42,6	45,5	41,0	44,5	43,6
fm	16,1	16,3	13,5	21,0	15,0	16,5
c	11,4	13,1	14,5	14,0	14,0	14,1
alk	26,4	28,0	26,5	24,0	26,5	25,6
k	0,50	0,46	0,24	0,28	0,23	0,25
mg	0,35	0,26	0,40	0,28	0,47	0,38
c/fm	0,82	0,81	1,07	0,66	0,92	
ti	1,39	1,43	1,30	1,90	1,60	
p	0,28	0,29	0,32	0,13	0,22	
h	17,0	16,0	7,7	7,5	7,0	
ox	0,32	0,29				
qz	132	135	131	107	120	
t	8,4	1,5	4,5	3,0	4,0	

Analyse 4: Gneiss granitico Typ II, Cresciano-Stazione, Analytiker F. de Quervain (1935).
Analyse 5: Gneiss granitico Typ II, Osogna, Analytiker J. Jakob (1931).
Analyse 6: Gneiss granitico Typ II, Biasca, Analytiker F. de Quervain (1935).

a) Gesteinsanalysen

Aus den Analysenwerten wurden die Niggliwerte berechnet, ihre Basisverbindungen aufgestellt und daraus eine Standard-Katanorm abgeleitet. Diese Daten seien CASASOPRAS (1939) Analysen gegenübergestellt (Tab. III).

In erster Linie der Vergleich mit den Mittelwerten der Analysen 4, 5 und 6 ergibt teilweise gute Übereinstimmung. Grössere Abweichungen stecken allerdings in k, wo unsere Analysen relativ mehr K_2O zeigen, ausserdem in mg, das bei uns infolge grösserer Mengen an FeO_{tot} bezüglich der Komponenten MgO und MnO niedriger ausfällt.

Es zeigt sich, das keiner der von CASASOPRA aufgestellten Typen, die sich auch chemisch unterscheiden, genau mit unseren Analysen übereinstimmt. Die von diesem Autor an der Oberfläche festgestellte chemische Variation erscheint auch in den tieferen Lagen des Leventinakörpers und kompliziert das Bild beträchtlich. Allen Analysenreihen gemeinsam ist ein mehr oder weniger hoher Al-Überschuss über Alkalien, der in den Niggliwerten als t =

al – (alk + c) berechnet wird und bei metamorphen Gesteinen als Kriterium für sedimentogenen Ursprung gilt. In der Reihe der Basisverbindungen ist dieser Al-Überschuss in Mg- und Fe-Spinell fixiert (Sp, Hz) und ermöglicht bei der Konstruktion eines normativen Mineralbestandes der Standard-Katazone die Bildung von Cord und Fe-Cord. Dieser Cord ist hingegen mikroskopisch nicht nachweisbar. Auch Alumosilikate (Ky) lassen sich, obwohl als Al-Konsumenten unter den herrschenden Metamorphosebedingungen durchaus denkbar und in anderen Tiefenlagen abundant, in diesem Teil der Bohrung nicht finden.

Die bei der Typeneinteilung modal vermutete Q-Zunahme mit der Tiefe scheint sich in den chemischen Analysen zu bestätigen (nur schwach signifikant).

Schliesslich sei zum Vergleich das Mittel aus 546 Graniten angeführt, dessen Ähnlichkeit mit unseren Analysen frappant ist.

Mittel aus 546 Granitanalysen (nach DALY in READ u. WATSON, 1962):

SiO_2	Al_2O_3	Fe_2O_3	FeO	MnO	MgO	CaO	Na_2O	K_2O	TiO_2	P_2O_5
70,8	14,6	1,6	1,8	0,1	0,9	2,0	3,5	4,1	0,4	0,2

b) Mineralanalysen

Leider führen die separierten Schichtsilikate im allgemeinen recht zahlreiche Einschlüsse (Ap, Erz, Zr) oder sind miteinander verwachsen. Diese Schwärme von artfremden Mikrolithen können die Analysenwerte teilweise beträchtlich verfälschen. Allerdings stimmen die Komponenten der entsprechenden Mineralien aus verschiedenen Tiefenlagen meist innerhalb der Fehlergrenzen überein. Hingegen schlägt sich ein unterschiedliches Gesteinsmilieu in deutlicheren Differenzen der Analysenwerte nieder, wie schon bloss anhand der Absorptionsfarben des Bi in verschiedenen Gneisstypen resp. in Bi-Schiefer vorausgesagt werden konnte. Solange nicht bessere Analysen und mehr Vergleichsmaterial vorliegen, sei nur kurz erwähnt, dass Mu ziemlich phengitreich zu sein scheint, wobei übrigens der Gehalt an MgO in verschiedenen Tiefen beträchtlich schwankt. Deutliche Unterschiede in dieser Komponente weist auch Bi verschiedener Gesteinstypen auf. Die Zusammensetzung der Chlorite scheint ihren optischen Daten entsprechend ebenfalls zu variieren.

Petrogenese

Nach verschiedenen Autoren (CASASOPRA, NIGGLI, WENK) stellt das Penninikum im zentralen Tessin einen während der alpinen Orogenese mesozonal umgeformten und metasomatisch veränderten, lokal sogar anatektisch aufgearbeiteten prätriadischen Granitkörper dar. Heftige Bewegungsvorgänge

spielten sich über einem Untergrund ab, der selber als Wärme- und Intrusionsherd an der Orogenese beteiligt ist. Die Ähnlichkeit unserer Gesamtgesteinsanalysen mit Graniten scheint diese Theorie zu untermauern. Bereits aus einer voralpin metamorphen Periode jenes ehemaligen granitischen Körpers könnte Gr stammen. Das überaus häufige Auftreten von Skap in bestimmten Zonen knüpft die nachweisbare Verbindung zu den mehr S gelegenen Produkten der Anatexis, die von weit reichenden metasomatischen Prozessen begleitet war. Die erwähnten Bewegungsvorgänge spielten sich in einer derartigen Heftigkeit ab, dass ursprünglich sedimentogenes Material fast bis zur Unkenntlichkeit mit den granitischen Gesteinen vermengt wurde. Verschiedene Indizien deuten darauf hin: Die lokal angereicherten Ap-Mineralien gelten in Gneissen und Palingeniten als Hinweis auf Paraabstammung des Gesteins; ebenso lässt der erwähnte Al-Überschuss t auf sedimentogenen Ursprung schliessen. Schliesslich sind wir geneigt, alle Sulfatmineralien (Gips und Anhydrit), erscheinen sie heute gesteinsbildend im Gneiss oder in separaten monomineralischen Knauern, als ursprünglich allothigene evaporitische Bildungen zu betrachten, ebenso wie die mit ihnen assoziierten Bi-Schiefer mit grünem Bi sedimentären Ablagerungen entstammen. In der Leventina ist Material der sedimentären Hüllen, die anderswo als Deckenscheider benützt werden, zerstückelt, ausgewalzt, abgewandert und im ganzen Gneisskörper rudimentär verstreut. Im Gebiet des Simplons hingegen bilden sie noch immer zusammenhängende Anhydrit-führende Trias- und Mesozoikumszüge (Bündnerschiefer), die in der Ganter-, Veglia- und Carneramulde unter anderen aufgeschlossen sind.

Mein Dank richtet sich an die Projektleitung der SBB, besonders an die Herren Direktor Portmann und Ing. W. Rutschmann, für die Zurverfügungstellung der Bohrkerne 0–400 m und die Erlaubnis zur Weiterführung der Bohrung bis 650 m, und vor allem an den Schweizerischen Nationalfonds zur Förderung der wissenschaftlichen Forschung für Bewilligung des Gesuches Nr. 2.605.71 zur Abteufung der Bohrung bis zur genannten Tiefe. Ebenso danke ich den Herren Proff. A. Gansser, E. Niggli und E. Wenk für ihre Bemühungen in dieser Angelegenheit. Besonders möchte ich Herrn Prof. E. Wenk danken für das Anvertrauen dieser Aufgabe; seine Bereitwilligkeit für Diskussionen und nützliche Hinweise haben die Arbeit gefördert; ausserdem verdanke ich ihm die Durchsicht des Manuskripts. Endlich danke ich auch Herrn Prof. H. Schwander für Mikrosonden- und Herrn Dr. W. Stern für Röntgenfluoreszenzanalysen.

Literatur

Andreatta, C. (1954): Über die Verglimmerung der Plagioklase in der tektonischen Metamorphose. Tscherm. min. petr. Mitt. 3, *4*.

Bianconi, F. (1971): Geologia e petrografia della regione del Campolungo. Beiträge zur geol. Karte der Schweiz, 142 vol.

Burri, C., Parker, R. L. und Wenk, E. (1967): Die optische Orientierung der Plagioklase. Bestimmungstafeln I–XVII. Birkhäuser, Basel.

CASASOPRA, S. (1939): Studio petrografico dello Gneiss granitico Leventina. Boll. Svizzero di Min. e Petr. XIX.
— (1948): Note sulla petrochimica dello gneiss-granito Leventina, SMPM XXVIII.
DEER, W. A., HOWIE, R. A., and ZUSSMAN, J. (1967): Rock Forming Minerals, Vol. 2 and 5. Longmans, London.
— (1969): An Introduction to the Rock Forming Minerals. Longmans, London.
DRESCHER-KADEN, F. K. (1948): Die Feldspat-Quarz-Reaktionsgefüge der Granite und Gneise. Springer, Berlin.
GOGUEL, J. (1965): La cause de l'orientation des minéraux dans les roches métamorphiques. Bull. Soc. géol. de France (7), VII.
HEIM, A. (1922): Geologie der Schweiz, Bd. 2^2: Die Schweizer Alpen. Leipzig.
HISS, B. M. (1975): Metamorpher Anhydrit im Leventina-Gneiss. SMPM 55.
KAMB, W. B. (1959): Theory of Preferred Crystal Orientation Developed by Crystallization under Stress. J. of Geology 67 (I).
NIGGLI, E. (1960): Mineral-Zonen der alpinen Metamorphose in den Schweizer Alpen. Rep. XXI. internat. geol. Congr. part XIII, Copenhagen.
NIGGLI, P. (1950): Probleme der alpinen Gesteinsmetamorphose. SMPM 30.
PREISWERK, H. (1913): Die metamorphen Triasgesteine im Simplontunnel. Verhandlungen der Naturforschenden Gesellschaft in Basel, Bd. XXIV.
— (1925): Tessinergneis. Ecl. geol. Helv. 19.
REED, H. H. and WATSON, J. (1962): Introduction to Geology. Vol. 1, Macmillan, London.
SANDER, B. (1930): Gefügekunde der Gesteine. Springer, Wien.
— (1950): Einführung in die Gefügekunde der geologischen Körper. I. und II. Teil, Springer, Wien.
SCHMIDT, C. (1908): Die Geologie des Simplongebirges und des Simplontunnels. Rektoratsprogramm der Uni Basel, 1906, 1907.
TRÖGER, W. E. (1969): Optische Bestimmung der gesteinsbildenden Minerale. Teile I und II. E. Schweizerbartsche Verlagsbuchhandlung, Stuttgart.
TURNER, F. J. (1968): Metamorphic Petrology. McGraw-Hill, New York.
— and WEISS, L. E. (1963): Structural Analysis of Metamorphic Tectonites. McGraw-Hill, New York.
WENK, E. (1953): Prinzipielles zur geologisch-tektonischen Gliederung des Penninikums im zentralen Tessin. Ecl. geol. Helv. 46, I.
— (1955): Eine Strukturkarte der Tessineralpen. SMPM 35.
— (1956): Lepontinische Gneissregion und Granite der Valle della Mera. Ecl. geol. Helv. 49, II.
— (1962): Das reaktivierte Grundgebirge der Zentralalpen. Geol. Rundschau 52.
WENK, H. R. (1965): Gefügestudie an Quarzknauern und -lagen der Tessiner Kulmination. SMPM 45.
WINKLER, H. G. F. (1967): Die Genese der metamorphen Gesteine. 2. Aufl. Springer, Berlin.

Manuskript eingegangen am 16. Januar 1975.

Leere Seite
Blank page
Page vide

SBB-Sondierbohrung Biaschina 1972

Standardzusammensetzung des Leventina-Granitgneisses

Q + Plag + Kfsp/Bi ± Mu + Chl/Zr + Ap ± Tit + Erz ± Klz ± Zo

Tiefe (in m)	Lithologie	zusätzliche Mineralien zur Gneiss-Standardzusammensetzung	Pegmatit, Q-Fsp-Kumer	Gneisdurchschlagungen: Aplit	Gneisdurchschlagungen: Quarzit	Gneisdurchschlagungen: Gl-Schiefer	hornfelsartige Schollen	mono- oder polymineralische Aggregate (Kumure, Nester, Lagen)	Klüfte, Kluftmineralien	Beschreibung
0		Hb, Gr	×	×		×		Hb		Gehängeschutt, Sand, Schutt schlier-lins porph Gn m Kfsp-pb
		Hb, Chl			×			Hb-Bi		aug zT mass Gn m Kfsp-pb, gröberkg
100		Hb, Gr	×	×	×	×	×		Ep, Cc	aug-flas bis porph-schlier-lentikularer Gn, fkg, 2s
										fkg ± platt zT f verfältelter Gn
		Hb, Di, Cc	×					Bi/Chl		durchbewegter s. Chl-reicher Gn, gefältelt-geflammt fkg platt ± knot Gn zT st verfältelt porph dünnschiefer-flas zT s. Gl-reich
200			×			×	×			fkg-f.knot platt Gn zT gefältelt, 2s
		Cc Gr, Pr, Cc, Ap	×		×	×		Bi/Chl-Hb		porph-aug Gn zT grobflas-mass porph Gn, verfältelt
			×				×	Bi		porph-knot-aug 2Glgn ± gefältelt-geflammt
								Bi/Chl		hom aug-flas Gn
		Hb								aug eher mass Gn zT brekziös
			×		×			Cc		aug-schlier Gn, meist unruhig, zT Chl-reich zT bröckelig-brekziös
		Hb		×			×	Bi		knot-flas porph Gn, zT Chl-reich
		Hb, Ep, Cc Skap, Gr						Cc-Ep-A/Bi/Hb-Ep		s. inhom Gn fkg-f.flas, gefleckt, ± gefältelt, geschiefert, knot-flas
		Cc	×					Hb-Ep/Cc/A	steil	lins-porph Gn ± verschiefert, Hgl-reich
300			×					Bi		fkg porph Gn, Hgl-reich, verfältelt-schiefrig
								Bi	steil	f- bis mkg. f. lins-knot Gn, zT st verfältelt, zT gr Pb zerschert, Gl-arm, dicht, graugrün
								Bi	steil	porph f.knot-fkg Gn, sw geschichtet u gefältelt, zerschert, chlorit
		Di	×					Bi-Chl/Hb-A	Chl	grobkg porph-grobllns, Bi-Gn, geschichtet, zT mass, st gefältelt
					×			Bi	Chl	porph Gn m fkg Lagen zT granit, Bi-reich st // textur
			×						Chl, Ep, Cc	porph gefältelter Bi-Gn
		Hb	×		×		×	A		lins-porph Gn zT mass, sw gefaltet, Cc-reich
		Hb	×			×		Chl/Hb/A	Bi, Ep, Q	porph-aug-knot Bi-Gn, Hgl-führend, zT granit, chlorit
			×					Gl		flas-schlier m-bis fkg 2Gl-Agn, chlorit, zT bröckelig zerschert
400		Pr	×				×		Chl	fkg-flas gr.porph Agn, h geflammt, Bi-reich
		Hb	×				×	Bi		porph-flas s.fkg Gn, Bi-reich ± Chl, zT gr Fsp-pb
		Hb, Ep, Gr, Pr	×						Chl	kl.aug-fleck-porph fkg Bi-Gn ± Chl, zT geschichtet, chlorit od zerbrochen, s gut
		Ep, Chl, Pr	×	×			×		Chl	porph-m.aug flas-fleck Bi-Chl-Agn, fkg, zT f geschichtet, platt-mass, Zw.lage s. fkg 2-Glgn
			×			×		A	Chl, Pr, Ep	fkg-f.geschichtet, 2Glgn, stellenw kl.aug-flas zT Chl-Bi-reich, s gut, st zerbrochen
		Hb, Ep, Erz	×	×			×	Chl		mkg grobporph-flas Bi-Agn ± tekt s. gr Pb
			×	×				A	Gl	fkg-mass hom h 2Glgn bis Hgl-Aplit
		Hb	×			×		Bi-Hb/Pr	Pr, Chl, Gp	fkg kl.aug 2Glgn, Bi-reich, s deutlich, sw gebändert, zT gefältelt
									steil	d fkg knot Bi-Gn, Pb zT gehäuft, zT gebändert, verfältelt, zerbrochen
500		Hb, A, Pr	×			×		Bi/Hb-Pr-A		fkg flas h 2Gl-Agn, A zuweilen spärlich, sonst gehäuft, s ± gut, zT schlier-geflammt
		Hb, Gr, Pr					×	Bi/Ep-A		inhom Gn, f u gr Agn wechselnd, zT Bi-reich, A unregelmässig verteilt
		Hb, Gr, A					×		Chl	flas-knot 2Gl(A)gn, Bi-reich, s gut, zT st chlorit, zerbrochen, vergrust
		Hb, Cc, A			×				Chl, Ep, Gr	fkg flas-fleck kl.aug 2Glgn, s ± gut
								Bi		fkg flas h kl.aug 2Glgn, s gut
		Hb, A				×				f-bis mkg, 2Glgn, A unregelmässig verteilt, f verfältelt
									Chl	extrem fkg h Chl-Mu-Gn, oft st zerbrochen
		A	×			×		Pr/Chl-Bi-Hb-A		fkg-flas h 2Glgn, geschichtet in A-lose u kl.aug Partien, s gut, Gl-reich
						×		Pr/Chl-Bi-A	steil	geschichtete Lage grobkg d Bi-Chl-Gn m fkg h 2Gl-Agn wechselnd, s meist gut, zT geflammt, verfältelt, vergrust
						×		Pr/A-Fsp		fkg kl.aug h Mu-Gn bis 2Glgn
		Cc							Chl	s.h flas fkg Mu-Chl-Gn, s ± gut, st zerbrochen
		A				×				f aug flas 2Glgn Chl-Mu-reich, s undeutlich, st zerbrochen
600		A						Gl		hom h fkg-flas 2 Gl-Agn Gl-arm, s ± undeutlich, zT porph-fleck, st zerbrochen
		A, Pr						Mu	steil	d 2Gl-Agn Bi-reich, 2s, zT mass-porph Zw.lagen, zT chlorit
						×		A		fkg-mass kl.aug 2Glgn, s sw, Gl-reich
		A				×			Chl	s.fkg flas 2Glgn, Gl-arme u -reichere Partien, zT gr.aug, zT st zerbrochen
		A	×		×	×				geschichteter s. fkg h f.flas 2Glgn selten kl.aug, s gut
		A	×			×				fkg kl.aug-flas 2Glgn Bi-reich zT mass, s gut bis s. gut
		A								fkg kl. aug-flas 2Gl-Agn
			×				×		flach	fkg flas h 2Glgn-2Gl-Agn rel Gl-arm, s s. gut, h geflammt, gr A gegen unten zahlreicher

Tiefe (in m)	Lithologie	zusätzliche Mineralien zur Gneiss-Standardzusammensetzung	Pegmatit, Q-Fsp-Kumer	Gneisdurchschlagungen: Aplit	Gneisdurchschlagungen: Quarzit	Gneisdurchschlagungen: Gl-Schiefer	hornfelsartige Schollen	mono- oder polymineralische Aggregate (Kumure, Nester, Lagen)	Klüfte, Kluftmineralien	Beschreibung
		Hb, Cc						A		s. inhom grobkg Gn m Nestern, gesprenkelt, lagig bis grobflas
							zahlr.			inhom fkg gefältelter Bi-Gn, ± geflammt, m Nestern
		Hb		×						aug-porph flas 2Glgn
		Gr			×	×				inhom grobkg flas Bi(±Chl)-Schiefergn
		Gr			×			A		fkg f. knot Bi-Chl-Gn bis -schiefer, Hgl-arm
		Ky, Stau								Bi-flasergn bis -schiefer
						×				inhom ± geschieferter Agn