Zeitschrift: Eclogae Geologicae Helvetiae

Herausgeber: Schweizerische Geologische Gesellschaft

Band: 50 (1957)

Heft: 2

Artikel: Geologie der Stammerspitze : Untersuchungen im Gebiete zwischen Val Sinestra, Val Fenga und Samnaun (Unterengadin)

Autor: Kläy, Louis

Kapitel: Basale Bündnerschiefer

DOI: https://doi.org/10.5169/seals-162219

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

der Altersfrage, ihren makroskopischen und mikroskopischen Merkmalen alle Aufmerksamkeit geschenkt.

Quartärgeologischen und hydrologischen Erscheinungen wurde nicht systematisch nachgegangen.

Im Laufe der Untersuchungen tauchten neue Fragen auf, auf die in den einzelnen Kapiteln näher eingegangen werden soll. Kursorische Begehungen von Nachbargebieten erleichterten und festigten das Verständnis der gewonnenen Beobachtungen. Als Grundlage und als eine der Hauptaufgaben betrachteten wir von Anfang an die Erstellung einer geologischen Karte im Maßstab 1:25000 (für den Stammerspitz 1:10000), deren Druck als Teil eines zukünftigen Atlasblattes 417–Samnaun Krönung unserer Bemühungen der Sommer 1952–1955 sein wird.

Basale Bündnerschiefer

Diese mächtigen Schieferserien nehmen den Südosten unseres Arbeitsgebietes ein und liegen zur Hauptsache auf dem Nordwestschenkel der grossen Unterengadiner Schieferantiklinale. Ihre geologische Verbreitung ist dem beigegebenen tektonischen Übersichtskärtchen (Taf. I) zu entnehmen. Sie repräsentieren obere Partien der im Unterengadiner Fenster aufgeschlossenen Schiefermassen; basalere Anteile sind in der Val Sinestra (beim Kurhaus) und in der Tiefe der Innschlucht bei Hochfinstermünz sichtbar. Eine auf neueren Methoden basierende Untersuchung und zusammenfassende Darstellung dieser orogenen Gesteinsserien, die zwei Drittel des Fensterraumes beanspruchen und am Piz Mundin (3146 m) eine noch nicht näher untersuchte Schale von Ophiolithen führen, drängt sich heute auf. Unsere Ausführungen wollen als Beitrag zu einer späteren, umfassenden und vergleichenden Bearbeitung des ganzen Fensterkernes bewertet sein und beschränken sich deshalb auf eigene, allerdings durch ältere Literatur fundierte Beobachtungen. Als eine wahre Fundgrube lithologisch-petrographischer Beobachtungen sind die sorgfältigen Arbeiten des Österreicher Geologen W. Hammer (1914) zu bezeichnen; sie sind aber in tektonischen und stratigraphischen Belangen kritisch aufzunehmen.

A. STRATIGRAPHIE

Eine Gliederung dieser von Hammer (1914) «Basale Bündnerschiefer» bezeichneten Gesteinfolgen in wohl definierte Serien und ihre altersmässige Einordnung konnte infolge Fehlens ausscheidbarer Horizonte nicht durchgeführt werden. Trotzdem seien die erreichten Ergebnisse hier mitgeteilt.

1. Besprechung von vier Profilen

(siehe Taf. II)

Wir bescheiden uns auf die Wiedergabe von vier lückenlos durchgehenden Profilen, aus denen die Schwierigkeiten einer Seriengliederung in unterscheidbare Zonen hervorgeht. Für die stratigraphische und anschliessend auch tektonische Erforschung ist die laterale Verfolgung ausgeschiedener Gesteinskomplexe unerlässlich.

Die Profile II und III werden von Flyschschiefer der unterostalpinen Basalschuppe überlagert und lassen sich annähernd parallelisieren. In beiden Profilen kann eine «quarzitische» von einer «kalkig-tonigen Tüpfelschiefer-Serie» abgegrenzt werden. Bei III (mit Ziffer 4 bezeichnet, siehe Legende p. 336) ist als das charakteristischste Glied des ganzen Schichtstosses ein ungefähr 100 m mächtiger Komplex spätiger Kalke in Gestalt bis 1 m dicker, mit Tonschiefern wechsellagernder Bänke eingeschaltet, der gegen Nordosten bis in die obere Val Sampuoir (südwestlich Munt da Sterls) verfolgt wurde. Auf dem schmalen Muttler-Südgrat zwischen P. 3149 und P. 2954 tritt dieser Gesteinszug ebenfalls in ungefähr gleicher Mächtigkeit auf. Von da ab südwestwärts konnte dieses an «Tristelschichten» erinnernde Gestein nicht mehr nachgewiesen werden. Auch auf dem Westhang des Piz Arina nicht, wo es der allgemeinen Lagerung der Gesteinsschichten entsprechend durchziehen sollte. Die in Val Trommas auf 2560 m und in Val Bolchèras auf 2190 m in die Schiefer eingebetteten Linsen von hell anwitterndem, blaugrauem Spatkalk liegen zu hoch als dass sie die zerrissene Fortsetzung dieses Gesteinszuges darstellen könnten. Trotz zahlreicher Dünnschliffe lieferten diese am Ost- und Südgrat des Muttler anstehenden, von dichten, dolomitischen und kalkigen Fragmenten durchspickten Kalke, die auch feinbrecciöse Lagen enthalten, nicht die geringsten organischen Überreste. Auch lassen die Kalkkörner keine «Echinodermen-Gitterung», wie sie sonst noch bei stark rekristallisierten Gesteinsproben beobachtet werden kann, erkennen.

Bei den spätigen Kalken und Quarziten der Horizonte 2 und 4 des Profils III ist die Frage berechtigt, ob nicht aus dem Grenzgebiet zwischen hochpenninischem und unterostalpinem Ablagerungsraum stammende, tektonisch in die Bündnerschiefer eingeschobene Schichtglieder vorliegen (vgl. p. 390).

Der Schichtstoss des Profils IV, zum Hauptteil aus schiefrigen, rostig anwitternden Sandsteinen bestehend, findet keine Parallelen in den übrigen Schichtfolgen. Wir vermuten daher das Vorliegen einer höheren Bündnerschiefer-Schuppe.

Bei Profil I wagen wir keine Korrelationen durchzuführen. In den oberen Partien vermuten wir Verschuppung mit unterostalpinem Flysch. Im Hangenden stösst das Profil direkt an unterostalpinen, ophiolithführenden Flysch der Tasna-Decke, das Hochpenninikum scheint hier zu fehlen. Ehe aber Gültiges ausgesagt werden kann, sollte die Berggruppe Piz Champatsch–Piz Soèr im Detail kartiert werden.

Nachstehend wird die Gesteinsabfolge dieser vier Profile beschrieben. Die Mächtigkeiten sind der Tafel II zu entnehmen.

I

Kurhaus Val Sinestra–Val da Ruinas–Piz Spadla–Fil Spadla–Piz Soèr

12 Feingeschichtete, braunrot verwitternde, quarzitische Feinbreccien bis Sandsteine in Wechsellagerung mit 8

11 Mehr oder weniger quarzitische Kalke und Kalkschiefer, Kalkmergelschiefer und Tonschiefer mit zahlreichen 0,5–1 m dicken Breccien- und Sandsteinlagen

10 Quarzitische Feinbreccien; Kalke, Kalkschiefer und Tonschiefer in Wechsellagerung

9 Kalkschiefer und Tonschiefer wechsellagernd, mit braun anwitternden Sandsteinen

8 Dünngeschichtete, quarzitische Kalkschiefer (1–5 cm, im Durchschnitt 2–3 cm dick) mit schmächtigen Tonschiefern (1–3 cm) wechsellagernd und mit spärlichen Einschaltungen von sandigen Lagen. Der Komplex erinnert an unterostalpinen Flysch, wie er z. B. im Fimbertal ansteht

7 Wechsellagernde Kalk-, Ton- und quarzitische Sandsteinschiefer

6 Mehr oder weniger tonige Kalkschiefer, obere Teile als getüpfelte, mergelige Kalkschiefer ausgebildet

5 Graue, rotbraun bis orange verwitternde, auf den Schichtflächen silbrig glänzende, massige Sandsteine von feinem Korn; getüpfelte, graue Kalkschiefer mit geringen tonigen Zwischenlagen; rotbraun verwitternde, serizitführende, feine, kalkig-quarzitische Sandsteine bis Sandkalkschiefer. Die Sandsteine blättern leicht auf. Nach oben in plattige Kalk- und Tonschiefer übergehend; Kalk-, Ton- und Kalkmergelschiefer; braunorange verwitternde Quarzite bis kalkige Quarzite

4 Feingeschichtete bis blättrige Spatkalkschiefer, getüpfelt

3 Kalke, Kalk-, Kalkmergel- und Tonschiefer mit eingeschalteten rot anwitternden, kalkigen Quarziten und cm dicken Sandsteinlagen, meist getüpfelt
2 Feingeschieferte Quarzsandsteine und rostig anwitternde Feinbreccien, dazwischen etwas Tonschiefer; getüpfelte Kalkmergel und blauschwarze bis silbergraue Tonschiefer; serizitführende, feinkörnige Sandsteine; quarzitische Kalke in Form von blaugrauen, massigen Bänken; feinkörnige Sandsteine
1 Blaugraue, kristallinische Kalke, dünnschichtige, getüpfelte Kalkmergelschiefer, etwas blaue Tonschiefer, z.T. serizitisiert.

II

Südhang Stammerspitz, Tobel westlich Graskamm Tschütta (1920–2800 m)

8 Dickere (5–20 cm) Bänke von rauh anwitternden, quarzitischen, grobgetüpfelten Kalken mit dazwischen geschalteten Tonschiefern = quarzitische Tüpfelschiefer-Serie. «Helle Bündnerschiefer» nach W. HAMMER (1914)
7 Vorherrschend dünnschichtige (1–3 cm) Kalkschiefer mit Tonschiefern wechsellagernd. Einzelne quarzitische Kalklagen getüpfelt; etwas Kalkmergel
6 Bei 2545 m zahlreiche niveauunbeständige Quarzitlinsen von einigen m Durchmesser (Phakoide)
5 Muskowitführende Dolomit-Quarzfeinbreccie bis Sandstein; bis 2 m dicke, orange anwitternde Quarzite; 1–4 cm dicke Kalkschiefer, durch tonige Häutchen getrennt; kalkige Quarzitbänke (⅓–1 m) und massige Bänke aus reinem Kalk bis Kalkmarmor; orange anwitternde, frisch blaugraue, gut geschichtete (3–6 cm dicke Bänkchen), kalkige bis kalkfreie Quarzite bis quarzitische Kalkschiefer; dünnplattige bis dünnbankige (1–15 cm dicke), getüpfelte Kalkschiefer mit tonigen Einlagen; Quarzite bis Quarzsandsteine und Tonschiefer. Vereinzelte kalkige und mergelige Lagen
4 Dünnplattige Kalkschiefer, Kalkmergel- und Tonschiefer. Die Kalke gelegentlich quarzhaltig. Bei 2345 m sandige bis feinbrecciöse, linsige Einschaltungen (grobkörniger, kalkig-quarzitischer, glimmerführender Dolomit-Quarz-Sandstein bis Feinbreccie). Diese Linsen fallen in der schiefrigen Umgebung durch ihre Massigkeit auf. Eine nicht sehr ausgeprägte Tüpfelung, vor allem der mergeligen Gesteine, ist über den ganzen Komplex verbreitet
3 Massige, graublaue Kalke bis Kalkmarmore und quarzitische Kalke, letztere bräunlich-gelblich verwitternd. Tonschiefer wenig. Ausschwitzungen von Kalzit und Quarz
2 Mergelige Kalkschiefer, Kalkmergel- und Tonschiefer. Zuoberst ca. 35 m plattige, vielfach mergelige Kalkschiefer in Lagen von 2–5 cm mit dazwischengeschalteten, feinen Tonschiefern. Unten 20 m Kalkmergel- und Tonschiefer, untergeordnet dünngeschichtete Kalkschiefer. Quarzite sehr selten. Die stumpfgrauen Tonschiefer sind oft sandigserizitisch (Halbphyllite). An der Basis bei 2080 und 2081 m graue, linsig texturierte, kalkig-quarzitische Quarzsandsteine von einigen cm Dicke
1 Gut gebankte (bis 2 m, durchschnittlich 20–30 cm dicke) kalkige bis kalkfreie, rostrot anwitternde, frisch graublaue bis olivfarbene, manchmal glimmerführende Quarzite mit schmächtigen, blauschwarzen Tonschieferzwischenlagen, die öfters bis zu Meterdicke anschwellen. Rhomboedrische Absonderung der massigen Bänke. Bei Abnahme des Quarzgehaltes findet Übergang in quarzitischen Kalk statt. Glimmerführende Kalkmergel sind vertreten, aber selten.

III

Stammerspitz Ostgrat–Fuorcla Maisas–Muttler–Fuorcletta (2804 m)

9 Rauh anwitternde, getüpfelte, quarzitische Kalkschiefer von schmutzigweisser bis beigefarbener Anwitterungsfarbe; daneben atypische graue Kalkschiefer, Kalkmergel und Tonschiefer. Quarzitische Tüpfelschiefer-Serie = nach HAMMER «Helle Bündnerschiefer»
8 Schmutzigolivgrüne, kalkarme bis kalkfreie Quarzite in Linsenform. Nicht streng niveaubeständig. Daneben wurden schwache Diskordanzen festgestellt. «Zone der Quarzitphakoide»
7 Quarzitische Kalkschiefer, daneben getüpfelte Kalkmergelschiefer und etwas Tonschiefer
6 Vorherrschend dünnschichtige, graublaue, getüpfelte Kalkschiefer bis Kalkmergelschiefer, etwas blauschwarze Tonschiefer = «kalkig-tonige Tüpfelschiefer-Serie»

5 Feinblättrige, rostrote Sandsteine bis reine Quarzite neben atypischen, oft getüpfelten Kalkschiefern mit mergeligen und tonigen Einschaltungen
4 Spätige Kalke mit dolomitischen und kalkigen Fragmenten bis feine Kalk-Dolomit-Breccien in Gestalt massiger Bänke mit eingeschalteten dünnen, blauschwarzen Tonschiefern. Pseudotristelschichten
3 30–70 cm dicke Quarzitbänke mit 2–10 cm dicken Tonschieferlagen wechsellagernd. Pseudo-Gault
2 Tonschieferreiche, zurückwitternde Zone mit geringmächtigen Quarzitbänken und Sandsteinen bis Sandkalken
1 Rotbraun verwitternde, beigefarbene und grüne Quarzite mit dünnen Tonschiefereinschaltungen. Linsige, einige cm dicke Breccienlage (Dolomit-, Kalkkomponenten usw. bis zu Nussgrösse) eingelagert.

IV

Nordost-Seite des Piz Arina (2500–2828,1 m)

4 Blauschwarze Tonschiefer; graue, grau und ockerfarben anwitternde, massige, z.T. schiefrige Sandsteine bis Sandsteinschiefer von vorwiegend feinem Korn. Die massigen Komplexe blättern leicht auf
3 Blauschwarze Tonschiefer mit eingeschalteten, einige mm bis ½ m dicken Kalkschiefern bis -bänken
2 Dünngeschichtete (½–5 cm), graue Sandkalkschiefer, wechsellagernd mit tonig-serizitischen Zwischenlagen von ⅓ bis 1 mm
1 Feingeschichtete, graue, serizitführende, kalkarme bis kalkfreie Sandsteine bis Sandsteinschiefer. In den oberen Partien zwei feinkörnige Quarzbreccienlagen von je 2–3 m.

Verschiedentlich wurden in den basalen Bündnerschiefern neben den schon erwähnten, einigermassen horizontbeständigen Quarzitlinsen (Profil II und III der Tafel II) grössere, an keine bestimmte Schieferniveaus gebundene Schollen festgestellt. Im folgenden seien diese, obschon ihre stratigraphische Stellung nicht bekannt ist, der Vollständigkeit halber aufgeführt.

TRISTELKALKÄHNLICHE SPATKALKE, hellgraublau anwitternd, frisch dunkelgraublau, massig, mit gelblichen Dolomitpartikeln. Auch den Rhätkalken der Stammer-Serie (p. 408, 1) oder dem Steinsberger Lias täuschend ähnlich:

a) In Val Bolchèras auf 2190 m und 5–10 m rechts über dem Bachbett,
b) Auf dem breiten Grasrücken südlich Val Bolchèras, ca. 2200 m als ca. 3 × 9 m grosse Scholle;
c) In Brünun südwestlich des Stammerspitzgipfels auf 2560 m Höhe [819,9/198,1].

QUARZSANDSTEINE:

d) Nördlich Val Trommas auf 2600 m, Stammerspitz-Westgrat [820,1/198,3]. Gut gerundete, auffallend rostrot anwitternde, ca. 1,5–4 m grosse Blöcke aus Quarzsandstein. Dünnschliffuntersuchungen dieses massigen und schwarz getüpfelten Gesteins ergaben die Anwesenheit von eckigen Quarzbruckstücken in mengenmässig stark variierendem, quarzitisch-kalkigem Bindemittel. Im Zement etwas tonig-ferritisch-graphitisches Pigment und Serizit, akzessorisch grosse Turmalinkörner, Biotit, Pyrit.

Die von W. Hammer (1914) und W. Medwenitsch (1953) verwendete Einteilung in «graue, helle und bunte Bündnerschiefer» wurde von uns als zu schematisch empfunden. Ausserdem trennen wir die im Hangenden der «hellen Bündnerschiefer» einsetzenden, «bunten Schiefer» vom Penninikum ab. Auf deren Flyschnatur wies schon Medwenitsch hin, er beliess sie aber als Kreidebildungen beim basalen Penninikum.

Aus den «hellen Bündnerschiefern» auf der Südseite des Stammers beschrieb Hammer (O. Ampferer und W. Hammer, 1911) graue Tüpfelschiefer und stellte

eine vollständige Übergangsreihe zu den radiolarienführenden, quarzitischen Kalkbreccien der oberostalpinen Stammer-Serie auf. Als ein der Deckenlehre ablehnend gegenüberstehender Forscher konnte HAMMER die an der Basis des Stammergipfels durchgehende Überschiebungsfläche nicht erkennen.

Wir unterscheiden zwischen einem tieferen, tonig-kalkigen und einem in den höheren Partien der basalen Bündnerschiefer auftretenden quarzitischen Tüpfelschiefer-Typus. In beiden Fällen liegen, wie einige Dünnschliffe erkennen liessen, durch Pigment getrübte Kalkkörperchen von ½–2 mm Grösse in einer fein- bis feinstkörnigen, tonig-quarzitisch-kalkigen, resp. kalkig-quarzitischen Grundmasse.

NOMENKLATUR VON TRÜMMERGESTEINEN

Wir folgen einem Vorschlag von P. NIGGLI (1952), den wir noch etwas präziser anwenden möchten. Trümmerbestandteile werden dem Hauptwort einverleibt und zwar so, dass die vorherrschende Komponente unmittelbar der Korngrössenbezeichnung vorangeht. Der Zement wird attributiv bezeichnet und zwar wiederum so, dass der Hauptgemengteil des Bindemittels direkt vor das Substantiv zu stehen kommt. Beispiel: Ein kalkig-quarzitischer Dolomit-Kalksandstein enthält in einer quarzitischen, etwas kalkigen Grundmasse neben Dolomitpartikeln zur Hauptsache Kalktrümmer.

Bei den quarzitischen Tüpfelschiefern ist der Zement fast kalkfrei. Lezterer enthält zahlreiche, aus kleinen Fragmenten hervorgegangene, völlig limonitisierte Dolomitrhomboeder. Die Tüpfelschiefer sind ihrer petrographischen Zusammensetzung nach als schwach metamorphe quarzitisch-kalkige bis kalkig-quarzitische Kalksandsteine zu bezeichnen. HAMMER (1914) gibt neben einer vorzüglichen Gesteinsbeschreibung (p. 466–467) eine Dünnschliffphotographie (Taf. XXIII, Fig. 2).

2. Fazielle Zusammenfassung

Die Bündnerschiefer, Sedimente des einstigen geosynklinalen, von Schelfgebieten umgrenzten Haupttroges, liegen als sedimentäre Mischgesteine von sandig-tonigem bis kalkigem Charakter (orogene Fazies) vor. Klastische (grob- bis feinstkörniges Material) und chemische Absätze bauen die im grossen ganzen erschreckend einförmigen, im einzelnen ausserordentlich wechselvollen Gesteinsserien auf. Kalke, Tonschiefer, Sandsteine, und Quarzite sind mit allen möglichen gegenseitigen Übergängen vertreten. Dolomitische Gesteine als Niederschläge des Flachmeeres sind in den Bündnerschiefern nie nachgewiesen worden. Beim Kurhaus Val Sinestra (1521 m) beherrschen mehr oder weniger mergelige, glimmerführende Kalkschiefer bis massige Kalke mit dünnen Belägen oder stärkeren Lagen von blauschwarzen bis silbergrauen Tonschiefern den Gesteinscharakter (bathyaler Faziestypus), während sandiger und grobkörnigerer Detritus in den oberen Partien der basalen Bündnerschiefer sich stärker bemerkbar macht.

Eine Zu- oder Abnahme der Kristallinität von unten nach oben kann, da zuverlässige, exakt definierte Kriterien für schwach epimetamorphe Umwandlungen noch nicht ausgearbeitet sind, nicht festgestellt werden.

Linsenförmige Einschlüsse in den höheren Anteilen des Bündnerschiefers können verschiedener Herkunft, bzw. Entstehung sein:

a) In den Profilen II und III (Taf. II) z. B. sind auf der Süd- und Westseite des Stammerspitzes ziemlich niveaubeständige Quarzitschollen auf weite Erstrek-

kung zu verfolgen. Es handelt sich wohl um ehemals den Schiefern konkordant eingelagerte, später mechanisch deformierte Bänke aus sprödem Quarzit (tektonische Gerölle).

b) Nur gelegentlich auftretende Schollen aus dunkelgraublauem, spätigem Kalk, die durch ihre Massigkeit in der schiefrigen Umgebung auffallen, sind entweder tektonisch eingeschleppt oder bei der Sedimentation als Gleitpakete eingedrungen. Sie haben oft erhöhte mechanische Beanspruchung erlitten.

3. Geologisches Alter

Es gelang trotz zahlreicher Gesteinsschliffe nicht, irgendwelche organische Spuren in den Bündnerschiefern zu entdecken.

Bei dem wichtigen Fund von Oberkreideforaminiferen von Campanien–Maestrichtien–Alter, die nach G. Torricelli (1956) dem basalen Bündnerschiefer (150–200 m im Liegenden der am Südrand des Fensters die Tasna-Decke unterteufenden Ophiolithe) entstammen sollen, ist die Frage berechtigt, ob die krinoiden- und foraminiferen-führende Feinbreccie nicht eher der hochpenninischen Serie oder sogar dem Unterostalpin angehört. Analog frische und mechanisch unversehrte Gesteine fehlen in unserem Arbeitsgebiet, so dass wohl wenig Hoffnung besteht, die Bündnerschiefer der hinteren Val Sinestra mittels mikropaläontologischer Untersuchungsmethoden altersmässig festlegen zu können.

B. TEKTONIK

Die Besprechung der Tektonik der basalen Bündnerschiefer erfolgt der Einheitlichkeit des Baumaterials gemäss nach tektonischen Strukturelementen und nicht gebietsweise.

1. Die grosse Schieferaufwölbung

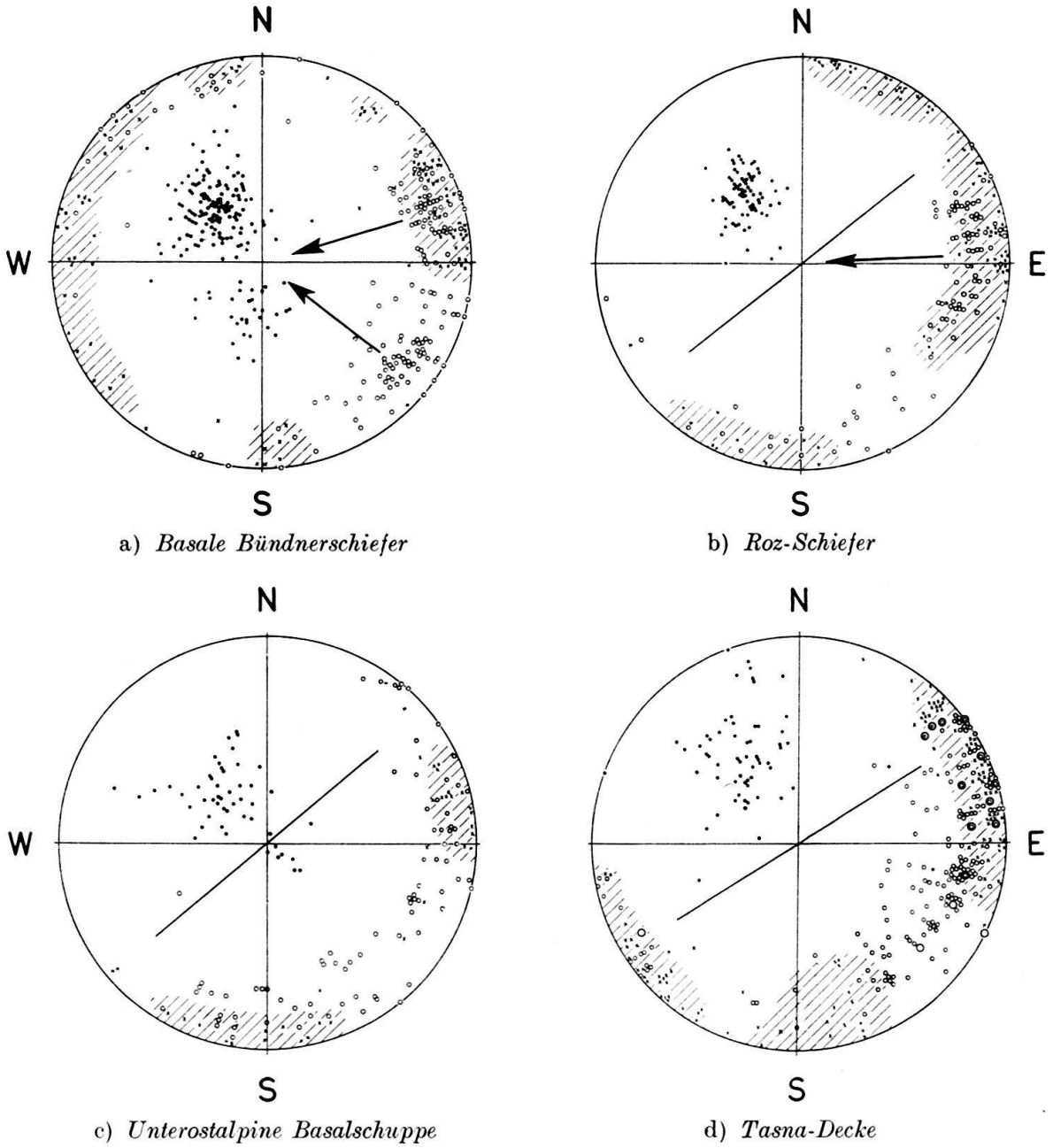
Als tektonisches Grosselement erster Ordnung beherrscht die zentrale, SW–NE streichende Schieferantiklinale die Lagerungsweise der Gesteinsschichten unseres Aufnahmegebietes. Ihre Achse durchzieht vom Piz Mundin (Scheitellinie 300 m südsüdöstlich P. 2938,0 südwestlich Piz Salet, 2971 m) die hintere Val Sinestra; bei günstiger Morgenbeleuchtung ist in der Ostwand des Piz Spadla die beidseitige flache Abbiegung der Schichten trefflich zu erkennen und zwar verläuft die Scheitellinie der Antiklinale etwas südlich des Gipfels dieser breiten, symmetrischen Berggestalt. Aus dem Kartenbild ergibt sich demnach für unseren Gebietsabschnitt ein Achsenstreichen von N 51–53° E, während das Achseneinfallen gegen SW infolge fehlender Leithorizonte nicht zu ermitteln ist. Nordwestlich des Gewölbefirstes fällt das Gesteinsmaterial isoklinal gegen NW, südöstlich davon in südlicher (!) Richtung ein.

Die Arsensäuerlinge von Val Sinestra (südlich des kartierten Gebietes) entspringen aus den Schiefern des SE-Schenkels unweit der Scheitellinie der Fensterantiklinale[2]). Durch das schluchtartige Quertal der Brancla wurde beim Kurhaus

[2]) Vgl. J. Cadisch (1946): Ein Beitrag zur Geologie der Mineralquellen von Schuls-Tarasp. Eclogae geol. Helv. 39,2.

(1521 m) der am tiefsten reichende Aufschluss der basalen Bündnerschiefer des ganzen westlichen Fensteranteiles geschaffen.

Aus dem tektonischen Diagramm (Fig. 1, a), das sich wie die übrigen mit Ausnahme der Messungen in der Val da Ruinas, am Piz Spadla und Piz Soèr (2916,8) strikte auf das von uns kartierte Gebiet beschränkt, lässt sich herauslesen:



a) *Basale Bündnerschiefer* b) *Roz-Schiefer*

c) *Unterostalpine Basalschuppe* d) *Tasna-Decke*

Zu d). Punkte: Nur Schichtflächen von Flyschschiefern eingemessen; kleine Ringe: Faltenachsen im Flysch; grosse Ringe: Tristelschichten; Doppelringe: Falten im «Gault» mit Radien > 5 m.

Fig. 1. *Kleintektonische Elemente aus dem Unterengadiner Fenster in flächentreuer Projektion* (LAMBERTsche Projektion).

Bei den Faltenachsen (Ringe) wurde der Durchstichpunkt, bei den Schichtflächen (Punkte) und Klüften (Kreuzchen) der Durchstichpunkt der Normale der eingemessenen Flächen eingetragen (in obere Halbkugel). Ausgezogene Linie: Generelles Schichtstreichen, Pfeil: Streichrichtung der Kleinfaltenachsen, schraffierte Felder: Kluftsysteme.

1. Werden nur die Schiefer auf dem NW-Schenkel in Betracht gezogen, so ergibt sich für die Fensterlängsachse ein Streichen von N 51° E (stimmt mit dem auf p. 338 angegebenen überein)[3]).

2. Die Fallrichtungen der Schichtkomplexe der beiden Schenkel stehen aber in einem stumpfen Winkel zueinander (südliches und nicht südöstliches Schichteinfallen am Piz Arina!). Wir sprachen schon im stratigraphischen Teil (p. 334) die Vermutung aus, es könnte am Piz Arina eine höhere Schuppe der Bündnerschiefer vorliegen. Die generell etwas verschiedene Lage der Schichten am Piz Arina scheint unsere Auffassung zu bestätigen, wenn auch nicht von der Hand zu weisen ist, dass die Lage des Untersuchungsgebietes am SW-Ende des grossen Gewölbes Tendenzen zu periklinalem Streichen in sich tragen muss. Im letzteren Falle ergäbe sich für das grosse Unterengadiner Schiefergewölbe ein Streichen von etwa N 65° E.

Ein kleiner Zweigsattel untergeordneter Bedeutung zieht zwischen Stammerspitz und Piz Chamins durch, zweifellos durch die hier rasch anschwellenden Sedimente der Stammer-Serie sekundär bedingt. Seine Achse läuft einigermassen der Scheitellinie der grossen Schieferantiklinale konform und liegt auch den Faltenachsen in der Stammer-Decke annähernd parallel (vgl. Fig. 20). Dies spricht für direkten Zusammenhang zwischen Stammer-Decke und dem erwähnten Zweigsattel, einem Strukturelement von lokaler Bedeutung.

Der von J. Cadisch (1950) erwähnte, durch das Quellgebiet von Scuol-Tarasp streichende Nebensattel tangiert unser Gebiet nicht. Er dürfte weiter südlich durchgehen oder auch aussetzen.

Die Grenzfläche gegen das Hangende ist scharf abgrenzbar, ist eine einfache, verbogene, nur an das Basis der Stammerspitze eingebuchtete Fläche. Verschuppungen sind nicht beobachtet worden, ebenso scheint nirgends eine nennenswerte Anstauung der Schiefermassen stattgefunden zu haben.

2. *Verfaltung im Mittelbereich*

Im grossen ganzen zeigen die Schiefermassen eine ruhige Lagerung und die primären Mächtigkeiten dürften nicht erheblich geringer als die ermittelten, tektonischen gewesen sein. Die Tektonik dieses Geosynklinalgebietes ist von den besser untersuchten Nachbargebieten penninischer Zugehörigkeit nicht verschieden. Einen zusammenfassenden Vergleich mit dem Prätigauer Halbfenster vermittelte uns J. Cadisch (1950).

Tektonische Komplikationen grösseren Stils stellen sich nur am Grat Muttler–Piz Arina ein, wo fraglich unterostalpine Schichtglieder als massigere, starrere Elemente gegen WNW abtauchende Faltenwalzen von bedeutenderem Radius bilden (Fig. 12).

Die Kleintektonik gestaltet sich durch die unendliche Wechsellagerung von härterem und plastischerem Material und die dadurch begünstigten Differentialbewegungen innerhalb der Schichten sehr kompliziert. Diese intensive Kleinfältelung kann nur durch schichtparallele Bewegungen erklärt werden. Clivage ist häufig, aber lokal beschränkt.

[3]) Die berücksichtigte Kompass-Korrektur (Deklination) betrug für das Gebiet Val Sinestra-Samnaun und für die Jahre 1952–1955 ca. 5° W. Vgl. Isogonen-Karte der Schweiz. Meteorologischen Zentralanstalt.

Mit Hilfe der Faltenachsen aller Kaliber versuchten wir die Vergenz der in den basalen Bündnerschiefern wirkenden Schubkräfte zu ermitteln, da sich bekanntlich das durchschnittliche Faltenstreichen senkrecht zur Richtung des faltenden Zusammenschubes anordnet. Jede Richtung entspricht dabei einem Bewegungsakt mit einem anderes geartetem Kräfteplan. Bei Überrollung von Faltenumbiegungen lösen sich diese völlig aus dem Gesteinsverband und liegen alsdann als bolzenförmige Zylinder (Zentimeter- bis Dezimeter-Bereich) zwischen den Schiefern. Auch sie

Phot. L. Kläy

Fig. 2. Fraglich atektonische Verfaltung im Bündnerschiefer (subaquatische Rutschungsachsen) westlich Fuorcla Pradatsch, 2580 m.

wurden eingemessen. Auf eine Eliminierung der geringfügigen Fehlerquelle, die aus der nachträglichen Aufrichtung des Fenstergewölbes und dem dadurch bedingten Abdrehen der Faltenachsen resultiert, wurde abgesehen. Primär lagen die Faltenstränge wohl mehr oder weniger horizontal und blieben innerhalb einer Schichtplatte.

Es ist hier die Frage berechtigt, ob in den Bündnerschiefern nicht auch atektonische, synsedimentär durch Rutschung entstandene Falten vorliegen. Wulstartige, verdrehte Faltenstränge, Doppelfalten mit starken Achsenrichtungsänderungen sind bei orogen-tektonischer Beanspruchung kaum zu erwarten. Nach W. Plessmann (1953) geben überdies Rutschungsachsen beim Einmessen in Sammeldiagramme starke Streuungen und von den Faltenachsen tektonischer Entstehung (B-Achsen) abweichende Maxima. In unserem Beispiel (Fig. 2) mit Wulstachsenstreichen von N 55°, 75°, 100° E, Fallen 0–2° E trifft dies tatsächlich zu.

Subaquatische und präorogene Gleitfaltung fehlt im Bündnerschiefer-Sedimentationstrog allem Anschein nach nicht, und sollte in zukünftigen Arbeiten berücksichtigt werden.

In unserm tektonischen Diagramm (Fig. 1a), dem ungefähr 100 Messungen von Kleinfalten- und Streckungsachsen zu Grunde liegen, sind zwei, ziemlich gleichwertige Richtungen von Faltenachsen vertreten:

a) Eine WSW–ENE-Richtung (Str. N 73° E, F. 15° WSW),
b) Eine NW–SE-Richtung (Str. N 128° E, F. 17° NW).

Die Achsen tauchen, der Lage des Kartierungsgebietes am NW-Rand des Unterengadiner Fensters und auf dem SE-Schenkel des Schiefergewölbes entsprechend, nach WSW, resp. NW ab.

3. *Rupturelle Erscheinungen (Brüche und Klüfte)*

Von besonderem Interesse sind einige ungefähr N–S verlaufende Verwerfungen mit saigeren oder sehr steilstehenden Verschiebungsflächen, die sich auch morphologisch durch Felskamine, Bacheinschnitte, breitere und schmälere Runsen usw. im Landschaftsbild bemerkbar machen.

a) In der vorderen Val Lavèr, südöstlich Prümaran da la Muranza, ziehen vom Bachbett zwei breite, steile Rinnen in nordnordwestlicher Richtung in waldbestandenes, von mächtigem Moränenschutt überdecktes Gelände aufwärts. Beim westlichen Einschnitt konnte mit Hilfe eines Quarzithorizontes – Horizont 1 von Profil II der Taf. II zieht hier durch – eine Verstellung des Ostflügels gegen Norden von wenigstens 60 m (vertikal zu den Schichtflächen gemessen) nachgewiesen werden. Die Bruchfläche streicht annähernd N 180° E.

b) In der mittleren Val Tiatscha, westlich Tschütta, einem grasbewachsenen Rücken auf der Südseite der Stammerspitze, ist an einer ebenfalls N–S streichenden, saigeren Verwerfungsfläche der Ostflügel um ca. 15 m nordwärts (diagonaler Saigersprung) verstellt worden.

Diesen wenigen, sicher feststellbaren Rupturen kommt trotz der geringen Sprunghöhen insofern prinzipielle Bedeutung zu, als sie sich auf das gesamte Unterengadiner Fenster ausdehnen. Aus der Gegend von Finstermünz beschreibt z. B. W. Hammer (1914) gleichgerichtete, grosse Klüfte, nach Herrn Prof. Dr. J. Cadisch, Bern (mündliche Mitteilung) und eigenen Beobachtungen entspringen die Arsensäuerlinge von Bad Val Sinestra auf einer N–S bis NNW–SSE orientierten, steilstehenden Störung. Auf Luftaufnahmen aus dem Photoatlas 1946 der Eidgenössischen Landestopographie ist dieses tektonische Element deutlich erkennbar. Es kommt in NE-Richtung zu einem treppenförmigen Aufsteigen der einzelnen Segmente, wodurch das rasche, achsiale Aufsteigen der grossen Schieferantiklinale verstärkt wird.

Gegenläufige Bewegungen, durch die der W-Flügel höher zu liegen kommt, sind wie an einem Beispiel am Südhang des Stammerspitzes beobachtet werden konnte, ebenfalls vertreten. Hier im Tobel zwischen den Grasrücken Urezza und Tschütta auf 2590 m Höhe und in den Felsen im Weidgelände östlich Alp Pradgiant (2500 m) ist zwischen den saiger stehenden, einige Zentimeter klaffenden Bruchflächen eine aus eckigen Schieferstückchen bestehende Dislokationsbreccie mit verkieseltem,

durch Eisenlösungen braunorange gefärbtem Bindemittel eingeklemmt. Eine zu Phakoiden zerborstene Quarzitbank (vgl. p. 335, Profil II, 6) am Südhang des Stammers weist einen mit Rutschstreifen versehenen, N 180° E streichenden, polierten Rutschharnisch auf (Fig. 3), dessen Rillen senkrecht stehen. Gelegentlich gehen von diesen Störungen fiederartige Kluftsysteme aus, die aber nicht berücksichtigt wurden. Häufiger sind Schleppungserscheinungen.

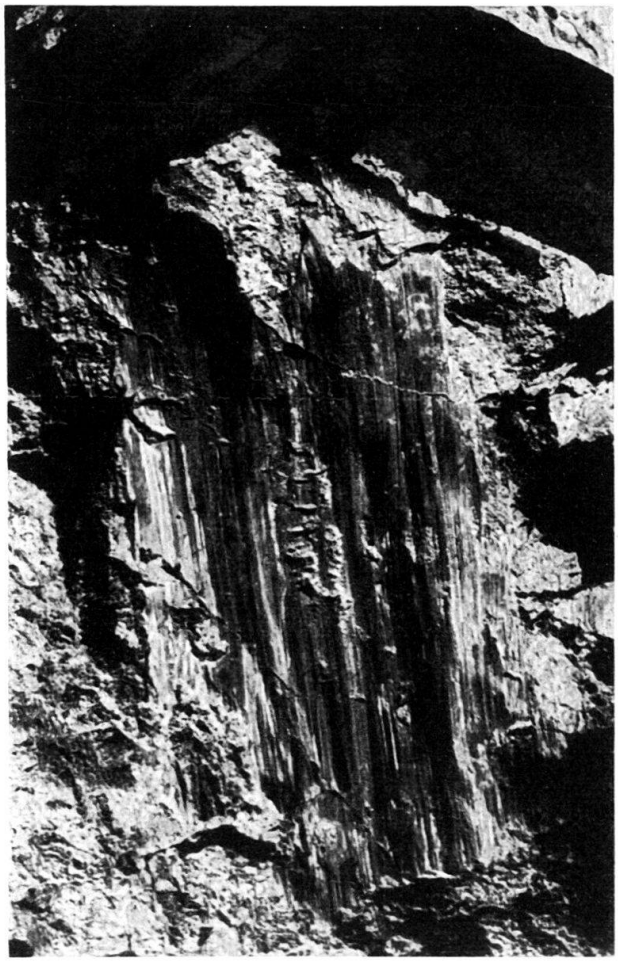


Fig. 3. Quarzitscholle (Phakoid) mit Rutschharnisch und -streifen in den basalen Bündnerschiefern der Südseite des Stammerspitzes.

In Figur 1 a sind auch die Klüfte eingetragen. 2 Systeme konnten zusammengefasst werden, die wie folgt streichen und fallen:

a) N 160–170° E, F. 80° ENE oder WSW,

b) N 85° E, F. 80–90° bald S, bald N,

wobei das erstere stärker, das zweite schwächer in Erscheinung tritt. Kluftsystem a) steht senkrecht zu einer Faltenachsen-Richtung, das andere ungefähr parallel dazu (Faltenverwerfungen bei Verschiebung). Die Klüfte sind öfters (statistische Untersuchungen wären interessant) durch ein Quarz-Kalzit-Gemenge verheilt und weisen manchmal senkrecht angeordnete und abgeplattete, das heisst den Kluftflächen angepasste Drusen mit zentimetergrossen Quarz- und Kalzitkristallen auf.

Die Ausbildung der Klüfte und Verwerfungen (Bruchphase) kann zeitlich der Aufwölbung der Bündnerschiefer zugeordnet werden.

Hochpenninische Bündnerschiefer (Roz-Serie)

(Schuppenzone von Champatsch, J. Cadisch, 1934 a und b)

Als breiter, scheinbar ungestörter Gürtel aus monotonen Schiefergesteinen durchzieht diese von J. Cadisch (1948) erstmals ins obere Penninikum gestellte und der Margna-Decke resp. der Platta-Decke Südbündens gleichgesetzte Zone unser Arbeitsgebiet von SW nach NE. Sie kann nach diesem Autor mit der «Schuppenzone von Champatsch» der südwestlichen Fensterecke parallelisiert werden und entspricht dem «Hochpennin» der österreichischen Geologen (W. Medwenitsch, 1953). Vom Liegenden ist sie durch Lamellen aus Dolomit, Kalk und Quarzit, durch