**Zeitschrift:** Eclogae Geologicae Helvetiae

**Herausgeber:** Schweizerische Geologische Gesellschaft

**Band:** 54 (1961)

**Heft:** 2

**Artikel:** Die helvetischen Sedimente am Nordostrand des Mont Blanc-Massivs (zwischen Sembrancher und dem Col Ferret)

**Autor:** Grasmück, Kurt

**Kapitel:** Detailprofile und Regionalbeschreibungen

**DOI:** https://doi.org/10.5169/seals-162823

**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:** 12.07.2025

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

Nach RABOWSKI erlahmte das wissenschaftliche Interesse an unserem Untersuchungsgebiet. Eine neue Aktivität entfaltete sich erst wieder mit OULIANOFF, von dem seit 1934 eine Reihe von kurzen Publikationen, vorwiegend tektonischen Inhaltes über das Val Ferret und damit auch über das hier beschriebene Gebiet erschienen sind. Die einzigen neueren Kartierungen desselben stammen ebenfalls von OULIANOFF und wurden in der Generalkarte (M. 1:200000), Blatt Sion, verwertet.

Diese Untersuchungen sind in jüngster Zeit von R. TRÜMPY weitergeführt worden. Bis heute erschienen zwei Arbeiten, die eine über das Gebiet der Pierre Avoi, das direkt nördlich an das von uns behandelte anschliesst (1951); die zweite, umfangreichere (1954) ist das Resultat von Aufnahmen im Raum des hinteren Val Ferret (Atlasblatt 532: Gd. St-Bernard), das unser Terrain im Süden begrenzt. Hier wird das Autochthon allerdings nur kursorisch behandelt, so dass wir unsere Untersuchungen bis zur Landesgrenze ausdehnten. An dieser Stelle seien auch die Arbeiten meiner direkten Terrainnachbarn, die vor kurzem erschienene Dissertation von P. E. FRICKER (1960) über die Berge auf der rechten Seite des Val Ferret und die unveröffentlichten Aufnahmen von M. BURRI (1956) des Six Blanc, die am Rande ebenfalls noch Helvetikum berühren, erwähnt.

Auch südlich der Landesgrenze, im italienischen Val Ferret bzw. dem Val Veni, dessen struktureller Fortsetzung, wird in der Zone von Sion-Courmayeur gearbeitet. Ich weise nur auf die Dissertationen von M. B. CITA (1951) und P. ELTER (1954) hin; vor allem erstere befasst sich sehr eingehend mit helvetischen Problemen.

Das Hauptgewicht dieser neueren Forschungstätigkeit liegt aber auf den penninischen Serien. Unsere Aufnahmen sollen die zitierten Arbeiten von TRÜMPY, FRICKER und BURRI um den helvetischen Teil ergänzen und abrunden. Das Hauptproblem bildete dabei die Abklärung der Stratigraphie der autochthon-helvetischen Sedimente, welche wegen der besonderen paläogeographischen Verhältnisse – Transgression der Trias bzw. des Doggers auf Kristallin – allgemeinere Bedeutung besitzen. Die Kartierung soll für die Blätter Martigny und Orsières des Geologischen Atlas Verwendung finden.

## DETAILPROFILE UND REGIONALBESCHREIBUNGEN

Aus geographischen, aber auch aus stratigraphischen Gründen ergibt sich eine natürliche Zweiteilung des untersuchten Terrains in das Gebiet des Catogne im Norden und in jenes des Val Ferret im Süden. Wir beschreiben eingangs die Profile des Catogne, die uns vor allem über die Entwicklung der älteren autochthonen Glieder (Trias und Lias) Aufschluss geben und gehen nachher über ins Val Ferret, wo die autochthone Serie mit Doggerbildungen beginnt und wo das jüngere Autochthon (Dogger und Malm) ungestörter und vollständiger vorliegt.

Bei den helvetischen Deckenwurzeln beschränken wir uns auf das Profil des Torrent des Formis[3]), dem einzigen praktisch vollständig und lückenlos aufge-

[3]) Wildbach, der zwischen Verlona und Chez les Reuse von der Platte des Li Blanche hinunterführt (nach Siegfriedatlas, Blatt 526).

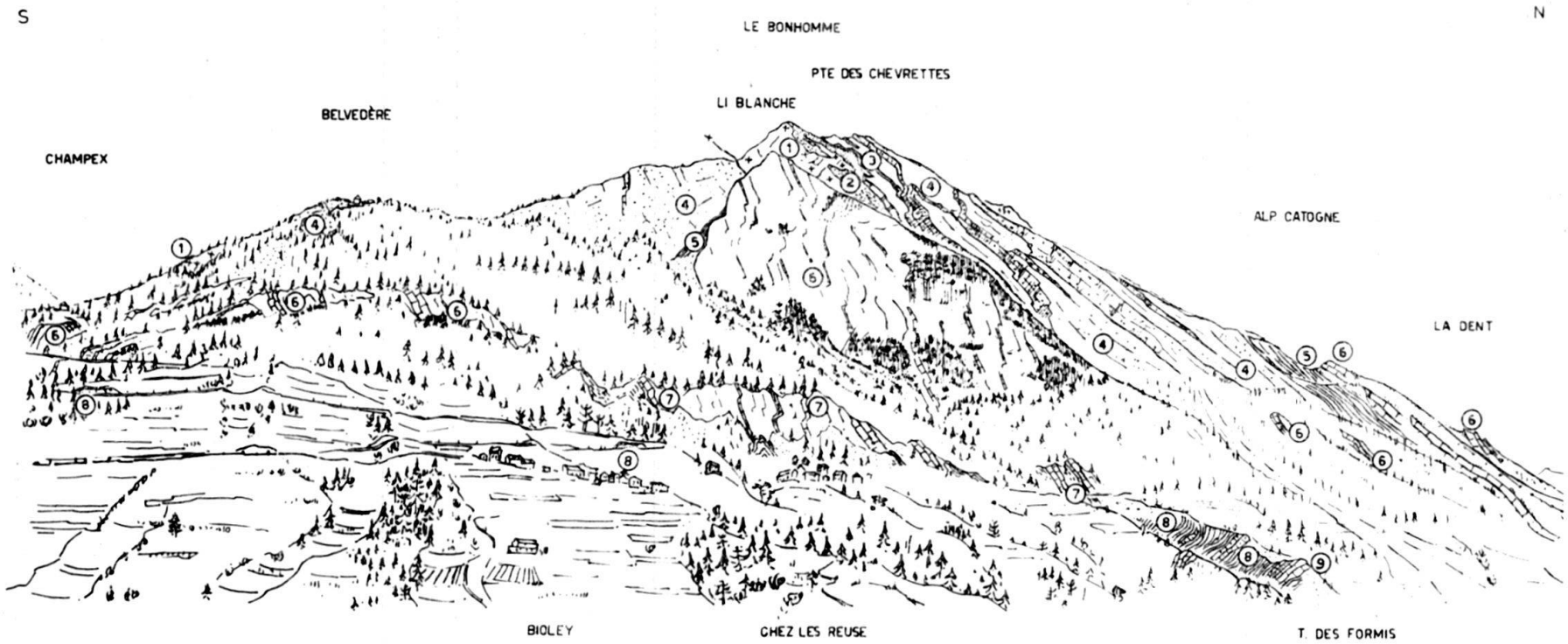



Fig. 2. Ostflanke des Catogne von der Bernhardstrasse über Orsières aus. Die Sedimentplatten im Hintergrund gehören zur autochthonen Bedeckung des Mont Blanc-Massivs. Die glazialmorphologisch überprägten Hänge im Vordergrund enthalten die helvetischen Deckenwurzeln. Autochthon: (1) Kristallin (Quarzporphyr); (2) basale Arkose der Trias; (3) Triasdolomit; (4) detritischer Mittel- (Ober-)Lias; (5) Aalenian-Tonschiefer; (6) Malmkalk. Helvetikum s.s.: (7) Oxford-Malmkalkschuppen der Zone 2; (8) Aalenian-Bajocianschuppen der Zone 3 (Torrent des Formis); (9) Malmkalk im Dach der Zone 3.

schlossenen Profil zwischen der Crevasse (s. TRÜMPY, 1951) und dem Grenzgrat des Col Ferret (s. TRÜMPY, 1954 und OULIANOFF & TRÜMPY, 1958).

## A. DIE DETAILPROFILE AUS DEM GEBIET DES MONT CATOGNE

### 1. Autochthone Trias und Lias (siehe Fig. 3, p. 362)

Die in der Regel bis auf kümmerliche Reste wegerodierte autochthone Sedimentbedeckung des nordöstlichen Mont Blanc-Massivs tritt nirgends so augenfällig in Erscheinung wie am Catogne. Sie nimmt grosse Teile seiner Ostflanke ein und bildet mächtige Platten und Abbrüche (siehe Fig. 2). Die Hauptmasse der Bergpyramide besteht noch aus den kristallinen Gesteinen des Massivs.

Hinweise über die von den Profilen nicht mehr erfassten, jüngeren Serien des Autochthon finden sich im stratigraphischen Teil der Arbeit (Profil der Nordflanke des Catogne: p. 432, Fig. 13).

Profil 1: Nordfuss des Catogne (Koord.: 975910/102270/1150). Siehe Fig. 13, p. 432.

| | |
|---|---|
| 1. | Kristallin: mylonitisierter, dunkelgrüner Quarzporphyr. Reich an braungrüne, Hornblende. Verwischter Kontakt zu: |
| 2. 2–3 m | hellgrüne, feinbrekziöse Arkose; leicht serizitisch, kalkfrei.<br>DS: Komponenten eckig bis angerundet; Grössenklasse von 0,5–1,0 mm herrscht vor, maximale Komponentengrösse 5 mm. Quarz (25%) meist etwas zerbrochen. Feldspat (22%) teilweise serizitisiert, saurer Plagioklas dominierend, wenig mikropegmatitischer Orthoklas, 5% Quarzporphyrmaterial. Zement feinsandig serizitisch, einzelne neogene Dolomitkristalle.<br>Übergang in: |
| 3. 7 m | gelbbraun, leicht staubig verwitternder Dolomit; im Bruch beige. Tektonisch verdoppelt (Synklinale!).<br>DS: Mikrokristallines Dolomitaggregat; Einschlüsse von autigenem Quarz und von Pyrit, wenig Kalzit. An der Basis feinsandige Zwischenschaltungen enthaltend, hier SSE-laufende, leicht deformierte Rippelmarken. Dünne, lokale Einschaltung eines sandigen, braun verwitternden Spatkalkes. |
| 4. 5 m | Rauhwacke, über zelligen Dolomit aus 3. hervorgehend, keilt hangaufwärts aus. Mit scharfer, tektonisierter Grenze: |
| 5. 20 m | braun und knorrig verwitternder, grobkristalliner Kalk; frisch beigegrau. Im Dach grobbrekziöse, dolomitische Partien.<br>Der Dünnschliff zeigt wenig neogenen Dolomit und Quarz, relativ viel Limonit. Möglicherweise handelt es sich um einen rekristallisierten Spatkalk (reich an schwarzem Pigment), evtl. um einen entdolomitisierten Dolomit (siehe p. 391). |
| 6. 1 m | dunkelgraue bis grüne Mergelschiefer.<br>(2–6: Trias). |
| 7. 1,5 m | feinkörniger, serizitischer Quarzit. Bildet eine knorrige Bank. Wird gegen oben kalkig; abschliessend ein dunkelgrauer, kieseliger Kalk mit schlecht erhaltenen, dolomitisierten Muschelschalen. |
| 8. 2 m | düstere, dunkelgraue Mergelschiefer; oben toniger und rostig verwitternd. Ein schlecht erhaltenes Exemplar von *Schlotheimia* sp. |
| 9. 0,5 m | dunkelgrauer, braun verwitternder Kalk; dicht. Enthält an der Basis eine Lumachellenlage mit unbestimmbaren Muscheln. |
| 10. 2 m | schwarze Mergelschiefer; in der Mitte ein dünnes Kalkbänklein, daraus eine schlecht erhaltene *Chlamys* sp. |
| 11. 1 m | braun fleckig verwitternder, schiefriger Kieselkalk. In der Mitte massiger und quarzitisch. |
| 12. 1,5 m | dunkelgraue, splittrige Mergelschiefer. |

13. 1,5 m zäher, knorrig schiefriger Quarzit; braun verwitternd. Gegen oben in einen feinkörnigen, dunkelgrauen Kalk übergehend.
(7–13: Infralias.)

14. 15 m dunkelgraue, düstere Mergelschiefer. Enthalten dünne Bänklein eines dunkelgrauen, plattigen Kalkes; werden im oberen Teil der Serie häufiger.

15. 3 m dunkelbraun verwitternder, feinspätiger Kalk, frisch dunkelgrau; massig, oben schiefrig. Im Dach eine grobsandige Einschaltung.
(14–15: Unterlias.) Mit scharfer Grenze folgt:

16. 0,1 m grobes Konglomerat. Schlecht gerundete, bis 3 cm grosse Quarz- und Quarzporphyrkomponenten wiegen vor. Im unteren und oberen Kontakt je eine dünne, eisenreiche Kruste.

17. 40 m beigebrauner, mittelkörniger Quarzit; frisch blaugrau, kalkarm bis kalkfrei. Durch dünne, schiefrige Zwischenschaltungen in grobe Bänke abgesondert.
DS: Mittelkörniger (0,2–1,0 mm) Quarzit, Komponenten angerundet: 60% Quarz, meist fein zerbrochen; 5–10% Feldspat (vorw. saurer Plagioklas), zersetzt; der Rest ist dolomitischer Zement.
Unten noch grobbrekziös; Komponenten (bis 3 mm ⌀) vorwiegend dolomitisch. 2 und 5 m über der Basis ist der grobe Detritus in dünnen Lagen angereichert; die oval gerundeten Gerölle liegen flach (= marine Strandbildungen). Nach etwa 10 m tritt der grobe Detritus zurück.
Der Quarzit enthält stellenweise schwarze, opake Fetzen (Phosphorit) mit Anreicherungen von organogenem Material (Echinodermenreste). Die abschliessende, 1,5 m mächtige Bank zeigt grobe Kreuzschichtung (Schüttungsrichtung: S 60° W).

18. 7 m gelbbraun verwitternder, schiefriger, serizitischer Kalksandstein, frisch blaugrau. Erscheint im Wandabbruch als massige Bank. Als Abschluss 0,3–1,0 m dunkelgrauer, sandiger Spatkalk.
(16–18: Mittel- (Ober-) Lias)
Mit tektonisiertem Kontakt folgt die hier sehr mächtige, stark gestörte Aalenian-Tonschieferserie.

Das Profil gibt die Verhältnisse im nordöstlichsten Teil des Untersuchungsgebietes wieder. Es umfasst eine vollständige Trias–Lias-Serie. In den höheren Abteilungen treten tektonische Komplikationen auf; das mächtige Aalenian enthält z. B. eine isolierte Malmschuppe.

Da alle Anzeichen auf Schüttungen aus dem Südwesten deuten, dürfte es sich um das paläogeographisch landfernste Profil handeln, das aufgenommen werden kann. In die sonst immer regressive oberste Trias schaltet sich ein bedeutender Kalkkomplex ein. Die Basisbildungen der Trias bzw. des detritischen Lias sind relativ fein.

Die Lumachellenbildungen und Quarzite an der Basis der Unterlias-Schiefer müssen schon ins Hettangian gestellt werden, wie eine *Schlotheimia* sp., die in ihrem unteren Teil gefunden werden konnte, beweist.

Profil 2: Westlich von «Entre deux Chaux»[4]), der Verebnung über der Alp Catogne (Koord.: 575200/101200/2080). Siehe Fig. 13, p. 432 und Fig. 3.

1. Dunkelgrüner Quarzporphyr; Oberfläche uneben und etwas zerklüftet.

2. 1 m grüne, verschieferte Basisarkose. Enthält brekziöse Quarzporphyrkomponenten bis zu 3 cm Durchmesser. Oben karbonathaltig und feinkörniger.

3. 1–2 m braun verwitternder, karbonatischer Quarzit, frisch braungrau. Mit eckigen Quarzporphyrkomponenten bis zu 2 cm Durchmesser und Dolomitlinsen, welche gegen oben häufiger werden, daneben harte, herauswitternde, kieselreiche Partien. Übergang in:

[4]) Name nach Siegfriedatlas, Blatt 526.

4. 10 m hellbraun verwitternder, stellenweise etwas kalkhaltiger Dolomit; frisch braungrau, gut gebankt. An der Basis noch schiefrig und sandig, darin eine Lage mit bis zu 5 cm grossen Quarzporphyrkomponenten. Gegen oben schiefrig und primärbrekziös werdend; hier eine dünne kalkarenitische Linse.
Übergang in:

5. 5 m intensive Wechsellagerung von zelligem Dolomit und schwarzen Tonschiefern (unten) und Dolomitbrekzie mit grünlich-braunen, dolomitischen Mergelschiefern (oben). Diese Zone ist im Terrain verschuttet und überwachsen.

6. 10 m gutgebankter Dolomit (wie 4). Ist weiter oben in einem kleinen Steinbruch ausgebeutet worden. An der Basis kalkig, primärbrekziös und mit schwarzen Tonschiefern wechsellagernd; oben sandig werdend.
(2–6: Trias.)

7. 4 m rotbraun (rostig) verwitternder, sehr harter Quarzit, frisch dunkelgrau; knorrig schiefrig mit Serizithäuten auf den unregelmässig welligen Schichtflächen.
DS: feinkörnig (0,1 mm), die eckigen Quarzkörner sind dicht gefügt und meistens fein zerbrochen; vereinzelte Komponenten aus Quarzporphyr-Grundmasse. Zement (15%) vorwiegend dolomitisch, verhältnismässig wenig Serizit.
In der unteren Hälfte mit verkieselten, schwarzen Tonschiefern wechsellagernd.

8. 0,5 m hellblau verwitternder Lumachellenkalk, frisch dunkelblaugrau, wenig spätig. Enthält viele schlecht erhaltene, gelb herauswitternde Muschelschalen, die zusammengeschwemmt und sekundär dolomitisiert worden sind.
(7–8: Infralias.)
8 leitet offensichtlich die Ablagerung der folgenden Mergelschieferserie ein.

9. 20 m düstere, schwarze Ton-Mergelschiefer. Vor allem im unteren und oberen Teil kalkiger und Einschaltungen von dünnen (5 cm) Bänklein eines dunklen, plattigen Mergelkalkes enthaltend. Der feinkörnige Kalk führt vereinzelte Echinodermentäfelchen.
1 m über der Lumachelle finden sich in einer solchen kalkigen Zone Phosphoritknollen und Bruchstücke von deformierten *Schlotheimia angulata* (SCHLOTH.).

10. 2 m Bank eines dunklen, feinkörnigen und feinsandigen Spatkalkes; Verwitterung rotbraun.
DS: Unreiner, von organischem und pyritischem Material stark pigmentierter Kalk. Einzelne grössere Kalzittäfelchen sind organogener Herkunft; daneben feine Quarzkörner (⌀ 0,1 mm), weitgehend detritisch. Der Quarzgehalt beträgt im Mittel 5%, ist aber vertikal gewissen Schwankungen unterworfen. Einzelne idiomorphe Dolomitkristalle.
Der Kalk lieferte einige dünnschalige Muscheln, darunter *Entolium* cf. *hehli* (D'ORB.).

11. 0,5 m schwarze Tonschiefer.
(9–11: Unterlias.)

12. 5 m braun verwitterndes, sandiges Dolomitkonglomerat (Basiskonglomerat des detritischen Lias). Die vorwiegend flach gerollten Dolomitkomponenten nehmen gegen oben hinsichtlich Zahl und Grösse ab; sie zeigen angedeutete Kreuzschichtung (Schüttungsrichtung aus SW). Aus der Basis 2 grosse Exemplare von *Pseudopecten aequivalvis* (SOW.).
DS: Unter den bis 3 cm grossen Komponenten herrscht der mikrokristalline, limonitische Triasdolomit vor; einzelne zeigen verschwommen onkoidische Struktur (Kalkarenit). 20% der Komponenten bestehen aus Quarzporphyr; sind durchwegs schlechter gerundet als die dolomitischen. Die Matrix ist ein dolomitisch zementierter Sandstein (45% Quarz, eckig, randlich rekristallisiert; 20% Feldspat, etwas zersetzt; 35% Dolomit, als Porenfüllung, durchwegs idiomorph; wenig autigener Serizit).
Mit einem Übergang folgt:

13. 20–25 m grob bis gut gebankter, braun verwitternder, quarzitischer Sandstein, frisch blaugrau. Vor allem unten noch kalkhaltig und stark detritisch; im übrigen kalkarm.
DS: Uneinheitliches, mittelfeines Korn (0,2–1,0 mm). Zusammensetzung: 60%

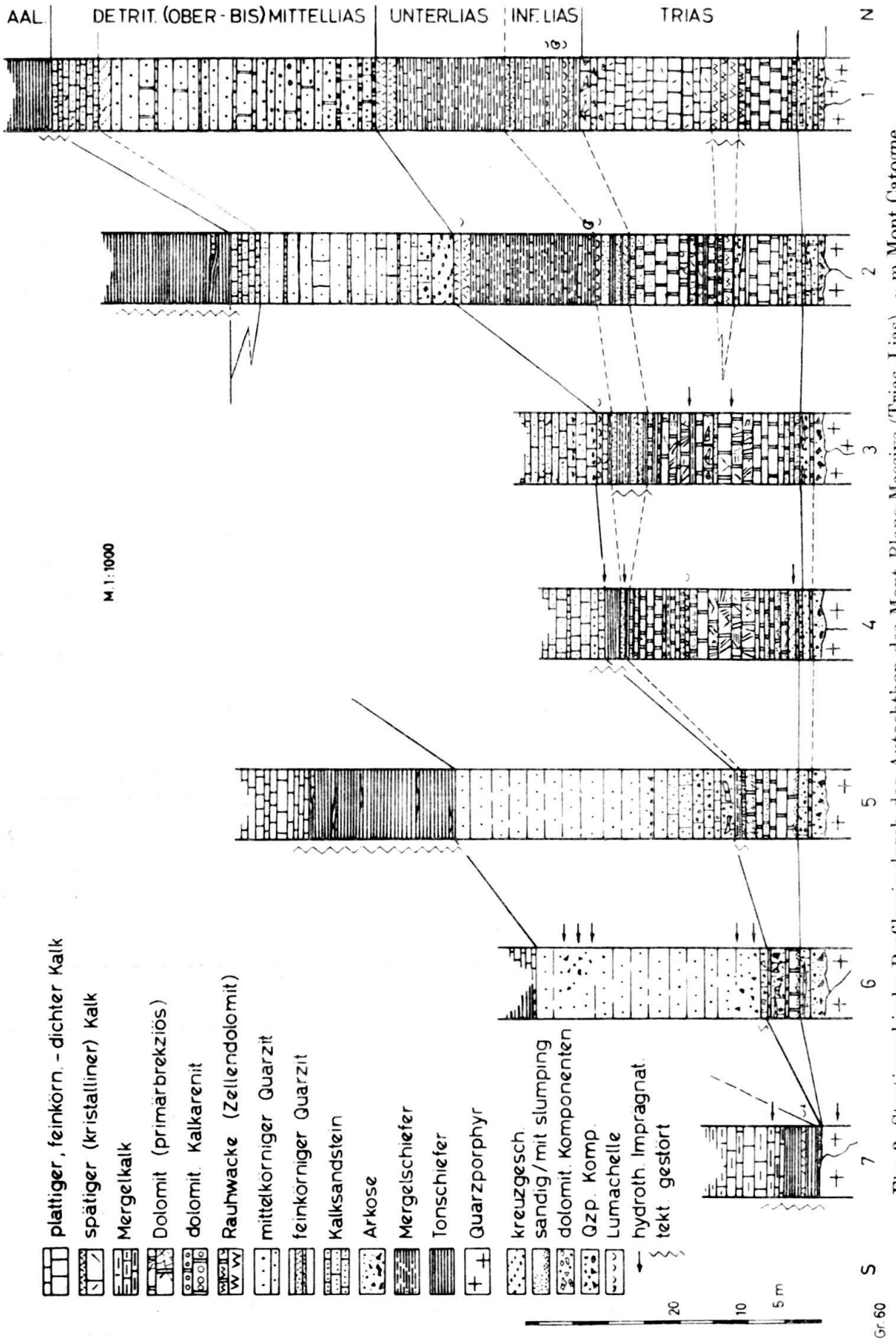



Fig. 3. Stratigraphische Profilserie durch das Autochthon des Mont Blanc-Massivs (Trias–Lias) a m Mont Catogne.
(Die Profilnummern entsprechen denen im Text)

Quarz, rekristallisiert, meist fein zerbrochen; 20% Feldspat und Quarzporphyr; 20% Zement, vorwiegend Kalzit, nur wenig Dolomit.
Übergang in:

14. 4 m braun verwitternder, schiefriger, sandiger Kalk. Etwas spätig, Schichtflächen serizitisch. Quarzgehalt 20%. Mit scharfer, tektonisierter Grenze folgen:
(12–14: Mittel-(Ober-)Lias.)

15. 70 m schwarze, kalkfreie Aaleniantonschiefer. 3 m über der Basis ein tektonisch eingespiesster, wenig mächtiger Liaszug (wie 14).

Das in 2000 m Schrägdistanz von der Lokalität 1 entfernte Profil kann als Trias-Typusprofil angenommen werden. Der Dolomit ist mächtiger entwickelt als im zuerst angeführten Profil. Die Verhältnisse in der obersten Trias bzw. im untersten Lias haben sich vereinfacht; insbesonders ist der mächtige Kalkkomplex, welcher in Profil 1 die Trias abschloss, nicht mehr vorhanden. Die Lumachelle muss nach dem Befund von Profil 1 auch hier in den untersten Lias gestellt werden, um so mehr die Ammoniten, die unmittelbar darüber aufgefunden werden konnten, schon ins obere Hettangian weisen. Der detritische Lias hat hier lokal eine leicht reduzierte Mächtigkeit. Der schiefrige Sandkalk, welcher im Norden den Lias abschliesst, hat schon an Bedeutung verloren und keilt südlich der Alp Catogne vollends aus.

Profil 3: Sammelprofil aus den Platten östlich unterhalb des Bonhomme (über den beiden SW–NE-durchziehenden Brüchen; Koord.: 575340/99310/2170). Siehe Fig. 3.

Die Entwicklung der Trias erfuhr keine grosse Änderung. Typisch für dieses südliche Gebiet ist die dünne Dolomitlage, welche die Basisarkose in zwei Bänke trennt. Die Unterlias-Bildungen dagegen sind schon stark reduziert bzw. verkalkt und häufig zusammen mit der obersten Trias gestört und ausgequetscht. Der Lumachellenkalk, der bis dahin ein ausgezeichneter Leithorizont war, ist nur noch andeutungsweise vorhanden. Der detritische Lias beginnt wieder feinkonglomeratisch; das höhere Liasprofil kann aber nicht mehr weiter verfolgt werden, da es in den unzugänglichen Platten des mittleren Catogne liegt.

Vor allem in der karbonatischen Trias sind hydrothermale Quarz- und Fluoritadern verbreitet.

Profil 4: Sammelprofil vom Bonhomme («Clocher»[5]) (siehe Fig. 3 und 4) und seinem NW-Grat (Koord.: 575080/99220/2430).

1. Kristallin: Dunkler, grünlichgrauer, massiger Quarzporphyr; enthält verhältnismässig viele dunkle Gemengteile.

2. 1 m helle, braungrau verwitternde, brekziöse Arkose (Basisarkose), kalkhaltig; Komponentengrösse nach oben abnehmend, an der Basis einzelne maximal eigrosse Gerölle.
DS: Komponentenmaterial eckig bis angerundet, bis zu 5 mm gross. Zusammensetzung: 18% Quarz, meist fein zerbrochen und randlich resorbiert; 16% Feldspat, vorwiegend saurer Plagioklas, wenig mikropegmatitischer Orthoklas; 13% Quarzporphyr. Zement karbonatisch (Kalzit und Dolomit), letzterer meist idiomorph kristallisiert; zusätzlich feinsandige, serizitische Verunreinigungen.

3. 0,3 m schiefrige, tektonisierte Arkose; enthält einige Dolomitlinsen.

[5]) Mit «Clocher» wird eine isolierte Triasklippe (Erosionsform) am Grat unmittelbar nördlich der Bonhommekulmination bezeichnet.

4. 1 m helle, grünlichgraue, feinbrekziöse Arkose, leicht kalkhaltig, undeutliche Schrägschichtung.
DS: Komponenten bis zu 5 mm Grösse, gerundet. Zusammensetzung: 20% Quarz, randlich meist resorbiert; 15% Feldspat, saurer Plagioglas vorwiegend; 10% Quarzporphyr.

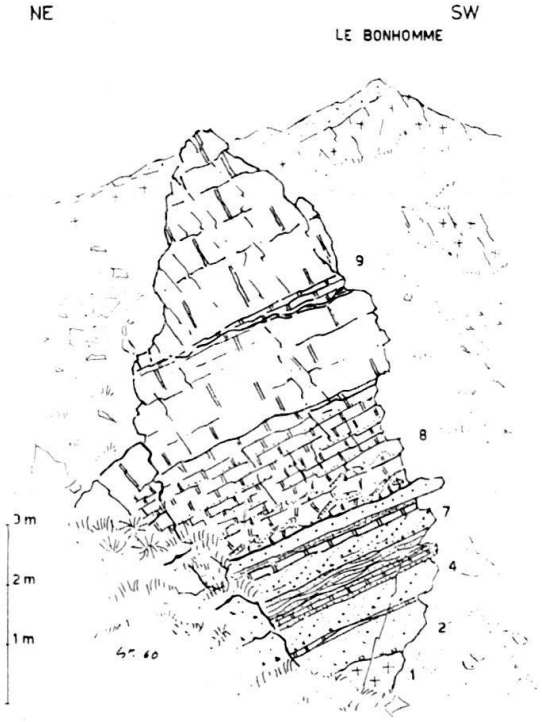



Fig. 4. Triasprofil am «Clocher» (Bonhomme). Die Nummern beziehen sich auf die Beschreibung von Profil 4 im Text.

5. 0,5 m Wechsellagerung von heller Arkose (wie 4) und verkieseltem, braun verwitterndem Dolomit; letzterer zum Teil auch in isolierten Linsen eingelagert.

6. 0,5 m zerdrückte, tektonisierte, quarzitische Schiefer.

7. 1 m quarzitischer, dolomitischer Sandstein; durch eine Dolomitlage in 2 Bänke getrennt. Die grobbrekziösen Einschaltungen zeigen sehr schöne Schrägschichtung (Schüttung aus SW).
DS: Eckige bis runde Komponenten, Quarz vorherrschend. Zement dolomitisch, meist als idiomorph ausgebildete Kristalle. Hohlräume mit Fluorit im Kern und Quarz und Dolomit am Rand.

8. 2 m feingebankter, durch Clivage stark zerbrochener Dolomit; frisch beigegrau, Verwitterung braungrau. Führt feinsandige Einschaltungen; diese sind häufig gradiert und zeigen vor allem unten synsedimentäre Gleitfalten.
DS: braun pigmentierter (Fe-Hydroxyd), feinkristalliner Dolomit. Auffallend grosser Gehalt an detritischem Quarz; Körner eckig, Durchmesser von 0,1–0,3 mm; daneben wenig detritischer Feldspat und Quarzporphyr, wenig neogener Fluorit.

9. 10–15 m gut gebankter, typisch rotbraun verwitternder, dichter Dolomit, im Bruch beige; oben primärbrekziös.

10. 2–3 m massiger, beigebraun verwitternder, dolomitischer Kalkarenit, zum Teil etwas brekziös; wegen des starken Clivages zerbrochen und zurückwitternd. Der durchwegs gerundete Detritus ist in Lagen und Linsen angereichert. Zwei dünne Lagen mit kalzitisierten Fragmenten von Muscheln, Gastropoden und Echinodermen.
DS: Die braun pigmentierten, 0,1–0,3 mm grossen, meist ovalen Onkoide sind zusammen mit dem gerollten Bruchschill schichtparallel eingeordnet. Die Onkoide

sind durchwegs dolomitisch; einzelne bestehen aus sandigem Dolomit, andere haben einen Quarzkern oder zeigen eine verwischte, konzentrische Struktur. Das makroskopisch weiss erscheinende Einbettungsmaterial ist wie die Schalentrümmer kalzitisch und sekundär rekristallisiert.

11. 2 m braungrau verwitternder, knorrig schiefriger Dolomit. Führt oben quartenschieferartige Einschaltungen.

12. 5 m intensive Wechsellagerung von Dolomit (häufig primär-brekziös) und gelbbraun verwitternden, dolomitischen Tonschiefern. Letztere nehmen gegen oben überhand, werden zum Teil grünlich und führen einige Spatkalklinsen.
(2–12: Trias.)

13. 1 m knorriger, rotbraun verwitternder, feinkörniger Quarzit, eisenschüssig; tektonisch gestört und verbogen, Mächtigkeit wechselnd.

14. 1–2 m schwarze, zerdrückte Tonschiefer.
(13–14: Infra-Unterlias.)

15. 15 m mürbe verwitternder Kalksandstein: Basis des detritischen Lias.

Das Profil des «Clocher», das vor allem den graduellen Übergang von der Basisarkose in den Dolomit sehr schön zeigt, wurde erstmals von GRAEFF (1894) publiziert und abgebildet. Allerdings betrachtete der genannte Autor die Arkosen noch als tektonische Quarzporphyreinschaltungen. Die sichere Schrägschichtung, die uns unter anderem die Sedimentnatur des Gesteins beweist, wurde von ihm verkannt und als Reibungsbrekzien-Struktur erklärt. Im übrigen interessiert das Profil vor allem wegen der Kalkarenitlage im oberen Teil des Triasdolomites. Die einzigen Triasfossilien, die gefunden werden konnten, stammen aus diesem Horizont. Die Unterliasbildungen fehlen weitgehend; die Quarzitbank von Nr. 13 kann nur unter Vorbehalt als solche bezeichnet werden.

Die Trias ist in diesem Gebiet stark von jungen, hydrothermalen Bildungen durchsetzt (Quarz-Fluoritadern). In ihrer Umgebung ist der Dolomit häufig etwas kieselig, fluoritführend und kristallinisch; er verwittert hier braungrau.

Profil 5: Kreuzt den Weg von Champex nach dem Bonhomme (Koord.: 575110/98730/2070). Siehe Fig. 3.

1. Kristallin: Im Kontakt leicht verschieferter Quarzporphyr.

2. 2 m grobbrekziöse, verschieferte Quarzporphyrarkose; Komponenten bis zu 4 cm Durchmesser.

3. 0,5 m verkieselter Dolomit.

4. 1–2 m schiefrige, feindetritische (3 mm) Arkose; frisch beigegrau, karbonathaltig, zum Teil quarzitisch.

5. 3 m rotbraun verwitternder, grobgebankter Dolomit. Unten mit sandigen Einschaltungen, welche häufig syngenetisch verfältelt sind.

6. 5 m braungrau verwitternder, stark zerbrochener Dolomit. Oben mit feinsandigen Einlagerungen und primär-brekziös.
(2–6: Trias.)

7. 1 m sandige, dolomitische Schiefer, zum Teil mergelig.
Übergang in:

8. 10 m braungrau und mürbe verwitternder Sandstein, mehr oder weniger kalkhaltig, gut gebankt. Enthält schlecht gerundete, bis 3 cm grosse Dolomit- und Quarzporphyrkomponenten, welche in gewissen Horizonten angereichert sind. Gegen oben tritt der grobe Detritus zurück; das Gestein wird zunehmend quarzitisch und geht über in:

9. 30–40 m sehr harter und zäher Quarzit, massig; Verwitterung braun, frisch dunkelgrau bis rotbraun; feldspathaltig und absolut kalkfrei. 2 m über der Basis eine dünne, brekziöse Lage (Quarzporphyrkomponenten bis zu 1 cm Durchmesser).

DS: Sehr dicht gefügtes, verzahntes Quarzkornaggregat. Komponenten ursprünglich gerundet. Feldspatgehalt: 10–15%, vorwiegend saurer Plagioklas. Vereinzelte Quarzporphyrtrümmer. Etwas Serizit, vorwiegend im Bereich der Feldspäte.
(7–9: Mittel-(Ober-)Lias.)
Im SE-Couloir des Li Blanche folgt mit tektonischem Kontakt:

10. 20 m tektonisch gestörte Aaleniantonschiefer. An der Basis eine Reibungsbrekzie mit Quarzit- und Tonschieferkomponenten. Darüber folgt mit tektonischem Kontakt die

11. Malmkalkmasse (über 200 m) des Li Blanche. Die Kontaktfläche ist gewellt, die Schiefer unmittelbar am Kontakt führen dünne, marmorisierte und verschieferte Malmkalkspäne.

Der Triasdolomit, der wieder über der typischen, zweiteiligen Basisarkose erscheint, zeigt erstmals eine reduzierte Mächtigkeit. Er wird in seinem oberen Teil sandig, was für ein allmähliches, stratigraphisches Auskeilen sprechen dürfte. Die Bildungen der oberen Trias erfuhren, wie schon weiter nördlich die des unteren Lias, eine starke Reduktion. Der untere Lias fehlt hier vollständig. Der detritische Mittellias setzt mit verstärkter Geröllführung ein. Seine Hauptmasse, der feldspathaltige Quarzit, hat bei gleichbleibender Ausbildung seine maximale Mächtigkeit schon überschritten. Wir finden noch kein gröberes Material, das sein baldiges Auskeilen anzeigen würde. Das Jüngere, das Aalenian und der Malm, folgen mit einem eindeutig tektonischen Kontakt.

Profil 6: Südwestlich unter dem Belvedère[6]) (Koord.: 575510/97700/1730).
Siehe Fig. 3, p. 362.

Das letzte, 100 m vor dem völligen Auskeilen aufgenommene Triasprofil zeigt eine weitere Vermehrung der sandigen bis brekziösen Einschaltungen, was die Annahme eines stratigraphischen Auskeilens bestätigt. Die Trennung zwischen Trias und Lias wird schwierig, weil eine durchlaufende Brekzienbildung vorzuliegen scheint. Wir nehmen die Grenze willkürlich über der letzten Dolomitbank an. Unmittelbar südlich des kleinen Passeinschnittes (Koord.: 57550/97620/1700), am Grat zwischen dem Belvedère und Champex, keilt die Trias unvermittelt aus. Der letzte Meter verschieferter, dolomitischer Brekzie wurde zusätzlich tektonisiert und streicht in eine dünne Mylonitzone aus.

Das Verhalten des Lias ist unübersichtlicher. Die sehr grob gewordenen, karbonatischen Quarzporphyr-Dolomitbrekzien dürften noch dem unteren Teil des detritischen Lias entsprechen. Der hangende Quarzit enthält hier Lagen von grobbrekziösem Quarzporphyr (z. B. beim Pkt. 1810,8).

Auch in diesem Gebiet war die hydrothermale Tätigkeit wieder sehr rege. Sie ist vor allem auf die brekziösen, arkosigen Partien des Lias konzentriert. Wir finden eine erste solche Zone an der Basis des Lias, eine zweite, mächtigere im obersten Teil des Liasquarzites. Die Gesteine sind hier sehr stark verquarzt und oft zu scheinbar frischen Quarzporphyren regeneriert worden[7]). Die im Gefolge

[6]) Name für die Verflachung des Felsgrates zwischen dem Bonhomme und Champex (Pkt. 1810,8).

[7]) Nach Oulianoff (1930) wird der Südgrat des Bonhomme zwischen 1600 m ü.M. und dem Belvedère von kristallinen Gesteinen (Quarzporphyr) gebildet. Er führt zur Erklärung Brüche an. Die jenseits des Grates darunter ungestört durchziehenden Triasdolomitlagen beweisen, dass es sich lediglich um diesen regenerierten Lias handelt.

auftretenden, geringen Mengen von Pyrit und Bleiglanz wurden in früherer Zeit geschürft (siehe p. 440).

Der Liasquarzit streicht fast an derselben Stelle wie die Trias in den Gehängeschutt aus. Weiter südlich ist er nicht mehr mit Sicherheit festzustellen. Er ist aber eventuell noch ein Stück weit in hydrothermal stark veränderter Form, die nicht mehr von verquarztem Quarzporphyr zu unterscheiden ist, vorhanden.

Profil 7: Am Felsgrat zwischen dem Belvedère und Champex (Koord.: 575500/97400/1560). Siehe Fig. 3, p. 362.

Das letzte Profil der Serie weist schon auf die Verhältnisse im Val Ferret, dem südlichen Teil des Untersuchungsgebietes hin. Das Kristallin im Kontakt ist stark hydrothermal überprägt (quarzreich und verrostet). Die Aaleniantonschiefer, die darüber folgen, werden durch wenige Zentimeter brekziöser Arkose eingeleitet. Sie sind in der Kontaktzone ebenfalls verkieselt. Das wenig mächtige, leicht tektonisierte Aalenian führt eine dünne Spatkalklage mit schlecht erhaltenen Fossilien (Muscheln und Echinodermen). Der mit tektonischem Kontakt folgende, dichte Kalk hat zum Teil Schiltkalkhabitus; es dürfte sich schon um das Argovian handeln. Er enthält zwei dünne, Pyrit und Baryt führende, hydrothermale Quarzadern.

## 2. Die helvetischen Deckenwurzeln (Helvetikum s.s.)

Von der helvetischen Serie sind ausgedehntere Aufschlüsse nur in den Hügeln von Sembrancher und im Torrent des Formis vorhanden. Beide Lokalitäten befinden sich im Gebiet des Catogne. Der Bau und die Fazies des Helvetikum von Sembrancher lehnen sich noch stark an die von R. Trümpy (1951) beschriebenen Verhältnisse an der Crevasse. Die Situation ist im geologischen Profil A (Tafel I) summarisch dargestellt. Weitere Profile finden sich im stratigraphischen Kapitel (Helvetischer Lias von Sembrancher p. 425; «Dalles von Sembrancher» p. 426, Fig. 12).

Profil H 1: Torrent des Formis. Beginn im Dach der autochthonen Malmkalkplatte des Li Blanche (Koord.: 576190/98650/1300). Siehe Fig. 5.

| | |
|---|---|
| 1. 7 m | düstere, schwarze Tonschiefer. Überlagern das Liegende mit einem tektonisierten Kontakt. Gegen oben mergelig und zuletzt kalkig werdend. (autochthone Unterkreide: Zementsteinschichten ?) |
| 2. bis 2 m | mächtige Kristallinlamelle: Heller, fleckig rostig verwitternder Quarzporphyrmylonit. |
| 3. 3 m | plattiger, feinkristalliner Kalk; etwas tektonisiert. (Malm ?) |
| 4. 15 m | Mergel- bis Tonschiefer. Schlecht aufgeschlossene und gestörte Serie. (Callovo-Oxfordian ?, Aalenian ?) |
| 5. 2 m | serizitische Kalkschiefer (Argovian). |
| 6. 10 m | mehr oder weniger kalkreiche Mergelschiefer; Kalkbänklein enthaltend (Callovo-Oxfordian). |
| 7. 2 m | serizitische Kalkschiefer (Argovian). Übergang zu 8 unter Schutt. |
| 8. 3 m | reine, schwarze Tonschiefer (Aalenian). |
| 9. 1 m | feinsandige, serizitische Kalkschiefer; zerfallen zu feinen, papierigen Plättchen (Dogger mordoré = Bajocian). |
| 10. 3 m | reine, schwarze Tonschiefer (Aalenian). Im Dach kalkhaltig und feinsandig. |
| 11. 1 m | feinsandiger, serizitischer Kalk; plattig, oben schiefrig (Dogger mordoré = Bajocian). |

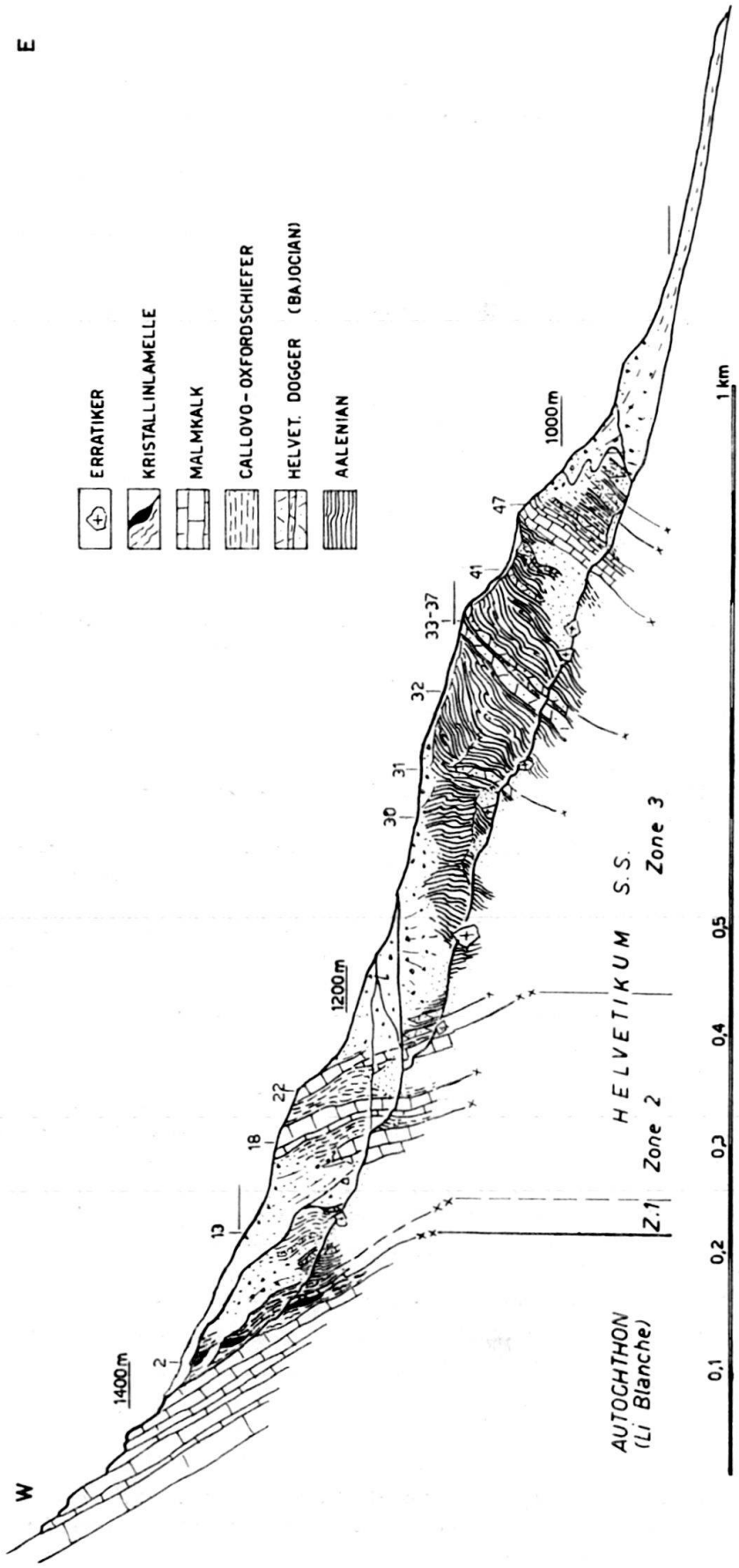



Fig. 5. Profilskizze durch das Helvetikum s.s. im Torrent des Formis; die Nummern beziehen sich auf die Beschreibung von Profil H 1 im Text.

12. 3 m schwarze Tonschiefer (Aalenian).
Die folgenden, stark gestörten (flach liegenden) Mergelschiefer sind durch eine Schuttzone vom Liegenden getrennt.
13. 20–30 m tonreiche, silbrig verwitternde Mergelschiefer (Callovo-Oxfordian). Enthalten einzelne dünne, serizitische Kalkschieferlagen (Argovian), welche zum Teil feinsandig sind (Dogger mordoré = Bajocian).
14. ~20 m blaugrauer, feinkristalliner Kalk, plattig; viele Sekundärkalzitadern enthaltend (Malmkalk). Durch eine mächtige Schuttzone vom Liegenden abgetrennt.
15. 5 m stark verschieferte und gestörte Kalkschiefer; Verwitterung teilweise rostig (Callovo-Oxfordian).
16. 2 m gestörter Malmkalk wie 14.
17. 7 m stark tektonisierte Kalk- bis Mergelschiefer; zum Teil tonreich (Callovo-Oxfordian).
18. 5 m tektonisch zerbrochener Malmkalk; wieder mit sekundären Kalzitadern durchsetzt. Bildet die tektonisch tiefste Felsrippe, welche vom Strässchen angeschnitten wird.
Profilfortsetzung am Strässchen:
19. 5 m dunkle, serizitische Kalkschiefer. Stark gestört und viele Sekundärkalzitlinsen enthaltend. In der Mitte eine reine Tonschieferlage (Callovo-Oxfordian).
20. 2–3 m feinkristalliner bis dichter, dunkler Malmkalk. Im mittleren Teil ungestört und massig geblieben.
21. 5 m gestörte, tonreiche Mergelschiefer; Verwitterung meist silbrig, unten noch kalkreich (Callovo-Oxfordian).
22. 10–15 m plattiger, feinkristalliner Kalk, Verwitterung hellblaugrau (Malm). Wird an der Südflanke der Wildbachrinne, über dem Strässchen, von einem Bruch abgeschnitten.
(4–22: tiefere helvetische «Normalserie»: Zone 2.)
Profilfortsetzung in der Wildbachrinne:
23. 2 m stark gestörte, schwarze Tonschiefer; zum Teil etwas kalkhaltig und silbrig verwitternd (Callovo-Oxfordian).
24. 0,5–1 m schiefriger bis plattiger Sandkalk: Bänderkalk; zum Teil etwas spätig (Bajocian).
25. 1 m silbrig verwitternde Mergelschiefer (Callovo-Oxfordian).
26. 2 m schiefriger, sandiger Spatkalk; Verwitterung braunrot (eisenschüssig). Hat lageweise zerdrückte, knollige Struktur und führt zerrissene Belemniten (Bajocian).
27. 2 m schwarze Tonschiefer; einige Sandkalkbänklein enthaltend (Aalenian).
28. 1,5 m plattiger bis schiefriger Sandkalk (Bänderkalk). Die rauhen, etwas serizitischen Schichtflächen verwittern gelbbraun (Bajocian).
29. 5 m schwarze Tonschiefer, welche bachabwärts unter dem Schutt verschwinden. Bilden den Beginn einer mächtigen Aalenianschiefer-Serie.
30. ~150 m schwarze Tonschiefer; stark gestört und talabwärts zunehmend einem tiefgreifenden Hakenwurf unterworfen (Aalenian).
31. 5 m feingebänderter, leicht spätiger Sandkalk; Schichtflächen serizitisch und striemig gelb anwitternd. Bildet Felsrippe, welche vorerst hangabwärts einfällt und sich allmählich steilstellt. Keilt gegen oben tektonisch aus (Bajocian).
32. ~50 m stark gestörte Aalenian-Tonschiefer.
33. 1 m dunkler, leicht spätiger Sandkalk (Bajocian).
34. 3 m knorrige, serizitische, sandige Kalkschiefer; stark tektonisiert.
35. 2 m feinkristalliner Sandkalk; Schichtflächen etwas serizitisch. Ist kalkreicher und quarzärmer als der typische Bänderkalk von Nr. 31 (Bajocian).
36. 4–5 m sandig serizitische Kalkschiefer; Verwitterung mordoréartig (Bajocian).
37. 2 m gebänderter, plattiger Sandkalk; Schichtflächen serizitisch, Verwitterung gelbbraun, frisch blaugrau (Bajocian).
38. 4 m unreine Tonschiefer (Aalenian).
39. 1 m feinsandiger, schiefriger Kalk (Bajocian).
40. ~50 m gestörte, schwarze Tonschiefer (Aalenian).
41. 1 m harter, spröder Sandkalk; serizitisch, Verwitterung mordoréartig (Bajocian).
42. 20 m Aalenian-Tonschiefer. Vor allem im Dach stark gestört. In ihrer Mitte eine dünne, feinsandige, kalkige Lage.

43. 3 m feinsandige Kalkschiefer; gegen oben kalkiger werdend: Dogger mordoré (Bajocian).
44. 2 m Aalenian-Tonschiefer.
45. 0,5 m feinkristalliner, plattiger Kalk; Schichtflächen serizitisch, grobspätige Nester führend (Bajocian).
46. 6 m stark zerdrückte Tonschiefer; eine dünne Sandkalklage enthaltend (Aalenian).
47. 20 m hellblaugrauer, verhältnismässig massiger Malmkalk; an der Basis feinschiefrig und tektonisch gestört. Bildet die orographisch tiefste Felsrippe.
48. 3 m serizitische Kalkschiefer; frisch dunkelgrau, Verwitterung mordoréartige (Argovian).
49. 20 m tonreiche Mergelschiefer (Callovo-Oxfordian). Im unteren Teil eine Lage von sandig serizitischen Schiefern enthaltend, im oberen Teil kalkfrei.
50. 2 m sandig serizitische Mergelschiefer: Dogger mordoré (Bajocian).
51. 3 m stark tektonisierte Aalenian-Tonschiefer.
52. 2 m Mordoré-Schiefer (Bajocian).
53. 7 m schlecht aufgeschlossene Wechsellagerung von Aalenianton- und Mordoréschiefern. Verschwindet unter dem Moränenschutt.

Die helvetische Serie beginnt mit der Kristallinlamelle (2). Das normalerweise über ihr einsetzende basale Helvetikum – die einfache Schuppe der Zone 1 – scheint hier zu fehlen oder ist eventuell auf die dünne Kalklage (3) laminiert worden. Die Serie beginnt direkt mit der verschuppten «Normalserie» der helvetischen Zone 2 (4–22), die von Sembrancher an schon stark an Bedeutung verloren hat und bei Pra Surni vollends auskeilt. Darüber folgt eine zweite, sehr mächtige «Normalserie» (23–53), die durch grosse Aalenianschiefermassen ausgezeichnet ist. Das charakteristische Schichtglied dieser 3. helvetischen Zone ist der sogenannte Bänderkalk, eine spezielle helvetische Doggerfazies, die gegen die höheren Schuppen vermergelt und durch feinsandig serizitische Kalkschiefer (Dogger mordoré) ersetzt wird (ab Nr. 43). Der abschliessende Malmkalk (47) führt eine Verkehrtserie, deren Bajocian ausschliesslich in der genannten Mordoréfazies vorliegt, an (evtl. schon ultrahelvetisch; s. Fricker, 1960, p. 43). Die abnormalen Schichtlagen, die in der orographisch unteren Profilhälfte herrschen, sind auf tiefgründigen Hakenwurf zurückzuführen.

## B. DIE DETAILPROFILE AUS DEM AUTOCHTHON DES VAL FERRET (Dogger-Malm)

Die Profilreihe, welche die im Val Ferret aufgeschlossenen authochthonen Sedimente erfasst, beginnt bei Champex und endigt in der Combe des Fonds. Die Sedimentbedeckung ist in diesem Gebiet lückenhafter und schlechter aufgeschlossen als am Catogne, so dass Profilabstände von 2 bis 3 km die Regel sind (siehe Fig. 6, p. 372).

Profil 8: An der Strasse Orsières-Champex (Koord.: 575390/96930/1410). Das Profil beginnt am Bach unterhalb der Strasse.

Moränenschutt.
1. 4 m ungestörte, schwarze Tonschiefer; Verwitterung rostig fleckig.
(1: Aalenian)
2. 7 m dunkle Kalkschiefer, welche bis zu 40 cm mächtige Bänklein eines harten, feinspätigen Kalkes enthalten. An der Basis Belemniten führend. Der ganze Komplex ist stark von kohliger, graphitischer Substanz pigmentiert.
3. 5 m dunkelgraue Mergelschiefer.

4. 1 m fast kalkfreie, schwarze Tonschiefer; enthalten Pyritknollen und verwittern zum Teil rostig.

5. 5 m gutgebankter Spatkalk mit dünnen Mergelschiefer-Zwischenlagen, welche schwarze Knöllchen aufweisen (Kondensationserscheinungen).

6. 30 m dunkelgraue, braun verwitternde Echinodermenbrekzie. Wechsel von fein- und sehr grobspätigen Lagen. Der Kalk ist im unteren Teil massig und enthält vor allem hier vereinzelte Belemniten; er wird gegen oben zunehmend bankig.
DS: Der Kalzit ist ausschliesslich organogener Herkunft. In Zwischenräumen und vor allem in den schichtparallelen Fugen Anhäufung von opakem, graphitischem Material. Letztere ist für die Schieferung der mehr grobspätigen Lagen verantwortlich. Verhältnismässig viel autigener Quarz, wenig Serizit und Limonit.
(2–6: unteres Bajocian.) Mit Bruchkontakt folgt:

7. 20 m stark verschieferter und zerdrückter Mergelkalk, wie in Profil 9 Nr. 3, beschrieben.
(7: Argovian). Mit tektonischem Kontakt folgt:

8. 8 m dunkelgraue, braun verwitternde Echinodermenbrekzie. Dieses Spatkalkniveau führt 200 m nordöstlich in seinem Dach deformierte Parkinsonien.
(8: unteres Bajocian.)

Das Profil 8 gibt uns den grösseren Rahmen zum nächstfolgenden Profil 9, das vor allem wegen seiner Fossilien wichtig ist. Es beginnt mit typischen Aaleniantonschiefern. Der Kontakt zum Kristallin ist nicht aufgeschlossen. Er dürfte, nach der Intersektion zu schliessen, nur wenig westlicher liegen. Das echinodermenspätige Bajocian ist, wenn wir vom mergelreichen Vorkommen von Sembrancher absehen, hier erstmals vorhanden. Schon wenig nördlicher, beim Signal de Champex (Pkt. 1473) ist es vollständig verschwunden.

Der Spatkalk (8), welcher über den Mergelschiefern des Argovian nochmals einsetzt, gehört zu einer zweiten, normalliegenden Bajocianschuppe. Wir finden in seinem Dach dieselben, hier allerdings stark deformierten Ammoniten wie im Profil 9.

Profil 9: 100 m westlich von Profil 8, im verlassenen Schieferbruch (Koord.: 975450/97050/1410). Siehe Fig. 6.

Moränenschutt.

1. 15 m Relativ feiner, dunkelgrauer Spatkalk (Echinodermenbrekzie); im tieferen Teil mit dünnen, kohligen Schieferzwischenschaltungen, oben gut gebankt.
(Unteres Bajocian.)
Im Dach zwei Kondensationshorizonte wechselnder Mächtigkeit (1–30 cm), welche gut erhaltene, phosphatisierte und pyritisierte Fossilien (Belemniten, Ammoniten, Brachiopoden, Lamellibranchier) lieferten. Die in der Fossilliste (p. 412) beschriebenen Stücke stammen aus dem unteren, bedeutenderen Horizont.
(Mittleres-oberes Bajocian)
Die Kondensationshorizonte sind leicht tektonisiert, mit scharfer Grenze folgt:

2. 10 m dichter, knorrig schiefriger und gelbfleckig verwitternder Knollenkalk. Grobbankige Absonderung, welche schöne Schrägschieferung zeigt. Der Mergelgehalt nimmt gegen oben zu. Ein kalkiges Niveau, 2 m über der Basis, führt viele guterhaltene Phylloceraten und glattschalige Brachiopoden, sonst sind vor allem Belemniten und Aptychen vorhanden (Fossilliste p. 420).
DS: Die in einer kalkig-mergeligen Grundmasse schwimmenden, linsenförmigen Komponenten eines feinkörnigen Kalkes werden bis zu 5 mm gross und sind gegen oben und unten durch schwarze Tonhäute scharf begrenzt (pseudokonglomeratische Struktur). Grosser Gehalt an autigenem Albit und Serizit. Quarz und Ankerit zurücktretend. Vor allem die Kalkkomponenten enthalten viele Mikrofossilien: Radiolarien etc.

3. 30 m (obere Grenze nicht aufgeschlossen) ockergelb verwitternder, schiefriger Mergelkalk; frisch dunkelgrau mit mattem Seidenglanz auf den Schichtflächen, pyritreich. Führt in seinem unteren Teil noch dünne Einschaltungen von knolligem Kalk. Neben unsicheren Frassgängen und echinodermenspätigen Nestern sind vor allem Belemniten und kleine Phylloceraten zu beobachten. Letztere stehen wegen des Clivages, das vor allem die kalkreicheren Lagen erfasste, schief in den Schieferplatten. Die Schiefer sind in früherer Zeit abgebaut worden.
DS.: Feinkörniges Aggregat von Kalk, Ton und graphitischem Material; zusätzlich autigene Neubildung von Albit, Quarz und Serizit. Vereinzelte kleine Komponenten von Kalk wie in (2).
(2–3: Argovian.)
Moränenschutt.

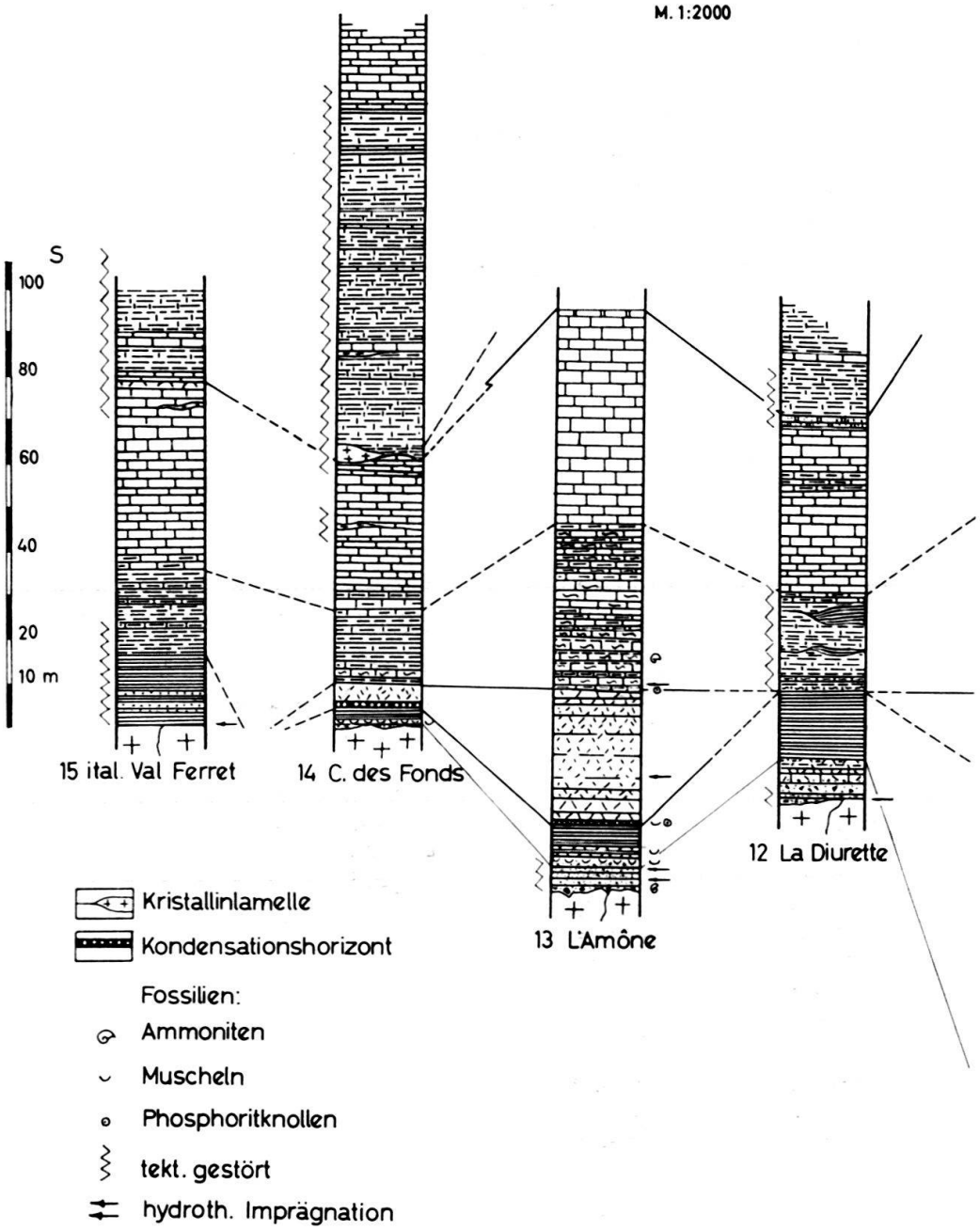
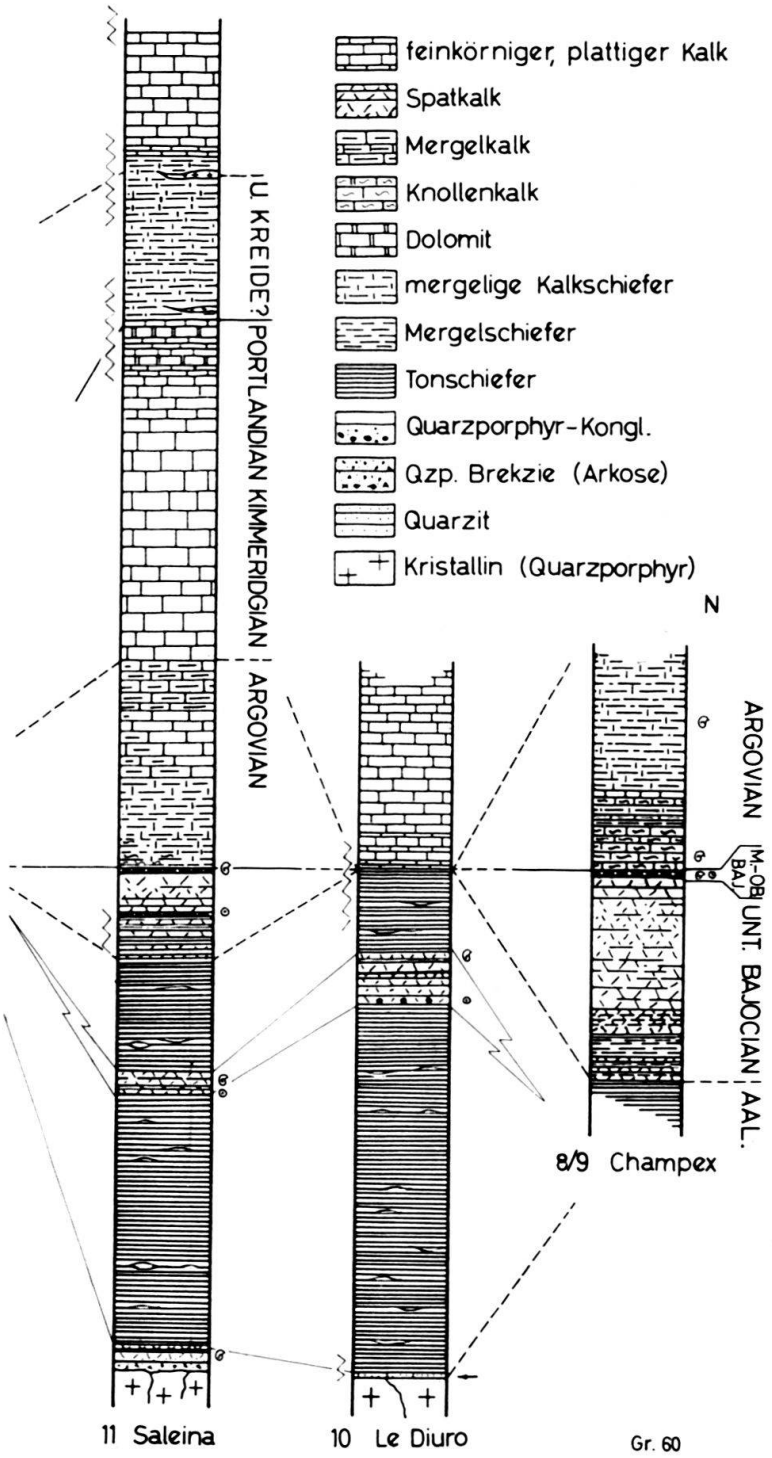



Fig. 6. Stratigraphische Profilserie durch das Autochthon des Mont Blanc-Massivs

Das Profil ergänzt das vorangehende in seinen gestörten Partien. Der Bajocian-Spatkalk (entspricht im Profil 8 der Schichtnummer 6) endigt mit dem typischen, hier datierten Kondensationshorizont. Der basale Knollenkalk des Argovian, der direkt darüber folgt, ist hier ausgesprochen fossilreich. Der darüber einsetzende, schiefrige Mergelkalk gehört noch zu demselben Zyklus (Schiltschiefer).




(Dogger–Malm) im Val Ferret. (Die Profilnummern entsprechen denen im Text).

Profil 10: In der Erosionsrinne des Wildbaches Le Diuro (Koord.: 574780/95050/1400). Siehe Fig. 6.

Das Profil ist typisch für die Verhältnisse zwischen Som la Proz und Issert. Die Aalenian-Tonschiefer ruhen hier mit tektonisiertem und zusätzlich hydrothermal vererztem Kontakt auf dem Kristallin. Die dünne, basale Quarzit- oder Spatkalklage, die das Aalenian normalerweise einleitet, fehlt, oder ist stark ausgewalzt. Waren die Schiefer bei Champex nur schwach entwickelt (Profile 7 und 8), so setzen sie am Hang hinter Som la Proz unvermittelt mit grosser Mächtigkeit ein. Schon im Torrent von Prénondes, wo eine grosse Schutthalde von einem intensiven, früheren Abbau zeugt, erreichen sie ein neues Maximum (~200 m). Die Schiefer, welche hier sicher zusätzlich noch tektonisch angehäuft sind, enthalten in ihrem oberen Teil erstmals ein noch wenig mächtiges Spatkalkniveau. Die für dieses Gebiet typische Einschaltung ist im Torrent von Diuro schon besser ausgebildet; sie lieferte hier einige Fossilien (Belemniten, Ammoniten). In diesem Profil herrschen auch hinsichtlich der Mächtigkeit normalere Verhältnisse. Der übrige Dogger, der südlich von Champex rasch verschwindet, fehlt; der mächtige Malm überlagert das Aalenian mit einem tektonischen Kontakt.

Profil 11: Nordflanke des Durchbruches der Reuse de Saleina, Praz de Fort (Koord.: 574560/92690/1360). Siehe Fig. 6 und 7.

1. Kristallin: Heller, bräunlichgrauer, rostig anwitternder Quarzporphyr. Mit stratigraphischem Kontakt folgt:

2. 2 m dunkelgrauer, feindetritischer, kalkfreier Quarzit. Bildet eine mit einer unregelmässig knorrigen Oberfläche endigende Bank; in der Verwitterung schwer vom Liegenden zu unterscheiden.
DS: In feiner, serizitischer, graphitischer Grundmasse feinkörniger, eckiger Quarz- und Feldspatdetritus: 45% Quarz; 25% Feldspat, stark zersetzt, saurer Plagioklas und mikropegmatitischer Orthoklas vorherrschend; vereinzelte grössere (2–3 mm) Quarzporphyrkomponenten, die rund bis angerundet sind.
Mit scharfer, tektonisch beanspruchter Grenze folgt:

3. 1,5 m knorrig schiefriger, von Tonhäuten durchzogener Spatkalk, dunkelgrau. Unten noch sandig, oben sauberer und gebankt. Enthält hier Phosphoritknollen und schlecht erhaltene Fossilien (Limiden, Pectiniden und Echinodermenreste).
500 m südlich, am Gegenhang, lieferte dasselbe Niveau neben Muscheln bestimmbare Ammoniten [u. a. *Ludwigia murchisonae* (Sow.)]. Die Fossilien liegen in einem Spatkalk, welcher reich an detritischem Quarz und Feldspat ist (siehe p. 403).

4. ~60 m Aalenian-Tonschiefer; an der Basis eine 20 cm mächtige, feinspätige Fossilbank, welche, wie die unmittelbar anschliessenden Tonschiefer, viele, rostig anwitternde Terebrateln enthält.
Die schwarzen, kalkfreien Tonschiefer sind trotz der starken Schieferung auffallend kompakt geschichtet und ungestört; Verwitterung braunschwarz. Sie enthalten stellenweise kleine Spatkalklinsen und harte, kieselige, pyritische Knollen.
DS: durch eine solche Knolle: Mikrokristallines, stark mit opaker Substanz (Pyrit ?, Graphitoid ?) pigmentiertes Quarzaggregat. Enthält viele grössere (autigene) Quarzkörner und etwas Kalzit, letzterer meist in Form von Schalentrümmern und Mikroorganismen. Im Zentrum der Knollen ein Nest von Pyritkristallen.

5. 4–5 m dunkler, gelb bis rotbraun verwitternder, feinspätiger Kalk; eisenreich, vereinzelte grössere Kalzittäfelchen. Fällt im Wandabbruch durch Schrägschieferung auf (kompetenteres Niveau).

DS.: Vorwiegend aus Echinodermentrümmern bestehend; vereinzelte, detritische Quarzkörner (2–5%), stellenweise durch opakes, limonitisches bis bituminöses Material verunreinigt.
Unten eine schiefrige, tonige Zwischenschaltung mit bis nussgrossen, schwarzen Phosphoritknollen und schlecht erhaltenen, gerollten Fossilien.
DS. durch eine solche Knolle: Begrenzung zum Nebengestein unregelmässig nierig. Die dunkelbraune, sehr opake Grundmasse enthält viel organogenen Detritus (Echinodermen, Mollusken, Ostracoden und Foraminiferen), detritische Quarzkörner und etwas Serizit. Grössere, gerundete Quarz- und Quarzporphyrkörner sind meistens mit Fe-Hydroxyd umkrustet. Der Phosphorit scheint zusätzlich etwas bituminös und ist an der verwitterten Oberfläche ausgebleicht.
Der über diesem Niveau liegende Spatkalk lieferte neben Belemniten und Lamellibranchiern kleine Lioceraten (Fossilliste p. 407).

6. 30–40 m schwarze Tonschiefer, wie unter 4 beschrieben. In den obersten 10 m feine Einschaltungen eines eisenschüssigen Spatkalkes (wie 5). Hier Tektonisierungen, die sich gegen oben verstärken (Knauer von sekundärem Quarz und Kalzit).
(2–6: mittleres-oberes Aalenian.)

7. 2 m schwarzer, feinkörniger, schiefriger Kalk. Ist von vielen Tonhäuten durchzogen, vereinzelte Echinodermentäfelchen.

8. 0,3 m (maximal) stark zerdrückter Kondensationshorizont, welcher schwarze Phosphoritknollen, schlecht erhaltene Muscheln und Echinodermenreste enthält; etwas pyritisiert. Mit stratigraphischem, doch tektonisch beanspruchtem Kontakt folgt:

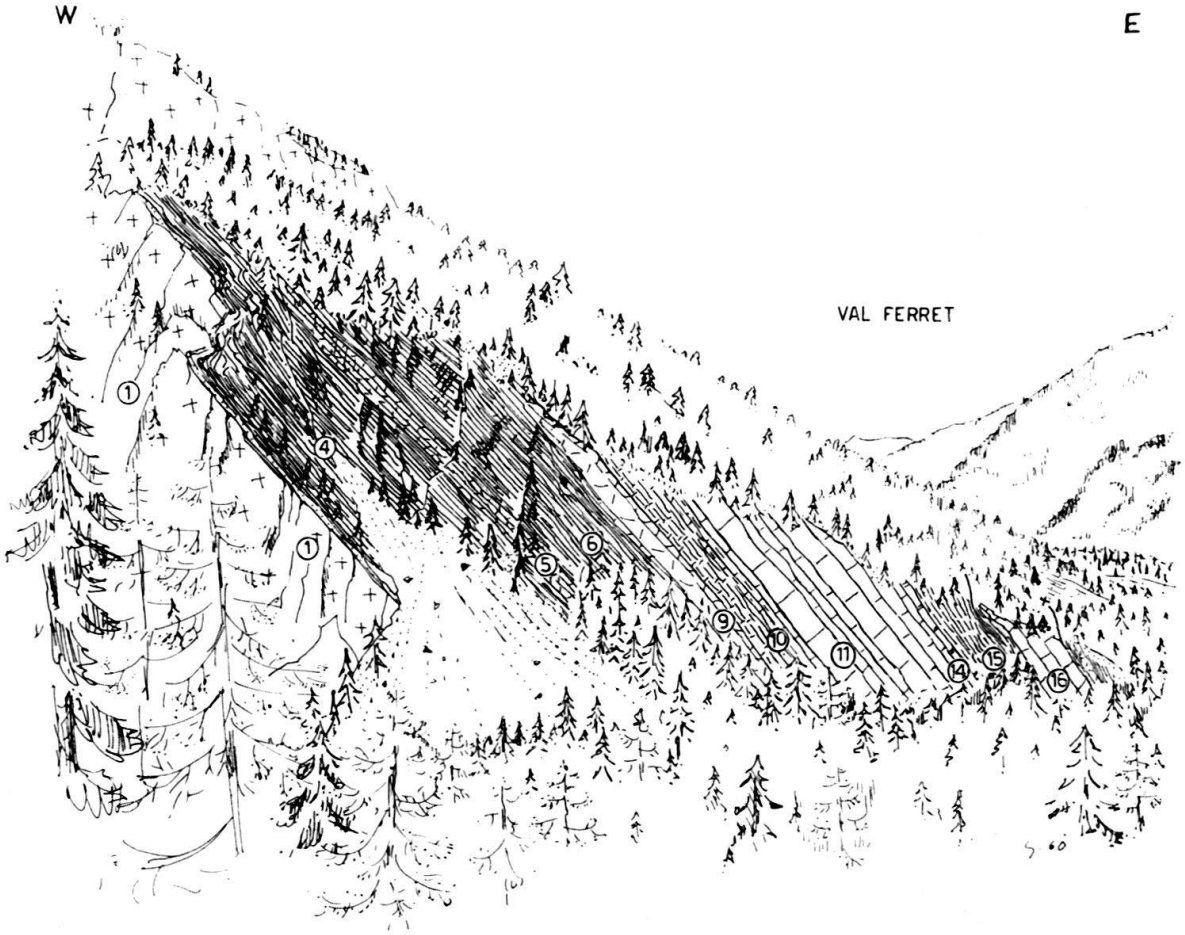



Fig. 7. Profil des Autochthon im Durchbruch der Reuse de Saleina, bei Praz de Fort. Die Numerierung bezieht sich auf die Beschreibung von Profil 11 im Text.

9. 10 m hellblaugrauer, braun verwitternder, grobspätiger Kalk. Enthält auch feinspätige Einschaltungen. Zuerst gut gebankt, dann massiger werdend.
DS: Der Kalk besteht fast ausschliesslich aus Echinodermendetritus (bis zu 15 mm ∅), in den Zwischenräumen häufig gelbbraun verwitternder Limonit; wenig autigener Quarz.
Im Dach (als knorrige Platte herauswitterrnd) gut entwickelter, fossilreicher Kondensationshorizont. Enthält neben den Phosphoritknollen vor allem viele Brachiopoden («*Terebratula*» sp.), ferner noch Belemniten, Pentacrinoiden, Lamellibranchier und ein unbestimmbares Ammonitenfragment. Die Fossilien sind in Nestern angehäuft, das Einbettungsmaterial ist feinspätig bis dicht.
(7 [evtl. z. T. 6]–9: Bajocien.)
Mit scharfer Grenze folgt:

10. 20 m braungrau und fleckig verwitternder, schiefriger Mergelkalk; frische Schichtflächen metallisch glänzend. Ein rascher Wechsel von mergeligen und kalkigen Lagen ergibt einen 5- bis 10-zentimetrigen Bankungsrhythmus. Gegen oben wird die Bankung wegen des Zurücktretens der Mergellagen gröber. Mit einem Übergang folgt:

11. 15 m gelblich bis bläulich verwitternder, plattiger Kalk; im Bruch dunkelblaugrau, pulvrig zerfallend. Schichtoberflächen häufig etwas serizitisch und gestriemt.

12. 10 m schiefriger bis plattiger Mergelkalk (wie 10).
(10–12: Argovian.)

13. 75 m feinkörniger, plattiger Kalk (wie 11). Bildet die zentrale Hauptmasse der Kalkserie, welche schon mit (11) begann. Erscheint im Abbruch kompakt, fast massig; wird erst gegen oben wieder bankiger. Mit scharfer, tektonisierter Grenze folgt:

14. 20 m stark tektonisierte Serie (im Gegensatz zu 13), welche die darunterliegende Kalkmasse abschliesst. Beginnt mit wenigen, stark zerdrückten, rostigen Tonschiefern, welche in Mergelschiefer und plattigen Mergelkalk überführen. Das ganze ist stark gestriemt und von Linsen aus sekundärem Kalzit und Quarz durchzogen; typisch sind weiter rotbraun verwitternde Ankeritkrusten. Der Kalk kann in Verbindung damit dolomitisch werden.
200 m hangaufwärts finden wir dieselbe Zone weniger gestört wieder: Im Dach des Malmkalkes schalten sich hier zwei 1–2 m mächtige Dolomitbänke ein. Der feinkörnige, schon ursprünglich etwas brekziöse, massige Dolomit wurde bei der tektonischen Beanspruchung vollständig zerbrochen; im Gegensatz zum umgebenden Kalk, der nur verschiefert, dafür aber vollständig rekristallisiert wurde.
DS: Dolomitische Pseudobrekzie (autigen). Der etwas dunkler verfärbte «Zement» ist voll von Mikroorganismen: Radiolarien vorwiegend, darunter Nasselarien; karbonatisierte Schwammnadeln. Die Dolomitkomponenten sind meist nur undeutlich begrenzt, häufig mit stylolithischen Häuten. Die jungen Bruchspalten sind von Sekundärkalzit erfüllt.
(13–14: Mittlerer bis oberer Malm.)
2 m über der oberen Dolomitbank folgt eine von gestörten Tonschiefern begleitete Kristallinlamelle, welche die folgende Serie einleitet (Profilfortsetzung wieder am Talgrund):

15. 15 m feine, bleich gelblich bis blaugrau verwitternde, matt glänzende Mergelschiefer; kalkreich und papierig, häufig gestriemt, nicht gebankt und ohne Flecken, im Gegensatz zu (11).
3 m über der Basis eine härtere, kalkreichere Partie; im oberen Teil etwas mergeliger. Hier Knauer und Linsen aus sekundärem Quarz und Kalzit verbreitet, im Zusammenhang mit einer stark ausgezogenen, maximal 0,5 m mächtigen Kristallinlamelle, welche sich etwa 4 m unter dem Dach einschaltet.
(15: Untere Kreide?) Rascher Übergang in:

16. 25 m hellblau-grau verwitternder, feinkörniger Kalk. Unten noch stark plattig mit gelben Ankeritstriemen auf den Schichtflächen, oben auch kompakte Bänke enthaltend. Im Dach tektonisch beansprucht, verschiefert und gewellt.

DS: Reiner, regelmässig fein gekörnter Kalk, typisch rekristallisiert. Von einigen feinen, schichtparallelen Häuten, welche Graphit- und Serizitschüppchen enthalten, durchzogen. In einem durchlaufenden Horizont bis zu 2 mm grosse, stark pigmentierte Kalkklümpchen, zum Teil zerrissen und gedreht, wahrscheinlich organogener Herkunft (pellets?).
Der Kalk scheint als Ganzes massiger, ist frisch heller und verwittert bleicher als der typische Malmkalk (13).

17. 1–2 m Mylonitzone. Wittert als Rinne zurück; enthält neben dem vorwiegenden tektonischen «Gekröse» noch Kalk- und Tonschiefer.
Darüber folgen mit einer Rippe einige Meter sandigen Spatkalkes typisch helvetischer Fazies, weiter etwa 10 m Tonschiefer mit Einschaltungen von sandigen Mergelschiefern. Alles ist stark gestört und verschwindet in der alten Seitenmoräne des Saleina-Gletschers.

Das leicht zugängliche Saleina-Profil umfasst die vollständige autochthone Serie in einer praktisch ungestörten Abfolge. Das immer noch mächtige Aalenian erscheint erstmals mit einer eindeutigen transgressiven Basis. Die Transgression ist nach Ammonitenfunden an der gegenüberliegenden Talflanke hier als Mittel-Aalenian (*murchisonae*-Zone) datiert. Die immer noch vorhandene, obere Spatkalkeinschaltung (5) lieferte ebenfalls bestimmbare Ammoniten. Das Bajocian (9), das darüber folgt, enthält hier erstmals seine beiden Kondensationshorizonte, an der Basis und im Dach. Darüber setzt das Argovian direkt mit seiner Mergelschieferfazies ein; im Profil gegenüber ist aber der basale Knollenkalk in Form dünner Einschaltungen wieder vorhanden. Der mächtige Malm zeigt zuoberst regressive Züge (autigene Dolomitbrekzien), was uns veranlasst, die direkt darüber folgende Mergelschieferserie (15) in die unterste Kreide zu stellen. Die über der Kristallinlamelle auftretenden Mergelschiefer und der Kalk (16) stellen möglicherweise schon ein tiefstes helvetisches Element dar. Im Dach dieses Kalkes erscheint mit einer ausgeprägten, tektonischen Grenze das übrige Helvetikum.

Profil 12: La Diurette, am Unterlauf des Torrent de Planereuse. Profilbeginn auf 1460 m ü. M., wo der Wildbach einen kleinen Riegel aus Kristallin durchstösst (Koord.: 574000/90280/1460). Siehe Fig. 6, p. 372.

1. Kristallin: Einige Meter eines hellgrauen, oberflächlich verrosteten Quarzporphyrs. Am Sedimentkontakt stark zerbrochen.

2. ca. 1 m Amône-Konglomerat; Mächtigkeit stark wechselnd, zum Teil fehlend. Bis faustgrosse, gut gerundete Quarzporphyrgerölle; Zement kalkarm, sandig-quarzitisch. Stark verrostet, tektonisch gequetscht.

3. 1 m Quarzporphyrbrekzie, Zement karbonatisch, grössere Komponenten (bis zu 2 cm ∅) meist angerundet.
DS: In kalzitischem Zement, welcher beginnende Dolomitisierung zeigt (idiomorphe Dolomitskelette), Komponenten von Quarzporphyr, Feldspat und Quarz. Erstere stark serizitisiert.

4. 2 m stark verbackene Quarzporphyrbrekzie. Unter den Komponenten wiegt ein weisser Quarzporphyr vor, darunter eine 1 m grosse, stark verschieferte Riesenkomponente (evtl. tektonischer Abkunft). Der dunkelgraue, kalkfreie Zement ist feinsandig-serizitisch. Das Ganze ist stark tektonisiert und mineralisiert (Fe-Hydroxyd).

5. 1 m mächtige, stark verschieferte und verrostete Ruschelzone, welche einen tektonischen Kontakt markiert.

6. 2 m schiefriger, sandig spätiger Kalk; frisch blaugrau, Verwitterung braun, Schieferungsflächen serizitisch. Enthält einzelne grössere Quarzporphyr-Komponenten (bis zu 1,5 cm ∅).

DS: Mittelkörniger, unreiner Sandkalk. Sandanteil 20%, davon 5% Feldspat und Quarzporphyr. Echinodermendetritus häufig. Schieferung geht auf graphitisch pyritische Tonhäute zurück.
Der Komplex wird hangaufwärts rasch mächtiger.

7. 2–3 m schwarze, feinspätige Kalkschiefer; tonreich und rostig verwitternd. Mit leicht tektonisiertem Kontakt:

8. 10–15 m reine, schwarze Tonschiefer.
(2–8: mittleres bis oberes Aalenian.)
Mit tektonischem Kontakt (Marmorisierungen, tektonisches «Gekröse»):

9. 15–20 m mergelige Kalkschiefer; weiche Mergelschieferzwischenlagen enthaltend. Auf den gelbbraun gefleckten und gestriemten Schichtflächen Serizithäute. Einzelne Einschaltungen von mergeligem Knollenkalk.
(Argovian.)
Darin zwei tektonische Einschaltungen von schwarzen, pyritischen Tonschiefern (wahrscheinlich Aalenian); diejenige im oberen Teil ist mit 5 m bedeutender, sie keilt aber bachwärts aus.
Abgetrennt durch eine dünne Schuttzone folgt:

10. 20–25 m blaugrauer, plattiger Kalk; feinkristallin, mit den typischen gestriemten Serizit- und Ankerithäuten auf den Schichtflächen. Anfänglich noch tektonisch gewellt, mit Dolomitisierungserscheinungen in den Störungszonen.

11. 5 m stark verschieferte und marmorisierte Zone, die etwas zurückwittert. Material ähnlich (10), doch etwas mergeliger.

12. 10 m plattiger Kalk wie (10), bildet eine neue Felsrippe.

13. 2 m schlecht aufgeschlossene Zone. Im ungestörten Kontakt zu (14) wenige dm reine, schwarze Tonschiefer führend.

14. 2 m braun verwitternder, schiefriger, sandiger Dolomit; stark tektonisiert, durchadert und leicht marmorisiert.
DS: Unreiner, limonitischer Dolomit. Zusammensetzung: 50–60% Dolomit, vorwiegend idiomorph kristallisiert; 10–20% Quarz, vorwiegend autigen; 5% detritischer Feldspat; wenig Kalzit und Serizit.
(10–14: mittlerer bis oberer Malm.)
Übergang zu (15) mit sandig-serizitischen Kalkschiefern:

15. 15 m (obere Grenze nicht aufgeschlossen) stark gestörte Kalk- und Mergelschiefer; letztere verwittern silbrig und herrschen im unteren Teil vor.
Die Serie wird durch eine 2 m mächtige, relativ massige Bank eines dunklen, feinkristallinen und leicht serizitischen Kalkes abgeschlossen. Orographisch weiter unten stehen am Abhang weitere, durch Hakenwurf verstellte Mergelschiefer an.
(Untere Kreide ?)

Dies ist das letzte Profil der zusammenhängenden Zone von autochthonen Sedimenten, die von Saxon her das nordöstliche Mont Blanc-Massiv begleitet. Von hier bis zur Combe des Fonds ist das Kristallin, bis auf das Erosionsrelikt der Amône, von seiner Bedeckung entblösst, bzw. bleibt diese Bedeckung unter dem Talboden verborgen.

Wir treffen hier erstmals das Amône-Konglomerat, das typische Transgressionskonglomerat des Dogger im hinteren Val Ferret, an. Die Brekzien und Kalksandsteine, die es überlagern, werden hangaufwärts (d. h. in nördlicher Richtung) rasch mächtiger (bis 30 m) und erinnern lithologisch stark an die Liasbildungen des Mont Catogne. Es handelt sich aber eindeutig um Aalenian. Das übrige, tonschiefrige Aalenian scheint dagegen schon stark reduziert, zum Teil auch tektonisch. Die Spatkalkeinschaltung, die wir ein letztes Mal an der Südflanke des Saleina-Durchbruches angetroffen haben, fehlt, wie auch das Bajocian. Der

Malm folgt mit einer Argovianbasis mit typisch tektonischem Kontakt (Aalenianschuppen!) und endigt wieder regressiv (sandig dolomitisch).

Profil 13: An der Südflanke der Sedimentplatte gegenüber dem Weiler l'Amône (Koord.: 573110/87870/1610). Siehe Fig. 8. Profilbeginn oben in der Platte auf 1750 m ü. M., wo das Profil vollständiger ist.

1. Kristallin: Hellverwitternder, grünlich- bis bläulichgrauer Quarzporphyr. Die stark zersetzten Feldspateinsprenglinge überwiegen zahlenmässig jene aus Quarz. Kontaktwärts etwas verrostet. Auf einer unregelmässigen, etwas geklüfteten Oberfläche folgt mit praktisch ungestörtem Kontakt:

2. 0,5–2 m hartes Amône-Konglomerat. Bildet kompakte Bank, welche häufig noch auf der Quarzporphyrplatte kleben blieb. Ausschliesslich Quarzporphyr-Komponenten mit Durchmessern von 1 cm bis 1 m vorhanden; die grösseren sind immer gut gerundet, die kleineren oft nur angerundet. Zement vorwiegend kalkig, unten stellenweise auch sandig-arkosig (monogen). Enthält vereinzelte kalkige Schalentrümmer und lieferte einen schlecht erhaltenen Ammoniten (*Ludwigia* sp.).
DS: Die grossen Komponenten selbst liegen in einer brekziösen, kalzitischen Matrix. Ihre bis zu 3 mm grossen Komponenten sind eckig bis angerundet. Zusammensetzung: 35% Quarzporphyr- und Feldspatmaterial, leicht zersetzt (saurer Plagioklas und mikropegmatitischer Kalifeldspat); 15% Quarz; der Rest wird durch ein grobkristallisiertes, sandig-serizitisches Kalzitbindemittel gebildet.
Die unregelmässige Oberfläche der Konglomeratbank ist wegen des hinunterfliessenden eisenhaltigen Wassers (Verwitterung des hydrothermalen Pyrites) von Fe-Hydroxyd überkrustet.
Mit scharfem Kontakt folgen einige Quarzitbänke, die hangaufwärts eine grössere, glatte Platte bilden:

3. 0,5 m hellgrauer, rostig verwitternder, kalkfreier Quarzit; starke hydrothermale Pyritisierung.
DS: In feinkörnigem Quarz-Serizit-Zement brekziöse Komponenten von Quarz (30%), meist rekristallisiert und von stark zersetztem Feldspat (inkl. Quarzporphyr 20%); vereinzelte Titanitkörner.

4. 3 m gut gebankter, quarzitischer Kalksandstein; Verwitterung braungrau, unten noch kalkfrei.
DS: In unreiner, sekundär grob rekristallisierter Kalzitgrundmasse Komponenten von Quarz (20–25%) und zersetztem Feldspat und Quarzporphyr (10%). Wenig mineralisiert, im Gegensatz zu (3) und (5). Einzelner Schnitt durch einen Cidarierstachel.

5. 1 m stark mineralisierter, rostig verwitternder Quarzit; kalkfrei wie (3).
Es folgt bis zum Plattenabbruch des Bajocian-Spatkalkes eine 2 m mächtige, tektonisierte und verschieferte Zone aus sandigen Kalk- und Tonschiefern, welche im Dach schlecht erhaltene und zerdrückte Fossilien führt. Diese, das tonschiefrige Aalenian enthaltende Zone liegt nur oben an der Spitze der Platte ungestört vor (siehe Fig. 8). Profilfortsetzung dort, an der Südflanke des kleinen Einschnittes:

6. 2 m dunkelgrau verwitternder, feinkörniger Kalk, frisch schwarz und kohlig; feinsandig, vor allem unten noch brekziöse Quarzporphyrtrümmer enthaltend; zum Teil mergelig, zum Teil grobspätig. Ausgesprochen reich an Fossilien (Lamellibranchier, Brachiopoden, Echinodermen usw.). Die im alten Bergwerksabraum am Fuss der Platte herumliegenden Fossilien stammen fast ausschliesslich aus diesem Horizont (Fossilliste p. 404).
DS: Zoogener Kalk. Die gut erhaltenen Schalenreste (Prismenstruktur der Lamellibranchierschalen meist noch erkennbar) ruhen in einer unsauberen, kalkigen Matrix, die sehr reich an schwarz färbender, opaker Substanz (Graphit, Markasit, Pyrit, Bitumen) ist. Daneben ist noch feindetrischer Quarz (15%) und schlecht eingeregelter Serizit vorhanden.

Übergang in:

7. 3 m Wechsellagerung von rostigen, schwarzen Tonschiefern und feinspätigen Kalklagen. Beide enthalten noch Fossilien (vorwiegend Echinodermentrümmer). Als Abschluss eine dünne, feinspätige Kalkbank, welche Muschel- und Echinodermenresten enthält.

8. 4 m rostig verwitternde, schwarze Tonschiefer. Enthalten in dünnen Lagen sehr schön erhaltene, pyritisierte Echinodermentrümmer (Pentacrinoidenstielglieder, Cidaridenstacheln) und vereinzelte, auffallend grosse «Posidonien». Im Dach 10 cm knorrige, kalkige Schiefer, welche wieder mehr Fossilien enthalten.
(2–8: mittleres bis oberes Aalenian.)

Fig. 8. Die Sedimentplatte gegenüber l'Amône. Im Hintergrund die Platte von La Seilo (Kristallin). Die Numerierung bezieht sich auf die Beschreibung von Profil 13 im Text.

Die Masse des Bajocian-Spatkalkes beginnt hier mit:

9. 0,1 m sehr harter, kieseliger Spatkalk, welcher schwarze, phosphoritisierte Fossilknollen (Belemniten, Lamellibranchier) enthält.

Profilfortsetzung wieder an der Südflanke der Platte, beim mittleren, kleinen Stollen, wo die basale Aalenianfossilschicht (6) direkt auf eine unregelmässige Quarzporphyrfläche transgrediert. Stellenweise ist im Kontakt eine dünne Lage einer groben Arkose vorhanden. Die hier etwas wechselnd 1 bis 2 m mächtige Fossilschicht enthält selbst dünne, feinsandig serizitische Lagen, welche von gelegentlichen Quarz–Feldspat-Einschwemmungen herrühren dürften. Sonst ist der Kalk sauberer als in (6). Er enthält neben den üblichen Muscheln und Echinodermen auffallend viele Korallen (*Thamnastrea* sp.). Der Kondensationshorizont (9) fehlt hier.

10. 6 m sehr grobe, braun und mürbe verwitternde Echinodermenbrekzie. Enthält viele Cidaridenstacheln und Stielglieder von *Pentacrinus*, vereinzelte Belemniten (Fossilliste p. 411).

Der Kalk tritt beim tiefsten Stollen mit dem Kristallin in den direkten, tektonischen Kontakt. Hier ist zusätzlich ein 1–3 m mächtiger, hydrothermaler Quarzkörper eingedrungen, der das Gestein im Kontakt hart und zähe machte. Ohne deutliche Grenze folgt:

11. 30–40 m hell bläulichgrauer bis beiger, marmorisierter Spatkalk. Bildet die Platte der Amône. Im Plattenabbruch trotz einer gewissen Schiefrigkeit absolut massiger Aspekt. Plattenoberfläche gewellt und verbogen, im Gegensatz zu den immer glatten Malmkalkplatten.

DS: Sauberer Kalk. Auffallend grosser Quarzgehalt, die typisch autigenen Quarzkörner liegen in feinen Adern oder als isolierte Granoblasten in der rekristallisierten Kalzitmasse. Die Quarzkörner sind häufig fein zerbrochen (beginnende Kataklase).

In ungefähr 20 m Höhe zieht eine 10 m mächtige, auffallend braun verwitternde Zone ein Stück weit mehr oder weniger konkordant durch den übrigen Kalk. Sie ist stark zerbrochen und zeigt Clivage. Nach Stücken aus dem Schutt zu schliessen, handelt es sich um einen feinkörnigen, kristallinen Kalk, der feine Erzeinschlüsse und etwas Quarz führt (hydrothermale Imprägnation).

Profilfortsetzung 200 m nördlich, an der Basis der Kalkplatte (Koord.: 573290/88020/1570):

Im Dach des marmorisierten Spatkalkes ist eine unbedeutende Kondensationslage mit undeutlichen Fossilresten festzustellen.

(9–11: Bajocian.)

Das Hangende folgt mit einem scharfen, durch eine Erzimprägnation gestörten Kontakt:

12. 1 m dunkelblaugrauer, schiefriger Kalk; feinkörnig mit vereinzelten Kalzittäfelchen, nicht fleckig wie (13). Im Gefolge der Vererzung stellenweise vollständig dolomitisiert und mit Pyrit und Hämatit imprägniert.

13. 2 m blau-gelb fleckig verwitternder Knollenkalk, pseudobrekziös; weil von welligen Serizithäuten durchzogen, knorrig schiefrig (DS. wie Nr. 15).

14. 1 m schiefriger, leicht mergeliger Kalk; wittert zurück, auf den glatten Schichtflächen gestriemte Serizithäute.

15. 10 m ockerfarbig fleckig verwitternder Knollenkalk; von feinen, graphitischen, serizitischen Häuten durchzogen, knorrig verschiefert. Grobgebankter Aspekt (Bankung bis zu 1 m) wegen dünner, glatter Kalkschieferlagen, die zurückwittern.

DS: In einer gleichmässig kristallisierten, etwas unsauberen Karbonatgrundmasse schwimmen isolierte Fetzen eines mikrokristallinen, schwarzen Kalkes, welcher Spuren von Mikrofossilien und autigene Mineralkörner (Quarz und Albit) enthält. Im Gegensatz zu (13) überwiegt hier die makroskopisch ockerfarbig verwitternde Karbonatmasse. Sie besteht aus einem Kalzit-Ankerit-Kristallfilz; Ankerit ist durchwegs idiomorph kristallisiert (Rhomboeder). Wegen der innigen Vermengung von Kalzit und Ankerit reagiert das Gestein bei der Behandlung mit HCl anfänglich noch stark. Der Komplex ist fossilführend: Belemniten (vorw. kleine Hiboliten), Ammonitenspuren, Aptychen, Brachiopoden und selten Crinoidenreste.

16. 1 m stark verschieferte, mergelige Kalkschiefer, die zurückwittern.

17. 10 m braungrau verwitternder, leicht knorrig schiefriger Kalk; glatter und mergeliger als (13) und (15). Gegen oben massiger werdend, bildet die erste Platte.

18. 10–15 m Wechsellagerung von knorrigen und fleckig verwitternden, serizitischen Kalkschiefern und leicht marmorisierten, glatten Kalkschiefern mit Ankeritstriemen. Erstere zeigen Transversalschieferung, letztere wittern zurück und nehmen gegen oben überhand. Bilden weitere Platten.

(12–18: Argovian.)

Übergang in:

19. 40–50 m fleckig verwitternder, plattiger, feinkristalliner Kalk; mit Serizithäuten auf den Schichtflächen. Abschliessend eine 1 m mächtige, ockergelb fleckig verwitternde Knollenkalkbank (ähnlich 15), welche Brachiopoden führt.
(Mittlerer-oberer Malm.)

Das beschriebene Profil ist ein Sammelprofil, da vor allem wegen der auftretenden tektonischen Störungen der Beobachtungsraum erweitert werden musste.

Die Sedimentserie ruht mit einem eindeutig stratigraphischen Kontakt auf dem Kristallin[8]) und beginnt mit einem Transgressionskonglomerat, dem nach der Lokalität benannten «Poudingue de l'Amône» (DUPARC & PEARCE, 1898). Darüber folgen, wie schon im Profil 12, wenige Meter brekziöser Quarzit und Sandstein.

Das darüber einsetzende, restliche Aalenian ist wegen seiner inkompetenten Beschaffenheit häufig gestört und ausgequetscht. Die stratigraphische Stellung und das Alter der darin enthaltenen Fossilschicht war darum lange Zeit unklar. Die Fossilien – es sind vorwiegend gut erhaltene Muscheln –, die im Abraum der ehemaligen Pyritmine massenhaft gefunden werden können, stammen fast ausschliesslich aus einem bis zu 2 Meter mächtigen Horizont an der Basis der Aalenianschiefer. Das gesamte Aalenian ist vom Profil 12 weg weiter auf 7 m reduziert worden und macht hier schon einen ausgesprochen neritischen Eindruck.

Der Kondensationshorizont an der Basis des folgenden Bajocian ist nur unbedeutend. Der Bajocian-Spatkalk erreicht in diesem Profil sein Mächtigkeitsmaximum. Er ist auffallend stark marmorisiert, wahrscheinlich im Zusammenhang mit hydrothermalen Imprägnationen. Das Argovian setzt wieder mit scharfer Grenze ein. Es ist ausgesprochen kalkig; vor allem die Knollenkalkfazies (Schiltkalk) ist verbreitet. Der Malmkalk folgt mit einem Übergang und wird durch eine knollige Kalkbank abgeschlossen.

Vor allem lithologische Kontakte sowie Klüfte sind häufig von hydrothermalen Lösungen durchfahren worden. Imprägnations- und Verdrängungserscheinungen sind bis zur Basis des Argovian fast in allen Niveaus zu beobachten. Die Horizonte im Übergang zwischen (2/3) und (5/6) sind besonders reich an Erz (Pyrit) und sind in früherer Zeit ausgebeutet worden (Stollen).

Das Profil der Amône ist wegen dieser Erzvorkommen, dann aber auch wegen der Fossilien schon relativ lange bekannt (WILD, 1788; FAVRE, 1867; GERLACH, 1883; GREPPIN, 1876; DUPARC & MRAZEC, 1898; SCHMIDT, 1907). Die eingehendsten Arbeiten, vor allem was die Fossilschicht und ihre Fauna betrifft, sind diejenigen von GREPPIN und SCHMIDT, doch ist das Profil noch nie im Detail publiziert worden.

Profil 14: In der nördlichsten Wildbachrinne des Paquet (Combe des Fonds). Führt nach der Schneeschmelze nur noch wenig Wasser (Koord.: 572360/85820/2000). Siehe Fig. 6, p. 372.

1. Kristallin: Quarzporphyr, der eine unregelmässige, unebene Transgressionsfläche bildet.

2. 1 m (im Durchschnitt) Amône-Konglomerat mit nuss- bis kopfgrossen Quarzporphyrkomponenten; Zement kalkig. Mit leicht tektonisiertem Kontakt (einige aufgeschürfte Konglomeratbrocken) folgt:

[8]) Diese Feststellung steht im Widerspruch zu OULIANOFF (1934), der die Platte als einen tektonischen Schubspan betrachtete.

3. 0,3 m braun verwitternder, feinkristalliner Kalk; frisch schwarz, etwas serizitisch. Das Niveau ist hier fossilleer; 100 m SW, am dritten, grossen Gletscherbach ist es 1 m mächtig und ausgesprochen zoogen (Muscheln, Echinodermen).
4. 3 m schwarze Tonschiefer; verwittern mit rostigen Schichtoberflächen.
(2–4: mittleres bis oberes Aalenian.)
5. 0,3–0,5 m schwarzer, harter, feinkristalliner Kalk, leicht spätig. Enthält viele schwarze Knollen, zum Teil mit konzentrischer Struktur (Phosphorit); die ursprünglichen Fossilien sind nur schwer zu erkennen (viele Cidariden, Belemniten, Muscheln).
DS: In unsauberer (sandig serizitisch), kalkiger Matrix zwei Typen von Phosphoritknollen:
1. feinkörnige, amorphe Fetzen, welche voll von kalkigen und kieseligen Mikrofossilien (Foraminiferen, Schwammnadeln etc.) sind.
2. konzentrisch gebaute Aggregate; im Kern Fossilrest (z. B. Bryozoe), darum herum feine Zonen von braun verfärbtem Phosphorit; vereinzelte detritische Quarz- und Seriziteinschlüsse (siehe p. 409, Fig. 11).
6. 3–5 m hellbeiger, bräunlich verwitternder, kristalliner Spatkalk. Unten noch knorrig schiefrig, gegen oben massiger werdend; führt vor allem hier viele Echinodermenreste (Cidaridenstacheln). Oft lageweise etwas verkieselt.
(5–6: [unteres] Bajocian.)
7. 35 m feine, bläulich-beige verwitternde Mergelschiefer; wechseln mit dünnen Kalkschieferbänklein (Bankungsrhythmus 5 cm). Unten einige krümelige, feinknollige Lagen, nach etwa 15 m wird die Serie kalkiger und die Bankung gröber (20 cm). Mergelschiefer stellenweise leicht sandig.
8. 0,2–0,5 m stark ausgezogene Kristallinlamelle (Quarzporphyrmylonit).
9. 15 m feinkörniger, plattiger Kalk [wie (7) oben]; etwas tektonisiert und marmorisiert, vor allem in der Nachbarschaft der Lamellen.
(7, 9: Malm, inkl. Argovian.)
10. 0,1–0,2 m stark ausgewalzte Kristallinlamelle; ist 50 m südlicher noch 5 m mächtig.
11. 1 m schwarze, tonreiche Mergelschiefer.
12. 20 m feinsandige, serizitische Kalkschiefer, mit tonreichen Einschaltungen. Oberste 3 m massiger (leicht marmorisiert). Tektonisches «Gekröse» ist verbreitet.
DS: Feinkörniger Kalk; enthält feine, graphitische Serizithäute und lagig eingeordneten, autigenen Quarz (5%).
13. 0,5 m stark mylonitisierte Kristallinlamelle; der Kalk darunter leicht, der darüber stark marmorisiert.
14. 2 m hellblaugrauer bis weisser, zuckerkörniger Marmor; bildet massige Bank.
15. 50–60 m dunkle, düstere Mergelschieferserie; macht einen gestörten, unruhigen Eindruck (viel tektonisches «Gekröse», Mikrofaltungen). Rascher Wechsel (im Millimeterbereich) von grauen Kalk- und schwarzen Tonlagen, auch dünne Einschaltungen von Tonschiefern und von Kalk. Letzterer ausgebleicht und marmorisiert.
In der oberen Hälfte herrschen die kalkigen Einlagerungen vor: Wechsellagerung von Bänklein eines dunklen, dunkelgrau verwitternden, schiefrigen Kalkes und dünnen, etwas silbrig verwitternden Tonzwischenlagen. Die Serie ist immer noch stark tektonisiert. Übergang in:
16. ~30 m dunkler, mehlig blaugrau verwitternder, schiefriger Kalk. Bildet die Platte an der Westflanke der Combe des Fonds.
DS: Relativ reines, feinkörniges Kalzitaggregat; einzelne schichtparallele Adern mit hellem Sekundärkalzit, in Nestern Anreicherungen von schwarzer, graphitischer Substanz, einzelne autigene Quarz- und Albitkörner. Unsichere Spuren von Mikroorganismen.
(11–16: Malm? des basalen Helvetikum s. s.)

Das Profil 14 ist ein typisches Profil der vorderen Combe des Fonds, wo noch eine relativ ungestörte autochthone Serie vorliegt. Ein Profil aus der unmittelbaren Nachbarschaft (Sur la Lys: 500 m nördlich unserer Lokalität) wird von

R. TRÜMPY (1954) und in OULIANOFF & TRÜMPY (1958) angeführt. Beide Profile lassen sich noch sehr gut mit demjenigen der Amône vergleichen. Der Dogger ist aber in der Combe des Fonds schon stärker reduziert und seine Ausbildung ist zusätzlich gewissen Schwankungen unterworfen (wechselvolle Küstensedimentation).

Das Autochthon beginnt in diesem Gebiet in der Regel mit einem wenig mächtigen Amône-Konglomerat. Direkt darüber folgt eine sandige Spatkalkbank, die Muscheln (vorwiegend Pectiniden und Limiden), also die typische Fauna der Fossilschicht von Amône enthält. Die Mächtigkeit der Aalenian-Tonschiefer beträgt nur noch 3 Meter, an anderen Orten sogar noch weniger. Das ebenfalls stark reduzierte Bajocian beginnt mit einem sehr schön entwickelten Kondensationshorizont.

Das Argovian setzt direkt mit seiner Mergelschieferfazies ein. Beim 2. Torrent (von Norden gezählt) kann an seiner Basis noch eine dünne Knollenkalkbank beobachtet werden. Der nur noch wenig mächtige, stark verschieferte und etwas marmorisierte Malmkalk folgt ohne scharfe Grenze. Er ist in der mittleren und hinteren Combe des Fonds kaum mehr von seinem Liegenden abzutrennen. In diesem Gebiet führt auch der Malmkalk Kristallinlamellen (8). Die über einem weiteren Lamellenniveau (10) einsetzende Mergelschieferserie und der düstere, schiefrige Kalk, der die Platten an der Westflanke der Combe des Fonds aufbaut, würde dem tiefsten Helvetikum s. s. (Zone 1) angehören.

In der hinteren Combe des Fonds, südlich des grossen Moränenschuttkegels, fehlen bis auf einen kleinen Aufschluss (Koord.: 571790/84460/2280), wo Bajocianspatkalk mit transgressivem Kontakt auf Kristallin liegt, die autochthonen Doggerbildungen vollständig. Schiefriger Kalk (Malm?) tritt mit dem Kristallin in direkten tektonischen Kontakt. Die Tektonisierung und die damit verbundenen Verschieferungen und Marmorisierungen erreichen einen solchen Grad, dass die aufgestellten lithologischen Abteilungen nicht mehr auseinanderzuhalten sind. Diese Störungen stehen im Zusammenhang mit den vielen, zum Teil mächtigen Kristallinlamellen, die hier im Süden noch verstärkt auftreten.

Profil 15: Auf der Südseite des Petit Col Ferret, an der linken Seitenmoräne des Gletschers von Pré de Bar, im italienischen Val Ferret (Koord.: 570880/82300/2169). Siehe Fig. 6, p. 372.

Das von M. B. CITA (1953) aufgenommene und publizierte Profil (p. 79 und 80) lässt sich, im Gegensatz zu den noch südlicheren, sehr gut mit den Profilen der Combe des Fonds vergleichen. Die Verhältnisse haben sich vom Petit Col Ferret an wieder etwas normalisiert. Die tektonische Beanspruchung war schwächer, die Kristallinlamellen keilen nacheinander aus.

Das Profil beginnt mit Tonschiefern (Aalenian?), die mit einem tektonischen Kontakt einsetzen und als Neuheit quarzitische Einschaltungen führen. In den darüber folgenden Mergelschiefern vermuten wir das Argovian, im marmorisierten Kalk den restlichen Malm. Im Dach dieses Kalkes findet sich interessanterweise eine normalstratigraphische Einschaltung einer 1,5 m mächtigen Spatkalkbank.

Das Helvetikum s.s. beginnt mit einer relativ mächtigen, stark tektonisierten Mergelschieferserie. Darüber folgt dann nach einer kurzen und schlecht aufgeschlossenen, tonschiefrigen Einleitung der Bänderkalk (Bajocian) der helvetischen Zone 3.

### Das Helvetikum des italienischen Val Ferret

Das Helvetikum s. l. im italienischen Val Ferret und Val Veni, der südlichen Verlängerung unseres Untersuchungsgebietes, wurde in jüngster Zeit von M. B. Cita (1953) bzw. P. Elter (1954) bearbeitet. Wir beschränken uns auf einige kurze Hinweise, die um so notwendiger sind, als die Fazies dieser Serien schon stark vom Dauphiné-Raum her beeinflusst ist. Gewisse Probleme lassen sich wahrscheinlich nur unter diesem Gesichtspunkt lösen.

Etwa 5 km südlich von Profil 15, über La Vachey, können erstmals wieder Sedimente im Kristallinkontakt beobachtet werden. Sie sind von dort mit einigen Lücken bis nach Peuterey, eingangs des Val Veni, zu verfolgen.

M. B. Cita betrachtete nur eine tiefste, wenige Dezimeter mächtige Sedimentlage (Konglomerat, Quarzit), die unmittelbar auf dem Kristallin klebt, als autochthon. Sie stellte die folgenden, mehr oder weniger stark dislozierten Serien schon ins Helvetikum, was bei einer streng tektonischen Betrachtungsweise sicher stimmt. Wir haben aber in unserem Gebiet gesehen, dass auch höhere Serien, die auf ihrer inkompetenten Unterlage verschoben wurden – in diesem Sinn also nicht mehr autochthon wären – aus faziellen Gründen immer noch zur «autochthonen Sedimentbedeckung» des Massivs gerechnet werden müssen.

Von diesem Standpunkt aus lassen sich die mächtigen, düsteren, kalk- bis mergelschiefrigen Serien, die den untersten Teil von M. B. Cita's Helvetikum einnehmen und dort als Callovo-Oxfordian einer Verkehrtserie betrachtet wurden, am besten mit unserem autochthonen Malm (Argovian und Malmkalk) vergleichen, wobei der saubere Malmkalk nur noch eine sekundäre Rolle spielt und zurücktritt. Der autochthone Dogger würde ähnlich wie in der hinteren Combe des Fonds fehlen.

Dieses «Autochthon» kann nur schwer vom sogenannten Helvetikum s. s. abgetrennt werden. Vor allem darum, weil sich in den in Frage kommenden, stratigraphisch höheren Serien das Autochthon nicht mehr in einer speziellen, neritischeren Fazies manifestiert und sich gegen das Faziesgebiet des Dauphiné hin eine allgemeine Fazieskonvergenz bemerkbar macht. Tektonische Hauptbewegungsflächen zeichnen sich in diesen vorwiegend inkompetenten Schichten nur unklar ab und Kristallinlamellen sind keine zu beobachten. Der Bänderkalk (helvetisches Bajocian) ist das erste sicher helvetische Niveau in jenen Serien.

Bei Peuterey, im einzigen autochthonen Profil des Val Veni (P. Elter, 1954) stellen sich wieder normalere Verhältnisse ein. Die wenig mächtige Serie ist wieder gut gegliedert und erinnert mit einem Spatkalkhorizont (Dogger?) und einer brekziösen, ankeritischen Kalklage (Argovian?) am ehesten noch an die Situation am nordöstlichen Mont Blanc-Massiv.