Beiträge
zur Geologischen Karte der Schweiz
herausgegeben von der
Geologischen Kommission
der Schweizerischen Naturforschenden Gesellschaft
subventioniert von der Eidgenossenschaft

Matériaux
pour la Carte Géologique de la Suisse
publiés par la
Commission Géologique
de la Société Helvétique des Sciences Naturelles
subventionnés par la Confédération

Materiali per la Carta Geologica della Svizzera
pubblicati dalla
Commissione Geologica della Società Elvetica di Scienze Naturali
sovvenzionati dalla Confederazione

Neue Folge, 74. Lieferung
Des ganzen Werkes 104. Lieferung

Geologie der Engelhörner, der Aareschlucht und der Kalkkeile bei Innertkirchen

(Berner Oberland)

Mit 11 Textfiguren und VIII Tafeln

Von

Franz Müller

Mit Beiträgen von **P. Arbenz**

BERN
In Kommission bei A. Francke AG.
1938
Gedruckt bei Stämpfli & Cie.

Vorwort des Verfassers.

Die Anfänge der vorliegenden Arbeit liegen schon mehr als zwei Jahrzehnte zurück; sie wurde 1914 begonnen auf Anraten von Herrn Prof. E. Hugi (†) in Bern. Die ersten Untersuchungen galten hauptsächlich dem Gebiet der Engelhörner, später wurde auch die Umgebung von Innertkirchen in den Rahmen der Aufnahmen einbezogen. Als Grundlage dienten mir die klassische Untersuchung Armin Baltzers: «Der mechanische Kontakt von Gneiss und Kalk im Berner Oberland», und verschiedene Veröffentlichungen von Casimir Moesch über die nördlichen Kalkalpen und die Umgebung von Meiringen. Wertvolle Anregungen boten mir in der Folge die Arbeiten von P. Arbenz, im besondern dessen «Geologische Karte des Gebirges zwischen Engelberg und Meiringen». Später hatte ich mich der persönlichen Beratung durch Herrn Prof. P. Arbenz zu erfreuen, teils bei Anlass von Exkursionen, die er von Bern aus mit Studierenden in mein Untersuchungsgebiet ausführte, im besondern aber auch auf gemeinsamen Begehungen, die der Abklärung schwieriger Probleme galten.

Um die grosse Aufgabe der Neuuntersuchung des Engelhorngebietes und der Gegend von Innertkirchen etwas zu reduzieren, überliess ich auf Wunsch von Herrn Prof. Arbenz die nähere Bearbeitung der sogenannten Zwischenbildungen (Trias-Unterer Malm) einem seiner Schüler, Herrn K. Rohr, der in der Folge, unter Mitbenützung vieler von mir in jahrelanger Arbeit gesammelter Beobachtungen, eine Monographie über die stratigraphischen und tektonischen Verhältnisse der Zwischenbildungen am Nordrande des Aarmassivs zwischen Wendenjoch und Wetterhorn herausgegeben hat. In ähnlicher Weise wurde mein reiches Beobachtungsmaterial aus den Engelhörnern Herrn W. Scabell (Bern) zur Verfügung gestellt, der in der südwestlich anschliessenden Wetterhorngruppe detaillierte Studien ausführte [1]).

Als schliesslich (November 1933) das Manuskript meiner Arbeit vorlag, fand ich erneut Unterstützung von Herrn Prof. Arbenz, indem er sich bereit erklärte, unter Benützung meiner auf Photographien ausgeführten Feldaufnahmen drei Gebirgsansichten (Engelhorngruppe von NW und von SE und Pfaffenkopf-Keil von SW) zu zeichnen und kurz zu erläutern. Ausserdem steuerte Herr Prof. Arbenz noch einen besonderen Textabschnitt über die tektonischen Zusammenhänge östlich des Aaretales bei. Für all diese Hilfe und Mitarbeit möchte ich Herrn Prof. Arbenz an dieser Stelle meinen besten Dank aussprechen. Für manche anregende Diskussion danke ich auch Herrn Dr. H. Günzler-Seiffert.

Eine weitere Bereicherung erfuhr meine Arbeit durch die genaue geologische Untersuchung, die ich für die das Gefälle der Aare ausnützenden Kraftwerke Oberhasli in der Gegend der Kalkkeile von Innertkirchen auszuführen hatte.

Der am 26. November 1933 der Geologischen Kommission eingereichte Text sowie die begleitenden Beilagen haben nachher noch mannigfache Erweiterung erfahren. Auf Anregung des Präsidenten der Geologischen Kommission, Herrn Prof. A. Buxtorf, wurde der Arbeit zunächst noch eine «Geologische Karte des Kirchet-Riegels zwischen Innertkirchen und Meiringen» beigefügt, deren kristalliner Gebietsanteil nach Aufnahmen von Herrn Dr. P. Pflugshaupt (Bern) dargestellt ist. Endlich konnte als wichtige Ergänzung noch eine Tafel «Geologische Kartenskizze und Profile der Aareschlucht» Aufnahme finden. Die dieser Darstellung zugrunde liegenden

[1]) Da die Drucklegung meiner Arbeit aus den unten in meinem Vorwort angegebenen Gründen sich bis 1938 verzögerte, konnte auch ein weiterer Schüler von Herrn Professor Arbenz, Herr Wolf Mayne, durch Einsichtnahme in mein Manuskript meine Beobachtungen im Engelhorngebiet berücksichtigen. Die Arbeit Mayne ist inzwischen im Juniheft 1938 der «Eclogae geol. Helvetiae» (Vol. 31, S. 21—70) erschienen. (Anmerkung während des Druckes, September 1938.)

Aufnahmen wurden im Herbst 1937 unter Mithilfe von Herrn Dr. Peter Christ ausgeführt, der auch die Originalzeichnung der Tafel erstellte. Weitere zeichnerische Hilfe beim Entwerfen der Profiltafel und der Textfiguren wurde mir von Herrn Dr. R. U. Winterhalter zuteil. Ohne diese tatkräftige Mithilfe des Bureaus der Geologischen Kommission wäre es mir nicht möglich gewesen, der Arbeit die heute vorliegende Gestalt zu geben. Dem Präsidenten der Kommission und ihren beiden Adjunkten sei darum an dieser Stelle herzlich gedankt.

Nun möge das Ganze ein bescheidenes Denkmal für meinen allzu früh verstorbenen besten Freund

Dr. Fortunatus Zyndel

sein, der mich seinerzeit veranlasste, mein rein sportliches Bergsteigen durch wissenschaftliche Tätigkeit zu beleben und auf eine höhere Stufe zu heben.

Meiringen, den 4. Dezember 1937. **Franz Müller.**

Inhaltsverzeichnis.

Seite

Vorwort der Geologischen Kommission II
Vorwort des Verfassers IV
Verzeichnis der Tafeln und Textfiguren VII
Literaturverzeichnis VIII

Einleitung 1

Stratigraphie 5

I. Trias bis Dogger (Zwischenbildungen) 5
II. Malm 5
a) Der Malm der autochthonen Region . . . 6
1. Schiltkalk (Argovien) 6
2. Malmkalk (Quintnerkalk) 6
3. Tithon 6
b) Malmkalk und Tithon der Läsistock-Schuppe 6
III. Kreide 8
a) Die Kreide der autochthonen Region . . . 8
b) Die Kreide der Läsistock-Schuppe 9
1. Öhrlikalk 9
2. Tschingelkalk 10
c) Das Hauterivien (Tschingelkalk) der Lauiegg-Schuppe 10
IV. Tertiär 10
a) Das Eocaen der autochthonen Region . . . 10
1. Siderolithikum (Bohnerzbildungen) . . . 10
2. Mürrenbreccie 11
3. Kohlenkalke, Cerithien-Schichten, Schiefer, Sandkalke und Quarzite des Priaboniens 12
b) Das Eocaen der parautochthonen Läsistock-Schuppe 14
1. Siderolithische Bildungen 14
2. Bohnerzbildungen 14
3. Cerithien-Schichten 14
4. Priabonien-Sandstein 14
c) Das Scheidegg-Tertiär 15
V. Stratigraphische Zusammenfassung 18

Seite

Tektonik 19

I. Die Wildhorn-Decke 19
II. Das Scheidegg-Tertiär 19
III. Die parautochthonen Schuppen 20
a) Die Lauiegg-Schuppe 20
b) Die Läsistock-Schuppe 20
IV. Das Autochthon 21
a) Die Hohjägi-Schuppe (Jungfrau-Lappen) . . 21
b) Der Gstellihorn-Lappen 23
c) Der Gleckstein-Lappen 23
d) Das Basale Autochthon 26
V. Tektonische Zusammenfassung 27

Quartärbildungen 31

Spezielle Beschreibung einzelner Gebiete 34

Die Nordwest-Seite der Engelhörner (Erläuterung zu Tafel III) von P. Arbenz 34
Die Südost-Seite der Engelhörner (Erläuterung zu Tafel IV) von P. Arbenz 35
Die Kalkkeile bei Innertkirchen (Erläuterung zu Fig. 8, 9 und 10) von F. Müller 38
Die Südwest-Seite des Pfaffenkopfes (Erläuterung zu Tafel V) von P. Arbenz 42
Das Gebiet der Aareschlucht (Erläuterung zu Tafeln VI, VII und VIII) von F. Müller 42

Anhang: Über die tektonischen Zusammenhänge in der autochthonen und parautochthonen Region östlich des Aaretales, von P. Arbenz:
1. Morphologischer Überblick 48
2. Titliskette 50
3. Gental und Abhang über Innertkirchen . . . 51
4. Jochpass und Tal von Engelberg 53
5. Zusammenfassende Bemerkungen 54

Verzeichnis der Tafeln und Textfiguren.

Tafeln.

Tafel I. Geologische Profile durch die Engelhörner, 1 : 20,000.

Tafel II. Fig. 1. Tektonische Profile durch den Nordrand des Aarmassivs zwischen Jungfrau und Gadmental, 1 : 75,000.

Tafel III. Ansicht der Engelhörner von Nordwesten.

Tafel IV. Ansicht der Engelhörner von Südosten.

Tafel V. Ansicht des Pfaffenkopf-Keils von Südwesten.

Tafel VI. Geologische Karte des Kirchet-Riegels, 1 : 10,000.

Tafel VII. Fig. 1. Geologische Profile durch den Kirchet-Riegel, 1 : 10,000.
Fig. 2. Morphologisches Profil durch den Kirchet-Riegel quer zu den Aareschluchten, 1 : 10,000.

Tafel VIII. Geologische Kartenskizze und Profile der Aareschlucht, 1 : 5000.

Textfiguren.

1. Kartenskizze des Gebietes der Engelhörner, der Aareschlucht und der Kalkkeile bei Innertkirchen, 1 : 50,000; mit Nebenkärtchen 1 : 500,000 . . . . . Seite X
2. Geologisches Profil längs der Weissbachschlucht (Rosenlaui) 9
3. Profilansicht des Gletscherhubels von Nordwesten 13
4. Helvetische Überschiebungsgrenze am alten Falchernweg. Verbiegungen und Verschuppungen zwischen Flysch des Scheidegg-Tertiärs und unterm Dogger der Wildhorn-Decke 19
5. Abgeschürftes Tertiär der Läsistock-Schuppe an der Gelben Fluh (Geissholzlaui westlich Innertkirchen, bei 1200 m) 21
6. Schematische Profilansicht der Stirne des Gleckstein-Lappens am Brüggernollen bei Innertkirchen . . . 25
7. Längsprofil der autochthonen Scheitellinien im Aarmassiv-Nordrand zwischen Rottal und Wendengletscher. 29
8. Ansicht des Laubstock- und Pfaffenkopf-Keiles von Nordwesten. 39
9. Ansicht der Nordostseite des Laubstockes 40
10. Ansicht der Nordseite des Pfaffenkopfs 41
11. Verschupptes Autochthon beim Nordportal des Kirchet-Tunnels 43

Literaturverzeichnis.

Abkürzung: Beiträge = Beiträge zur geologischen Karte der Schweiz.
N. F. = Neue Folge.

1. **1880.** **A. Baltzer,** Der mechanische Kontakt von Gneiss und Kalk im Berner Oberland. Beiträge 20.
2. **1888.** **A. Baltzer,** Das Aarmassiv (mittlerer Theil) nebst einem Abschnitt des Gotthardmassivs, enthalten auf Bl. XIII. Beiträge 24, IV. Teil.
3. **1894.** **C. Moesch,** Geologische Beschreibung der Kalk- und Schiefergebirge zwischen dem Reuss- und Kienthal. Beiträge 24, III.
4. **1894.** **A. Baltzer,** Geologische Excursion im Berner Oberland und Gotthardmassiv. In: Livret-guide géologique dans le Jura et les Alpes de la Suisse. Congrès géol. internat., VIe session, Zurich 1894.
5. **1897.** **M. Bertrand,** et **H. Golliez,** Les chaînes septentrionales des Alpes bernoises. Bull. Soc. géol. France (3) 25.
6. **1897.** **C. Moesch,** Geologischer Führer durch die Alpen, Pässe und Thäler der Centralschweiz (2. Aufl.).
7. **1900.** **M. Lugeon,** Anciens thalwegs de l'Aar dans le Kirchet près Meiringen. Ecl. geol. Helv. 6 und Bull. Soc. vaud. sc. nat. 37 (1901).
8. **1906.** **A. Baltzer,** Das Berner Oberland und Nachbargebiete. Ein geologischer Führer. (Sammlung geolog. Führer Nr. 11, Berlin, Borntraeger.)
9. **1907.** **Marcel Bertrand,** Mémoire sur les refoulements qui ont plissé l'écorce terrestre et sur le rôle des déplacements horizontaux. (Prix Vaillant 1890.) Impr. Paris 1907. (Voir p. 197.)
10. **1909.** **A. Buxtorf** und **E. Truninger,** Über die Geologie der Doldenhorn-Fisistock-Gruppe und den Gebirgsbau am Westende des Aarmassivs. Verh. Naturf. Ges. Basel, 20, p. 135—179.
11. **1909.** **M. Lugeon,** Sur les relations tectoniques des Préalpes internes avec les nappes helvétiques de Morcles et des Diablerets. C. R. Ac. sc. Paris 148, p. 244—246.
12. **1910.** **P. Arbenz,** Zur Kenntnis der Bohnerzformation in den Schweizeralpen. Beiträge, N. F. 24, I.
13. **1910.** **Arn. Heim,** Über die Stratigraphie der autochthonen Kreide und des Eocäns am Kistenpass. Beiträge 24, III.
14. **1912.** **P. Arbenz,** Der Gebirgsbau der Zentralschweiz. Verh. Schweiz. Naturf. Ges., Altdorf 1912, II.
15. **1912.** **J. Boussac,** Etudes stratigraphiques sur le Nummulitique alpin, Mém. p. serv. expl. carte géol. France, 1912.
16. **1912.** **W. A. Keller,** Die autochthone Kreide auf Bifertenstock und Selbsanft. Beiträge, N. F. 42.
17. **1912.** **P. van der Ploeg,** Geologische Beschreibung der Schlossberg-Spannort-Gruppe. Ecl. geol. Helv. 12.
18. **1913.** **P. Arbenz,** Über den vermeintlichen Lias von Innertkirchen (Aalénien). Ecl. geol. Helv. 12, 673 bis 675.
19. **1913.** **P. Arbenz,** Die Faltenbogen der Zentral- und Ostschweiz. Vierteljahrsschrift Naturf. Ges. Zürich, 58.
20. **1919.** **L.-W. Collet, M. Reinhard, E. Paréjas,** Note préliminaire sur la géologie de la Jungfrau et le chevauchement du massif de l'Aar sur celui de Gastern. Arch. sc. phys. et nat. Genève (5) 1, 452—456.
21. **1920.** **P. Arbenz** und **Fr. Müller,** Über die Tektonik der Engelhörner bei Meiringen und den Bau der parautochthonen Zone zwischen Grindelwald und Engelberg. Ecl. geol. Helv. 16, p. 111—116.
21. **1920.** **L.-W. Collet** und **E. Paréjas,** La géologie du Schwarz-Mönch (Jungfrau) et la relation entre le massif de la Jungfrau et celui du Mont Blanc. C. R. soc. phys. et hist. nat. Genève, vol. 37, p. 92—96.
23. **1920.** **Alb. Heim,** Geologie der Schweiz, 2. Band.
24. **1921.** **L.-W. Collet,** La chaîne Jungfrau-Eiger-Mönch du point de vue géologique. Echo des Alpes 57.

25. **1921.** **L.-W. Collet** und **A. Buxtorf,** Les relations entre le massif Gastern-Aiguilles rouges et celui de l'Aar-Mont Blanc. Ecl. geol. Helv. 16, p. 367—373.

26. **1921.** **H. Morgenthaler,** Petrographisch-tektonische Untersuchungen am Nordrand des Aarmassivs. Ecl. geol. Helv. 16, p. 170—217.

27. **1921.** **P. Beck,** Grundzüge der Talbildung im Berner Oberland. Ecl. geol. Helv. 16, p. 139—179.

28. **1921.** **W. Bruderer,** Sur la tectonique et la stratigraphie au bord septentrional du massif de l'Aar. Bull. Soc. vaud. sc. nat. 54.

29. **1922.** **P. Röthlisberger,** Beiträge zur Kenntnis der siderolithischen Bildungen in den Schweizeralpen (Diss. Bern). Jahrb. phil. Fak. II Universität Bern.

30. **1922.** **W. Scabell,** Über den Bau der parautochthonen Zone zwischen Grindelwald und Rosenlaui. Ecl. geol. Helv. 17, 3.

31. **1922.** **W. Scabell,** dito. Verh. Schweiz. Naturf. Ges. Bern II.

32. **1922.** **K. Rohr,** Stratigraphische und tektonische Untersuchungen am Nordrand des Aarmassivs zwischen Wendenjoch und Wetterhorn. Jahrb. phil. Fak. II Universität Bern, 1922.

33. **1923.** **L.-W. Collet** und **E. Paréjas,** Nouveaux affleurements de mylonites au Lauterbrunnenwetterhorn. C. R. Soc. phys. et hist. nat. Genève.

34. **1925.** **J. Krebs,** Geologische Beschreibung der Blümlisalp-Gruppe. Beiträge, N. F. 54, III. (Diss. Basel 1920, Stratigraphie).

35. **1925.** **H. Günzler-Seiffert,** Der geologische Bau der östlichen Faulhorngruppe im Berner Oberland. Ecl. geol. Helv. 19, p. 1—87.

36. **1926.** **K. Rohr,** Stratigraphische und tektonische Untersuchung der Zwischenbildungen am Nordrande des Aarmassivs (zwischen Wendenjoch und Wetterhorn). Beiträge N. F., 57. Lieferung, I. Abt. (1926).

37. **1926.** **W. Scabell,** Beiträge zur Geologie der Wetterhorn-Schreckhorn-Gruppe (Berner Oberland). Beiträge N. F., 57, III. Abt., 1926.

38. **1926.** **P. Arbenz** und **Fr. Müller,** Das Profil des Kirchetriegels bei Meiringen. Ecl. geol. Helv. 20, p. 236 bis 241.

39. **1930.** **P. Arbenz,** Über die Faziesverteilung im Eocän der Titliskette. Ecl. geol. Helv. 23, p. 565—567.

40. **1931.** **L.-W. Collet** et **E. Paréjas,** Géologie de la chaîne de la Jungfrau. Beiträge N. F. 63.

41. **1931.** **E. Paréjas,** Révision du Nummulitique autochthone du Mettenberg. Ecl. geol. Helv. 24.

42. **1932.** **P. Beck,** Über den eiszeitlichen Aaregletscher. Verh. Schweiz. Naturf. Ges. Thun.

43. **1934.** Geologischer Führer der Schweiz, Wepf, Basel 1934. Darin:

H. Günzler-Seiffert und **Fr. Müller,** Exkursion Nr. 48. Grindelwald-Grosse Scheidegg-Meiringen, Varianten 4 und 5. Fasc. IX, p. 657—667.

P. Arbenz und **Fr. Müller,** Exkursion Nr. 49. Die Aareschlucht des Kirchet (Meiringen-Innertkirchen). Fasc. IX, p. 668—671.

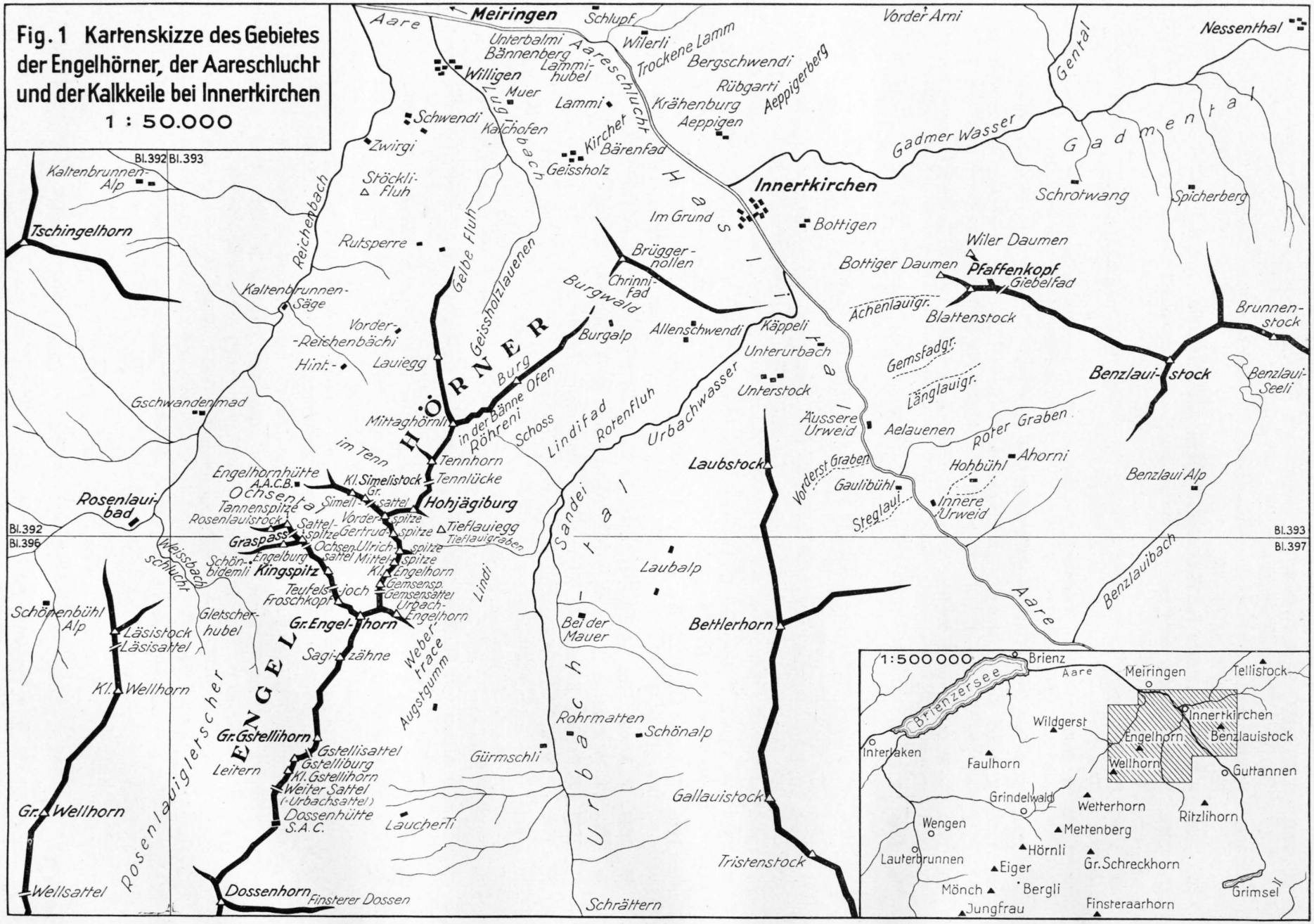


Fig. 1 Kartenskizze des Gebietes der Engelhörner, der Aareschlucht und der Kalkkeile bei Innertkirchen
1 : 50.000

Einleitung.

Das im Nachfolgenden beschriebene Gebiet, das mit Ausnahme eines kleines Teiles östlich Nessenthal auf der nebenstehenden Figur 1 enthalten ist, umfasst Teilstücke der Blätter 392 Brienz, 393 Meiringen, 396 Grindelwald und 397 Guttannen des Eidgenössischen topographischen Atlasses 1 : 50,000. Es bildet einen Abschnitt des obern Aaretales oder Haslitales, und zwar von der Innern Urweid bis nach Meiringen, mit Einschluss der folgenden grössern Seitentäler:

des Gadmentals, von Innertkirchen aufwärts bis zum Blattigraben südöstlich Nessenthal (rechts ausserhalb von Fig. 1);

des Urbachtals, von Innertkirchen aufwärts bis Schrättern

und des ganzen Tales des Reichenbaches.

Zwischen Aare- und Gadmental liegt die Bergkette Mährenhorn (östlich ausserhalb Fig. 1)-Benzlauistock, endend im Pfaffenkopf,

zwischen Aare und Urbachwasser die Kette Ritzlihorn-Gallauistock-Bettlerhorn, endend im Laubstock, und

zwischen Urbachwasser und Reichenbach die Engelhorn-Gruppe.

Die nachfolgenden Untersuchungen erstrecken sich zur Hauptsache auf das Gebiet der Engelhörner und der Aareschlucht, ferner auf die Enden der beiden andern erwähnten Ketten, den Laubstock und den Pfaffenkopf.

Die 6 km lange Längsaxe der Engelhörner verläuft vom Weiten Sattel (= Urbachsattel) in NE-Richtung. Der Verlauf der Hauptkette zeigt mehrere Knickungen und folgt nur auf kurze Strecken dem geologischen Streichen, so z. B. vom Mittaghörnli bis zur Burg oder vom Vorgipfel des Urbach-Engelhorns zum Gross-Engelhorn. Auf den andern Strecken bildet die Kammlinie mit der Streichlinie spitze Winkel von $\pm$ 20°. Die dadurch bedingten schiefen Schnitte erschweren den Überblick über den ohnedies komplizierten Bau beträchtlich.

Während die SE-Flanke in gewaltigen, bis 2000 m hohen Steilabstürzen ohne wesentliche Gliederung in das Urbachtal abstürzt, zweigen in der NW-Flanke zwei mächtige Seitensporne ab, zunächst vom Gross-Engelhorn der Kingspitz-Grat und dann von der Vorderspitze die Simelistock-Kette. Beide laufen ungefähr quer zum Streichen und bieten prächtige Einblicke in den innern Aufbau des Gebirges. Dieser Bau tritt auch am NE-Ende der Kette, an den Abstürzen der Burg und des Brüggernollens südwestlich Innertkirchen klar zutage.

Die Mannigfaltigkeit der topographischen Formen, die wunderbare, kühne Modellierung der Engelhörner wird weitgehend durch den Gesteinscharakter, die starre plattige Schichtung und Schieferung der Kalke und ihre tektonische Stellung im Raum bedingt; so drückt sich z. B. in stolzen Gipfelformen und Steilwänden der Simelistock- und der Kingspitz-Gruppe die steil nordwestwärts tauchende Stellung der Kalke der Läsistock-Schuppe und der tiefern Elemente aus.

Gegen NE fällt die Kette der Engelhörner in steilem Schwunge ab zum Haslital. Ihre Fortsetzung ist in dem vom Aaregletscher und seinen Schmelzwassern abgeschliffenen und durchfurchten Felsriegel des Kirchet zu suchen, der das Becken von Innertkirchen von der Meiringer Talweitung trennt. Die Aare hat diese Schwelle in der tiefen, ca. 1,4 km langen Aareschlucht durchschnitten, die, auf ihrer ganzen Länge zugänglich gemacht, einen vortrefflichen Einblick gewährt in die geologischen und morphologischen Verhältnisse dieser Gegend.

Laubstock und Pfaffenkopf bilden die wuchtigen Eckpfeiler des Eingangstores in das innere Haslital, als vorspringende Endpunkte der beiden das Tal einrahmenden Bergketten. Die auffällige,

vollendete Symmetrie ihres Aufbaues ist bedingt durch mächtige Kalkkeile, die ihre N- und W-Abstürze bilden.

Der Einschnitt des Haslitales selbst dürfte auf eine tektonische Einsattelung im Längsprofil des Aarmassivs, die Hasli-Depression, zurückzuführen sein.

Die speziellere Modellierung des Gebietes ist weitgehend abhängig vom geologischen Aufbau. Die kompakten Malm- und Kreidekalke bilden steile, oft ungangbare Felswände, während das leichter verwitternde, zum grossen Teil schiefrige Tertiär Zonen und Bänder von schwächerem Gefälle bedingt; einer solchen Zone entspricht z. B. das Längstal von Rosenlaui (Tal des Reichenbachs) oder die parallel dazu verlaufende Sattelzone Läsisattel-Ochsensattel-Tennlücke. Ähnlich hat die Erosion in den Grenzschichten zwischen Malm und Kreide, den Graspass-Schichten, die Herauswitterung von Graspass und Simeli-Sattel bewirkt.

Durch Erosion von Tertiärbändern, mitbedingt durch Überschiebungsflächen, sind die Linien horizontaler Gliederung in den Steilabstürzen der Engelhörner gegen das Urbachtal entstanden; als solche nenne ich die Linie Brüggernollen-Lindi, die Linie Schoss-Webertrace und die Linie Chrinnifad-Röhreni.

In geologischer Hinsicht bildet das untersuchte Gebiet einen Teil des N-Randes des Aarmassivs. Dieser baut sich aus verschiedenen tektonischen Elementen auf, die sich schuppenförmig an- und übereinander lagern und im N von der Wildhorn-Decke überdeckt werden.

Über einen tiefsten autochthonen Sockel von Kristallin mit seinem zugehörigen Sedimentmantel, den wir als «*Basales Autochthon*» bezeichnen, legen sich drei lappenförmige Schuppen, die mit ihrer Stirne nordwärts steil eintauchen, fast durchgehend aber mit ihren Wurzeln verbunden sind; wir bezeichnen sie von unten nach oben als *Gleckstein-Lappen*, *Gstellihorn-Lappen* und *Hohjägi-Schuppe* und rechnen sie noch zum autochthonen Gebiet.

Nördlich vor diesem zusammengesetzten autochthonen Massivrand liegen noch weitere Schuppen, ebenfalls mit steil nordwärts einstechenden Stirnen, die aber nach S hin durch Erosion von ihren kristallinen Kernen und ihren Wurzeln abgetrennt sind und deren Zusammenhänge mit dem Aarmassiv nicht ohne weiteres verfolgt werden können. Diese Schuppen, *Läsistock-Schuppe* und *Lauiegg-Schuppe* genannt, sind als parautochthon zu betrachten; sie unterscheiden sich auch in stratigraphischer Hinsicht vom Autochthon.

Über diesen eigentlichen parautochthonen Schuppen liegen in Fetzen aufgelöste, stark ausgewalzte Elemente, die ausschliesslich aus Tertiär bestehen. Zum Teil sind sie als verschürfte parautochthone Rückenteile, zum Teil als zur helvetischen Deckenregion gehörende Schurffetzen, zum Teil sogar vielleicht als eingewickeltes Ultrahelvetikum anzusehen.

Diese Tertiärfetzen bilden die als «*Scheidegg-Tertiär*» bezeichnete Zone; an dieser ist wohl auch Tertiär beteiligt, das mit einiger Sicherheit als zu den parautochthonen Schuppen (Läsistock- und Lauiegg-Schuppe) gehörig betrachtet werden kann, obschon es durch sekundäre Überschiebungsflächen von diesen getrennt erscheint.

Überschoben auf dieses Scheidegg-Tertiär liegt die Masse der helvetischen Wildhorn-Decke.

Stratigraphisch baut sich der autochthone Sedimentmantel auf aus stark reduzierten Schichten der Trias und des Doggers (den sogenannten Zwischenbildungen), aus einem mächtigen Komplex von Malm und unterster Kreide (Hochgebirgskalk) und aus Eocaen. In der tieferen parautochthonen Schuppe (Läsistock-Schuppe) bildet der Malmkalk das tiefste vorhandene Schichtglied, dem wiederum untere Kreide und Eocaen folgen. Die höhere parautochthone Schuppe, die dünne Lauiegg-Schuppe, besteht nur aus unterer Kreide (Hauterivienkalk) und Eocaen.

Die Zusammensetzung der Wildhorn-Decke hat für das untersuchte Gebiet keine Bedeutung; unmittelbar über der von Verschuppungen begleiteten Überschiebungsfläche liegen Aalénien-Tonschiefer und mehr oder weniger schiefriger Aalénien-Eisensandstein.

Als topographische Grundlage für die geologische Aufnahme standen mir zuerst nur die Blätter 392, 393, 396 und 397 des eidgenössischen topographischen Atlasses 1:50,000 zur Verfügung, später dann auch die speziell im Engelhorn-Gebiet wesentlich genauern Neuaufnahmen zur Landeskarte

1 : 50,000, und zwar in Vergrösserungen auf den Massstab 1 : 25,000. Ausserdem wurden photographische Aufnahmen der Eidgenössischen Landestopographie zu geologischen Einzeichnungen verwendet.

Das Gebiet der Engelhörner und der Kalkkeile bei Innertkirchen hat schon früh die Aufmerksamkeit der Geologen auf sich gezogen, und zwar vor allem deshalb, weil in dieser Gegend der Kontakt zwischen Gneis und Sedimentmantel auf weite Strecken und in leicht überschaubaren Bergflanken der Beobachtung zugänglich ist.

Über die ersten geologischen Erforschungen unseres Gebietes hat Armin Baltzer (**1**) eine ausführliche historische Darstellung gegeben; der Vollständigkeit halber sei daraus kurz folgendes aufgezählt.

Schon Ende des XVIII. Jahrhunderts bewunderte Samuel Studer die Wechsellagerung von Kalk und Gneis am Gstellihorn; Fr. Jos. Hugi hat in den ersten Jahrzehnten des XIX. Jahrhunderts die Auflagerung von Gneis auf fossilführenden Schichten erkannt durch Beobachtungen in unserm Gebiet, speziell am Pfaffenkopf.

In den 30er Jahren beginnt Bernhard Studer, zuerst allein, dann zusammen mit Arnold Escher v. d. Linth, seine Arbeiten in diesem Teil der Alpen und erweitert und präzisiert die Beobachtungen Hugis. 1836 besuchten Studer und Escher das Gstellihorn und stellen 1839 die dort gefundenen Verhältnisse schon annähernd richtig dar. Später wiederholt Studer seine Besuche im Urbachtal zusammen mit M. Martins. Aus den damals gemachten Beobachtungen schliesst Studer, dass die Gneise jünger als die Sedimente seien und dass sie als halbweiche Masse die Sedimente eingewickelt hätten. Martins dagegen spricht sich gegen die Annahme eines eruptiven Gneises aus.

Später besucht Alb. Heim das Gstellihorngebiet und veröffentlicht seine Beobachtungen im «Mechanismus der Gebirgsbildung».

Einen bedeutenden Fortschritt in der Kenntnis des Gebietes stellen die 1880 veröffentlichten Untersuchungen von A. Baltzer (**1**) dar, der klar erweist, dass der Kontakt zwischen Gneis und «Kalk» ein rein mechanischer und dass der Gneis älter als die Sedimente sei. Ausserdem gibt Baltzer in seinem Atlas (**1**) graphische Darstellungen, welche den Aufbau der Engelhorn-Gruppe und der Kalkkeile bei Innertkirchen im grossen richtig wiedergeben.

Wenig später beschäftigt sich C. Moesch mit der Stratigraphie des Gebietes (**3**). Seine geologische Karte (ibidem) aber enthält noch viele Unrichtigkeiten, die vor allem auf Verwechslungen von unterem Dogger mit Flyschgesteinen beruhen.

Zu gleicher Zeit betont M. Bertrand die Wichtigkeit des Gstellihorn-Engelhorn-Profils für die Geologie der Schweiz und für die Klärung der beim Werden der Alpen tätigen Kräfte.

Von entscheidender Bedeutung für die Erkenntnis des Bauplanes und für die Gliederung der Kalkgebirge am N-Rand des Aarmassivs war einerseits die Feststellung der doppelten Falte am Gstellihorn, andrerseits die Entdeckung von eocaenen Gesteinsserien, die es ermöglichten, innerhalb des Kalkmantels eine Gliederung durchzuführen.

Von diesen Eocaenvorkommen kannte Baltzer schon diejenigen der Röhreni und der Schoss (**1**). Moesch entdeckte dasjenige vom Gletscherhubel, südöstlich Rosenlauibad (**3**). Die Verbindung dieser Tertiärbänder im Innern der Engelhörner (Röhreni und Schoss) mit dem äussern, dem sogenannten Scheidegg-Tertiär, wie diese Autoren sie darstellen, hat sich freilich als unzutreffend erwiesen.

Marcel Bertrand stellt 1897 fest, dass eine Tertiärzone sich von den Glarner Alpen über Rosenlaui bis zur Gemmi fortsetzt und dadurch die später als parautochthon bezeichnete Region vom Gebiet der helvetischen Decken abtrennt; er fand damals auch als erster im autochthonen Kalkmantel tauchende Falten und erfasste damit das Grundproblem der Tektonik auch des Engelhorngebietes, ohne allerdings die parautochthone, tauchende Läsistock-Schuppe, die das Tertiär des Gletscherhubels von demjenigen von Rosenlaui trennt, als solche zu erkennen. Dass diese Trennung existiert und dass die Tauchstruktur viel grössere Dimensionen besitzt, ergaben dann die Beobachtungen von J. Boussac und P. Arbenz (1909), die der erstere 1912 veröffentlicht hat (**15**, p. 315 und 316).

Alb. Heim fasst 1920 in seiner «Geologie der Schweiz» (**23**) die frühern Arbeiten zusammen und versucht vor allem die Hauptfalten und Muldenzüge im Autochthon des Berner Oberlandes mit äquivalenten tektonischen Einheiten der Urner Alpen zu parallelisieren. In seinen Profilen (Bd. II, Tafel VII) bringt er jedoch nicht die Auffassung der tauchenden Falten, sondern die den gefundenen Tatsachen nicht entsprechende Darstellung Baltzers zum Ausdruck.

Im gleichen Jahre haben P. Arbenz und Fr. Müller (**21**) vorläufige Resultate ihrer Untersuchungen in der Gegend um Meiringen bekanntgegeben. Dabei wird erstmals auf das Vorhandensein einer selbständigen parautochthonen Schuppe hingewiesen. Es wird die Verbindung des Tertiärs vom Gletscherhubel mit dem von Röhreni-Brüggernollen richtig angegeben und seine östliche Fortsetzung im Tertiär von Rübgarti gefunden; gegen W liess es sich hinter den Läsistöcken durch bis südlich über die Grosse Scheidegg verfolgen. Ausserdem erwähnen diese Autoren erstmals das Lindi-Tertiär und fassen dieses, wie das Schoss-Tertiär, als tieferliegende Teilmulde des Röhreni-Tertiärs auf; das Lindi-Tertiär wird als Kern der Laubstock-Mulde, das Schoss-Tertiär als Kern der höhern Laucherli- oder Gstellihorn-Mulde angesehen.

Ebenfalls zu Beginn der zwanziger Jahre arbeiten am N-Rand des Aarmassivs H. Morgenthaler **26**), W. Bruderer (**28**), K. Rohr (**32, 36**) und W. Scabell (**37**). Sie erkennen, dass der Laubstock-Keil keine einfache Mulde bildet, sondern von einer Scherfläche durchzogen wird, welche vom basalen Teil eine höhere Zone abtrennt; diese von Rohr und Scabell zum erstenmal erkannte und als «Mittelzone» (= Gleckstein-Lappen) bezeichnete Einheit schiebt sich als neues Element zwischen die beiden von Baltzer beschriebenen Falten ein. Als Muldenende des Gleckstein-Lappens wird der vom Dossenhorn zum Wellsattel-Wetterhorn-Mettenberg-Bergli verfolgbare Keil (Dossenkeil) gedeutet.

Im Gegensatz zur ältern Auffassung werden also nicht zwei, sondern drei Muldenzüge unterschieden: der untere Jungfrau-Keil (Pfaffenkopf etc.), der mittlere Muldenzug des Dossen-Keils etc. und als südlichster der obere Jungfrau-Keil. Die Stratigraphie der «Zwischenbildungen» und deren Bau im Bereich der Kontaktzone wird von Rohr im Detail untersucht. Wenig später scheiden P. Arbenz und Fr. Müller (**38**) im autochthonen «Hochgebirgskalk» des Kirchet-Riegels und seiner Umgebung Oehrlikalk und eocaene Mürrenbreccie aus.

Dies gelingt später Collet und Paréjas (**40, 41**) auch im Gebiet von Mettenberg bis Jungfrau.

Endlich ist 1934 ein Teil der vorliegenden Untersuchungen im Geologischen Führer der Schweiz (**43**) kurz zusammengefasst worden.

Stratigraphie.

I. Trias bis Dogger.

Die Schichtfolge zwischen kristallinem Untergrund und Malm, die am N-Rand des Aarmassivs seit langem als «Zwischenbildungen» bezeichnet wurde, ist für das Gebiet der Engelhörner und der Titliskette monographisch bearbeitet worden durch Karl Rohr (**36**). Schon vor diesem hat W. Bruderer (**28**) die Zwischenbildungen im Rahmen seiner Arbeit eingehend untersucht. Wir beschränken uns daher darauf, die wichtigsten Ergebnisse kurz zusammenzustellen.

Am vollständigsten ist die Serie im *Basalen Autochthon:* Über der Aufbereitungszone an der Obergrenze des Kristallins liegen bis 15 m Arkose-Sandstein, die zum Perm und zur untern Trias zu stellen sind; es folgt der der mittleren Trias entsprechende Rötidolomit (45 m mächtig im NE, im untersten Teil des Urbachtals südlich Innertkirchen, 12 m im SW, z. B. beim Laucherli); Lias fehlt im ganzen Gebiet, das Aalénien liegt transgressiv über der Trias, bestehend aus Tonschiefern, die im NE gegen 12 m mächtig sind, gegen SW aber vollständig aussetzen; darüber folgen Bajocien (12 m im NE, weniger mächtig im SW), Bathonien und Callovien (unterer und oberer Oolith) in sehr geringer Mächtigkeit. Diese Eisenoolithe wurden früher, nach A. Baltzer (**1**), im sogenannten «Erzkeller» bei der Rotenfluh (Urbachtal) und am «Erzhubel» in der Nähe von Hohbühl und Brächli (Pfaffenkopf-Südwestseite) versuchsweise abgebaut.

In der Sedimenthülle des dem Basalen Autochthon aufruhenden *Gleckstein-Lappens* sind die Sandsteine und Dolomite der Trias viel weniger mächtig als im Basalen Autochthon; das Aalénien fehlt ganz; Bajocien, in einer Mächtigkeit von ca. 6 m, transgrediert auf Rötidolomit; der untere Oolith (Bathonien) fehlt wiederum, während der obere (Callovien) noch vorhanden ist.

Im darüberfolgenden *Gstellihorn-Lappen* ist von der Permo-Trias nur noch ein stark reduzierter Rest von Arkose-Sandstein vorhanden, der Rötidolomit fehlt, ebenso das Aalénien, das Bajocien, im NE noch ca. 6 m mächtig, setzt nach SW und W hin aus, das Bathonien fehlt wieder ganz; das Callovien ist nur noch im NE-Teil des Gebietes ausgebildet.

Am Aufbau der höheren Schuppen sind im untersuchten Gebiet nur noch oberer Malm, untere Kreide und Eocaen beteiligt.

II. Malm.

In dem uns beschäftigenden Abschnitt des Aarmassiv-N-Randes ist der Malm der autochthonen und parautochthonen Region aus einer mächtigen Kalkserie gebildet, in der einzelne Stufen nur schwer zu unterscheiden sind; dazu kommt noch, dass auch die unterste Kreide (Öhrlikalk) aus ähnlichen Kalken besteht. Es scheint somit erklärlich, dass lange Zeit die ganze Kalkfolge als «Hochgebirgskalk» bezeichnet wurde und dass eine Gliederung, wie wir sie aufzustellen versuchen, erst durch genaueste Untersuchung der Schichten und Vergleiche mit besser bekannten Gebieten möglich wurde. Wir unterscheiden drei Stufen:

den Schiltkalk, entsprechend dem Argovien;

den eigentlichen Malmkalk (Quintnerkalk), entsprechend dem Séquanien und Kimeridgien und das Tithon.

a) Der Malm der autochthonen Region.

1. Der Schiltkalk *(Argovien)* transgrediert über das Callovien. Die Basis enthält aufgearbeitetes Material des obersten Doggers, Bruchstücke von Ammoniten, Belemniten und Terebrateln. Die Grenze gegen das Callovien ist meistens unscharf und in den gequälten Zonen intensiv verfältelt. Über den basalen Schichten folgen gebankte, gefleckte Kalke, die nach oben in dünne bis schiefrige Lagen übergehen. Die obersten schiefrigen Schichten bilden die unscharfe Grenze gegen den hangenden Malmkalk. Am Gstellihorn- und auf dem Wellhorngipfel enthalten sie oft stark gestreckte Belemniten, wie sie Alb. Heim aus den Malmkalken von Fernigen abbildet (**23**). Stellenweise, z. B. in der Zone der Laucherli-Augstgumm-Keile, ist der Schiltkalk marmorisiert und durch Infiltration, mutmasslich vom Eisenoolith her, bunt gefärbt. Der ganze Komplex erreicht im Basalen Autochthon der Engelhorngruppe eine Mächtigkeit von 40 m, im Gleckstein-Lappen von 30 m und im Gstellihorn-Lappen von 20 m. Nach W hin setzt das Argovien aus.

Im Laubstock- und Pfaffenkopf-Keil ist das Argovien faziell ähnlich, aber dünnbankiger ausgebildet als in den Engelhörnern.

2. Der Malmkalk (Quintnerkalk) umfasst das *Séquanien* und *Kimeridgien*. In der Engelhorngruppe ist das Gestein innen oder angefeuchtet fast schwarz, sonst grau. Der homogene Kalk zeigt muscheligen Bruch. Der dickbankige bis massige Kalk wird nach unten unreiner, die chemische Analyse zeigt gegen die Basis hin zunehmenden Phosphorgehalt. Die Mächtigkeit des Malmkalks beträgt im basalen Teil etwa 170 m, im Gleckstein-Lappen schwillt sie auf 250 m und im Gstellihorn-Lappen sogar auf 360 m an. Der Malmkalk im Pfaffenstock- und Laubstock-Keil zeigt ähnliche facielle Ausbildung, doch ist er dünnbankiger geschichtet als in den Engelhörnern.

3. Das Tithon. Im Basalen Autochthon und selten im Gleckstein-Lappen wird das Tithon durch dünnbankige bis schiefrige Kalke mit langgezogenen rotbräunlichen Streifen vertreten.

Im Gstellihorn-Lappen und zum Teil im Gleckstein-Lappen, d. h. in der ursprünglich südlicheren Region, wird die Basis des Tithons gebildet durch dünnbankige, nach oben dickere, stahlblaue Kalke mit spärlichen, meist langgezogenen, bräunlichen bis rötlichen, tonigen Einschlüssen.

Selten findet man zwischen Quintnerkalk und Tithon eine Pseudobreccie, die durch feine Kalkspatadern getrennte Brocken von Hochgebirgskalk zeigt.

Im Hangenden der eben erwähnten, kaum 20 m mächtigen basalen Kalke folgen höchstens 8 m einer Tithon-Breccie, die durch eckige, schwarze Kalkeinschlüsse in einer hellen, zementartigen Grundmasse charakterisiert ist. Die Breccie wird von 0,2—1 m mächtigen, brecciös-mergeligen Kalken, den hauptsächlich im Parautochthon (siehe unten) typisch entwickelten Graspass-Schichten überdeckt. Diese werden nicht selten durch Dolomitkalke ersetzt, die an der Basis brecciöses Gefüge zeigen und nach oben in gelb anwitternden dolomitischen Kalk übergehen. Diese dolomitischen Kalke erreichen hinter dem Gletscherhubel im Rosenlaui ausnahmsweise eine Mächtigkeit von 9 m.

Bemerkenswert ist die durch alle autochthonen Elemente der Engelhorn-Gruppe durchhaltende Konstanz der Mächtigkeit des Tithons von im Mittel 30 m.

Das Tithon des Pfaffenstock- und Laubstock-Keils besteht aus homogenen, marmorisierten, hellen, sehr reinen Kalken, in denen alle brecciösen oder schiefrigen Einlagerungen fehlen und deren Mächtigkeit nur wenige Meter beträgt.

b) Malmkalk und Tithon der Läsistock-Schuppe.

In der Engelhorn-Gruppe fehlen im Malm der Läsistock-Schuppe Argovien und Quintnerkalk — aus tektonischen Gründen — vollständig; diese setzen erst westlich von Grindelwald ein.

Die Ausbildung des Tithons der Läsistock-Schuppe ist sehr verschieden von derjenigen in der autochthonen Region. Vor allem nimmt die Mächtigkeit stark zu; sie beträgt im Durchschnitt 80 m, während sie im Autochthon nur etwa 30 m misst. Ausserdem ist bemerkenswert, dass von der gesamten Schichtserie des Tithons meist etwa drei Viertel in brecciöser Ausbildung auftreten.

Die drei folgenden, im Detail aufgemessenen Profile geben ein gutes Bild von der Ausbildung des obern Malms in der Läsistock-Schuppe.

a) Ochsental.

Die tiefern, nicht brecciösen Schichten sind nur im Ochsental in ausnahmsweise mächtiger Ausbildung zu beobachten; sie bilden dort, überschoben auf das autochthone Tertiär, eine 50 m mächtige Gesteinsfolge, die am Fusse des Simelistocks, der rechten Talwand entlang, von unten (S) nach oben (N) folgendes Profil zeigt:

1. Weicher, gelbfleckiger Kalk . . . . . 5 m
2. Dünnbankiger, spätiger, kieseliger Kalk . . . . . 4 m
3. Wie 2, gelb anwitternd . . . . . 4 m
4. Wie 2, mittelbankig . . . . . 5 m
5. Wie Öhrlikalk, zuckeriger Bruch, rosenrot . . . . . 3 m
6. Feinsandiger, dunkler, harter Kalk mit ovalen Querschnitten von Fossilien . . . . . 20 m
7. Weicher Sandstein . . . . . 0,12 m
8. Weisses Bändchen, quarzitisch . . . . . 0,06 m
9. Dunkler Kalk mit roten Tonhäutchen . . . . . 4 m
10. Heller Kalk mit feinen sandigen Schlieren . . . . . 3 m
11. Kalk mit Hornsteinknauern . . . . . 1,20 m

Die darüberliegende ca. 40 m mächtige Gesteinsserie vertritt das brecciöse, obere Tithon.

b) Chalet Milchbach.

Besser erreichbar und aufgeschlossen als das Profil im Ochsental ist ein Profil hinter dem Chalet Milchbach, beim Obern Grindelwaldgletscher, welches das ganze Tithon vom Quintnerkalk bis zum Öhrlikalk in etwas reduzierter Mächtigkeit zeigt. Das Profil liegt zwar nicht im engern Untersuchungsgebiet, weist aber gegenüber den Profilen aus den Engelhörnern so wenig wesentliche Unterschiede auf, dass es wohl zum Vergleich herangezogen werden kann.

Von S (unten) nach N (oben) folgen über dem Kohlenkalk, der die autochthone Schichtreihe abschliesst, in der Nähe der ersten Leiter:

1. Dunkelgrauer Malm (Quintnerkalk), einige Meter.
2. Blaugrauer, gelb anwitternder, flammiger Tithonkalk . . . . . 6 m
3. Homogener grauer Kalk . . . . . 7 m
4. Mergelige Breccie mit rötlichen Nestern. Fossilspuren. Oberfläche hell blaugrau, wie Dolomit . . . . . 3 m
5. Wie 4, mit feinen schwarzen Einschlüssen . . . . . 1 m
6. Hellgrauer Kalk mit milchweissen Flammen . . . . . 12 m
7. Harte Breccie mit kleinen, dunkeln, gerundeten Einschlüssen in kieseliger (dolomitischer?) Grundmasse . . . . . 2,50 m
8. Dolomitmergel *(Graspass-Schichten)* . . . . . 2 m
9. Harter, dunkelgrauer Kalk . . . . . 0,50 m
10. Homogener mergeliger Kalk, nach oben in mittelbankige, grobe Breccie übergehend, die in hellgrauer Grundmasse dunkle, eckige Kalktrümmer einschliesst . . . . . 12 + 1 m
11. Dunkler Öhrlikalk.

c) Graspass.

Das beste Profil im Tithon der Läsistock-Schuppe ist zu verfolgen im Graspass, der Einsattelung zwischen Sattelspitze-Engelburg im S und der Tannenspitze im N. Der Zugang ist von der Rosenlaui-Seite wie von der Ochsental-Seite her schwierig, so dass die Begehung des Profils nur von geübten Kletterern ausgeführt werden kann.

Das Profil im Graspass zeigt ungefähr die obere Fortsetzung des vorhin von der rechten Seite des Ochsentals beschriebenen Profils; das nicht brecciöse Untere Tithon dürfte auch hier eine Mächtigkeit von ca. 50 m besitzen, es bildet den Kamm von Sattelspitze-Engelburg, nördlich aufgelagert auf das autochthone Tertiär des Ochsensattels. Das Profil im Graspass selbst beginnt mit den Schichten der Engelburg-N-Flanke und zeigt von unten nach oben bis zur S-Flanke der Tannenspitze:

Unten (Engelburg = Unteres Tithon, ca. 50 m).

1.	Flammiger Kalk der Engelburg. Oberfläche hellgrau, buckelig. Bruch dunkler, bläulich, mit helleren rosafarbigen Partien	x m
2.	*a)* Bläuliche, mergelige Kalke mit rötlichen, tonigen Nestern. Fossilspuren	0,30 m
	b) Kalkiger, mit Fossiltrümmern	2 m
3.	*a)* Mittelbankiger Kalk. Oberfläche gelblich, gekratzt. Abgerundete Einsprenglinge eines bis 3 cm mächtigen, harten, dolomitischen Kalkes	6 m
	b) Dünn bis schiefrige Lage mit rötlichem, tonigem Schichtbelag	0,06 m
	c) Grauer, homogener Kalk. Bruch stahlgraublau. Konstantes Glied des Tithons der tektonisch tieferen Elemente	8 m
4.	Rauher, grauer Kalk mit schwarzen Punkten und rostigen Nestern, brecciös	9 m
5.	Heller, sonst wie 4. Fossilbreccie	1 m
6.	Rauhe Kalkbreccie mit feinen schwarzen Einsprenglingen und Fossilspuren	7 m
7.	Rauhe Breccie. Härter als 6	3 m
8.	Rauhe, sandige, hellgraue Breccie *(Graspass-Schichten)*	5 m
	a) Heller Kalk mit roten Adern. Wie Öhrlikalk	0,03 m
9.	Helle Kalkmergelbreccie und Fossilien	6 m
10.	Rauher, mittelgrauer Kalk, kompakter, brecciös	1,50 m
11.	Kalk, härter als 10	4 m
12.	Jüngste Breccie	0,80 m
13.	Harter, rauher Kalk mit feinen schwarzen, eckigen Trümmern	5 m
14.	Grauer, homogener Kalk, eckiger Bruch. Oberfläche hell, höckerig	x m

Oben (Tannenspitze).

Das Profil, charakteristisch für litorale Fazies mit ihren rasch wechselnden Gesteinsübergängen, zeigt trotz fehlender bestimmbarer Fossilien starke Verwandtschaft mit den Portlandien-Profilen des westschweizerischen Juras.

Das markanteste Glied stellen wohl die am leichtesten erkennbaren und durch leichtere Verwitterbarkeit ausgezeichneten Graspass-Schichten dar (Nr. 8 des Profils). Während diese im Basalen Autochthon vollständig fehlen, bilden sie in den höheren tektonischen Elementen eine auffallende Schicht und sind, wie erwähnt, schon im Gleckstein-Lappen der Leithorizont zur Trennung von Malm und Kreide.

III. Kreide.

a) Die Kreide der autochthonen Region.

Die Graspass-Schichten oder die stellvertretenden dolomitischen Bänke trennen das Tithon vom Öhrlikalk (Unteres Valanginien = Berriasien), der einzigen hier vertretenen Kreidestufe. Die auf frischem Bruch und auch an der Oberfläche hellen Öhrlikalke weisen meist feinkörnigen bis dichten, zuckerigen Bruch und weissen oder rosigen (siderolithisch gefärbten), mehligen Strich auf. Die chemische Analyse zeigt mit über 90 % $CaCO_3$ in den obern Horizonten einen fast reinen Kalk. Er tritt in einer dunkeln und einer hellen Varietät auf. Beide Varietäten wechseln gesetzlos; immerhin scheint in den höhern tektonischen Elementen die helle Varietät auf Kosten der dunkeln zuzunehmen. Eine oolithisch-spätige Fazies ist in den obersten Elementen angedeutet, tritt aber erst in der Läsistock-Schuppe deutlich auf. Gegen W, z. B. schon am Wellhorn, greift sie tiefer. Im obern Teil ist der

Öhrlikalk charakterisiert durch siderolithische Bildungen, seien es farbige, tonige Zwischenlagen oder kieselige, oft langgestreckte Knauern, Silexknollen, die in tiefern Lagen durch sandige Nester ersetzt werden und zuletzt in feinen sandigen Schlieren den Kalk durchsetzen. Auffallend ist am alten Aareschluchtweg ein hellgrauer Öhrlikalk, durchsetzt von weissen, röhrenartigen Partien. Die Mächtigkeit der Öhrlikalke beträgt im Basalen Autochthon etwa 40 m, steigt aber schon im Gleckstein-Lappen auf 110 m und bleibt auch im Gstellihorn-Lappen gleich hoch.

b) **Die Kreide der Läsistock-Schuppe** (Unteres Parautochthon).

1. Öhrlikalk. Im Gegensatz zum Autochthonen ist in der parautochthonen Läsistock-Schuppe der Öhrlikalk leicht zu unterscheiden von dem durch die Graspass-Schichten charakterisierten Tithon.

Der Öhrlikalk zeigt feinspätigen, feinkörnigen, hellen, zuckerigen Bruch und eine schon an der Basis erkennbare siderolithische Beeinflussung. In der Weissbachschlucht südöstlich Rosenlauibad sind die hier 170 m mächtigen Öhrlikalke vorzüglich aufgeschlossen und leicht zugänglich.

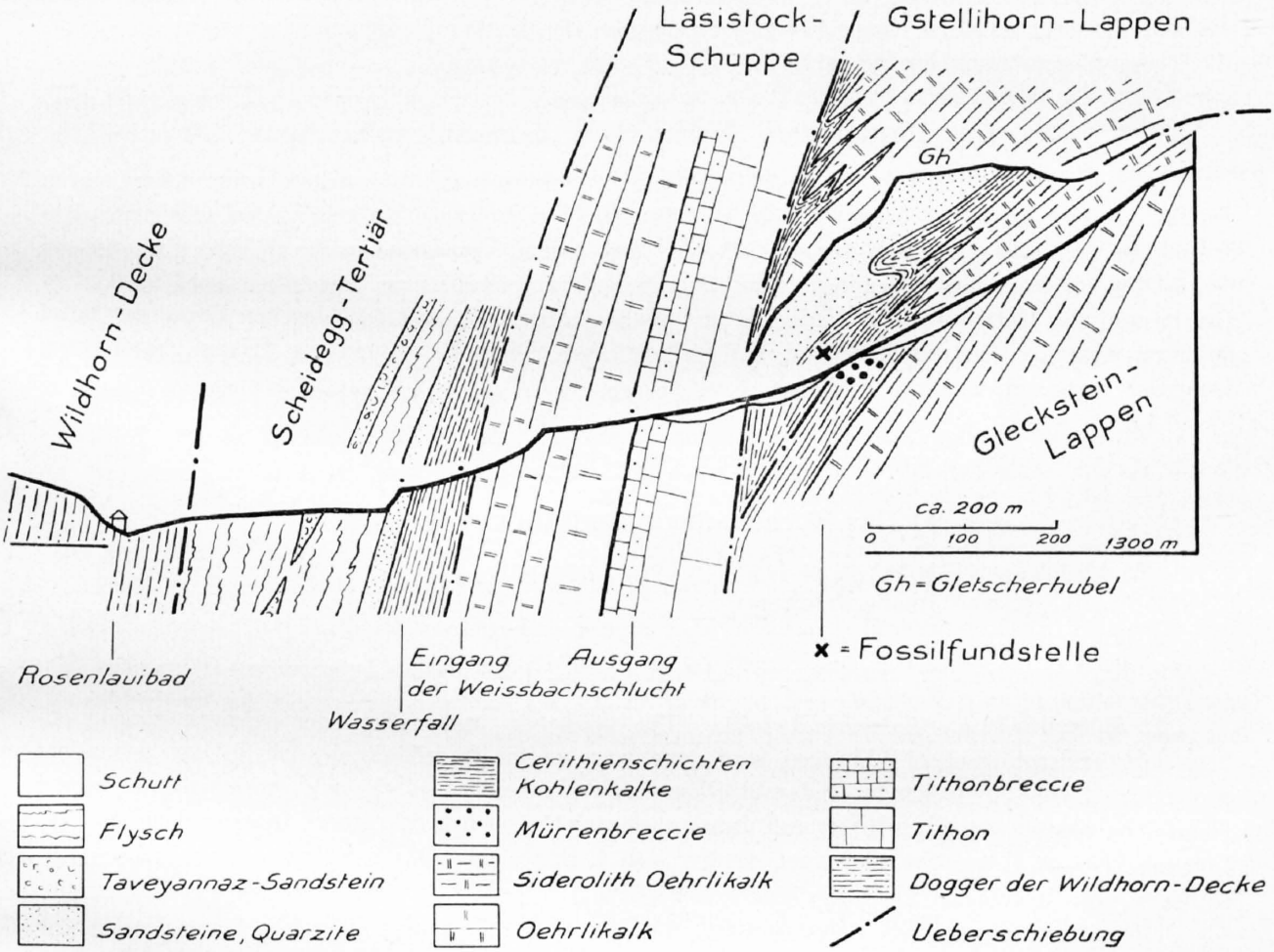


Fig. 2. Geologisches Profil längs der Weissbachschlucht (südöstlich Rosenlauibad).

Profil in der Weissbachschlucht.

Von unten (S) nach oben (N):

1. Dunkler, feinspätiger Kalk mit eckigem Bruch . . . . . } 110 m
2. Stellenweise heller Kalk, mit feinen sandigen Schlieren . . . . . }

3. Dito, mit Sandnestern und Kieselknauern	60 m
4. Feinkörnig, nach oben Anreicherung der siderolithischen Buntfärbung	
5. Grindelwaldnermarmor	
6. Serizitisierte Schiefer (0,20 m).	
7. Dunkler Kalk mit tonigen Nestern und rostigen Schichtfugen	
8. Harter Kalk mit Echinodermenquerschnitten	

Der Öhrlikalk, soweit er frei von siderolithischen Bildungen ist, findet zugleich mit reinen Tithonkalken Verwendung für die Calciumcarbid-Fabrikation der «Reichenbach AG.» in Meiringen. Gegenwärtig wird das Material am N-Fuss des Bännenberges (südöstlich Meiringen) gebrochen.

Eine weitere Verwendung könnten diese Kalke für eine eventuelle Zementfabrikation finden. Der nötige Zuschlag wäre in den Oxfordienschiefern, eventuell Argovienschiefern oder anderwärts sicher zu finden.

2. Tschingelkalk *(Hauterivien)*. Auf dem Öhrlikalk liegen südlich der Ochsentalhütte und vor allem am Tennhorn jene von Scabell bei Grindelwald und von Stauffer bei Mürren erwähnten mürben, schneeweiss-mehlig anwitternden Kalke in allerdings nur ca. 20 cm Mächtigkeit. Ferner findet sich am Tennhorn gelblich anwitternder, buntgefärbter, gebänderter, quarzhaltiger Kalk, wie ihn Scabell aus der Gegend von Grindelwald als «echten Tschingelkalk» beschreibt; seine Mächtigkeit beträgt hier höchstens 10 m.

c) Das Hauterivien (Tschingelkalk) der Lauiegg-Schuppe.

An der Lauiegg wurde in einer breiten, aus verschiedenen Elementen zusammengesetzten Tertiärzone eine 15 m mächtige Lamelle von buntem, kieselreichem Kalk gefunden, der dem oben erwähnten Tschingelkalk (Hauterivien-Kalk) aus der Gegend von Grindelwald gleicht. Er muss als tiefstes Schichtglied einer besondern Schuppe, der Lauiegg-Schuppe, angesehen werden. Tiefere stratigraphische Horizonte, wie Öhrlikalk und Malm fehlen hier, aus tektonischen Gründen, ganz; hingegen wird der Tschingelkalk normal überlagert von einem hellgrauen bis weissen, kompakten Quarzit (Priabonien-Quarzit).

IV. Tertiär.

a) Das Eocaen der autochthonen Region.

Das autochthone Eocaen weist folgende Dreiteilung auf:

1. Siderolithikum (Bohnerzbildungen).
2. Mürrenbreccie.
3. Kohlenkalke, Cerithienschichten, Quarzite und Sandsteine des Priabonien.

1. Siderolithikum *(Bohnerzbildungen)*. Die typischen und mehr oder weniger zusammenhängenden siderolithischen Bildungen sind durchwegs an die Oberfläche des Öhrlikalkes gebunden. Tiefer im Öhrlikalk steckendes Siderolithikum hängt immer irgendwie mit demjenigen an seiner Oberfläche zusammen, sei es tektonisch durch ausgewalzte Taschen oder durch irgendwelche Infiltrationsmöglichkeit. Derartige Bildungen finden sich z. B. in der Mitte der Aareschlucht als sandige Einlagerungen in dünnbankigen bis massigen Kalken.

Über diesen liegen dort neben grauen, sandigen, feingezogenen Schlieren grössere Nester von Sandstein und Kieselknollen. Diese Kalke mit Einschlüssen von Sandstein und Kieselknauern bilden in der Aareschlucht (siehe unten) einen bis 40 m mächtigen Horizont, der im obern Teil immer reichliche Einschlüsse eines auffallenden grünlichen Sandsteins enthält und der unmerklich in die siderolithische Breccie übergeht; eine derartige siderolithische Breccie stellt auch der «Grindelwaldner Marmor» dar.

Andernorts beschränkt sich die Beeinflussung der Unterlage auf bunte Verfärbung, Bleichung und Lockerung.

Noch näher der Oberfläche des Öhrlikalkes kommen farbige Tonschiefer dazu, und das System wird wieder abgeschlossen durch siderolithische Breccie, wie z. B. über der obern Burgalphütte. Für das oberste Siderolithikum charakteristisch sind eisenreiche, doggerähnliche Sandstein- und Quarzitlinsen. Nur an diesen Stellen kommt es gelegentlich zur Ausbildung von Pisolithen. In den Lokalitäten Unterbalmi, über Burgalp und in den Röhreni treten bis 100 m lange und 30 m mächtige Wülste dieses oft wie Kristallin anmutenden Gesteins auf. Derartige Bildungen gaben, wie am kleinen Wellhorn, Anlass zum Abbau von Eisenerz.

2. Mürrenbreccie, umfasst die Serie aller brecciösen oder sandig-kieseligen Gesteine zwischen Öhrlikalk oder Siderolithikum als Liegendem und den Kohlenmergeln des Priaboniens als Hangendem. Diese Breccie ist der Leithorizont für das autochthone Tertiär und wurde bis jetzt weder an der Jungfrau noch am Wetterhorn, den Engelhörnern oder weiter östlich in tektonisch höhern Einheiten gefunden.

Der Normaltypus der Mürrenbreccie ist das von verschiedenen Autoren (H. Stauffer, L.-W. Collet und Ed. Paréjas, K. Louis, J. Krebs) von der klassischen Lokalität unter dem Palace-Hotel in Mürren folgendermassen beschriebene Gestein: Schon die hellgrau anwitternde Oberfläche zeigt rostig gefärbte Einschlüsse von unregelmässiger Struktur. Wo diese auswittern, erscheint die Oberfläche uneben und löcherig. Im Bruch zeigen sich diese Einschlüsse als langgezogene, braune, tonige Linsen zwischen den langgezogenen Lamellen des Grundmaterials. Letzteres ist ausschliesslich Öhrlikalk. Die seltenen Nummuliten sind zwischen die Öhrlikalkbrocken eingebettet. Die Oberfläche des Gesteins ist rauher als diejenige des Öhrlikalks.

In andern Lokalitäten habe ich einen mehr oder weniger abweichenden Habitus der Mürrenbreccie beobachten können, wie dies die folgende Aufzählung zeigt:

Doldislauenen (unterer Grindelwaldgletscher): Die hellgraue, rauhe Oberfläche enthält feine dolomitische Einsprenglinge. Im Bruch ist der harte Kalk dunkler. Rostige Einsprenglinge sind selten.

Hohturnen (Mettenberg): Die Breccie ist dünnbankig bis schiefrig, rauh bis kieselig. Helle Kalklinsen flammen zwischen der grauen Grundmasse auf.

Eisfad (oberer Grindelwaldgletscher): In einem homogenen, dem siderolithfreien Öhrlikalk sehr ähnlichen Gestein liegen feine und grössere Einschlüsse eines dolomitischen Kalkes, der als oberstes Tithon erkannt wurde.

Milchbachschlucht (oberer Grindelwaldgletscher): In einem dem vorigen ähnlichen Kalk liegen grosse und kleine Einschlüsse älterer Kalke, deren grösste mehrere Zentimeter betragen.

Bännenberg (südöstlich Meiringen): Die dunkle, meist schiefrige Breccie ist stark bituminös.

Kirchet-Riegel (Aareschlucht): Über Öhrlikalk, der durch seine siderolithischen Bildungen charakterisiert ist, liegen, meist schwer erkennbar, in einem dem Öhrlikalk ähnlichen Gestein graue, helle, dolomitische Brocken. Feinsandiges Material gesellt sich gelegentlich dazu. Die überlagernden Sandkalke bis Quarzite fehlen oft, so dass über die Breccie die Kohlenkalke des Priaboniens zu liegen kommen. Öfters wird auch zwischen Öhrlikalk und Kohlenmergel die Breccie durch eocaenen Sandkalk-Sandstein ersetzt, der nach unten unmerklich in den Öhrlikalk übergeht.

Die Bildung der Breccie oder der stellvertretenden Sandkalk-Sandsteine ist zeitlich nicht mit der Entstehung der siderolithischen Breccie zu parallelisieren. Sie ist jünger.

Die Mächtigkeit der Mürrenbreccie wechselt ausserordentlich; sie beträgt in den tiefsten autochthonen Zonen des Engelhorn-Gebietes bis 25 m, schon in der Mittelzone (Gleckstein-Lappen) jedoch ist sie weniger entwickelt, und im Gstellihorn-Lappen misst sie nur noch wenige Meter. In der Hohjägi-Schuppe und in den parautochthonen Elementen fehlt die Mürrenbreccie vollständig. Im Autochthon des westlich der Engelhörner gelegenen Gebietes (Mettenberg bis Jungfrau) ist die Breccie mächtiger entwickelt. Wo echte Bohnerzbildungen vorkommen, habe ich die Breccie bis jetzt nicht gefunden. Sie stellt keinen durchgehenden Horizont dar. Zur Hauptsache besteht sie aus dem aufberei-

teten Material der Unterlage, aus Öhrlikalk, zu dem sich seltener Komponenten aus dem obersten Malm gesellen. In der Milchbachschlucht und am Gletscherhubel ist ihr Habitus konglomeratisch. Die Einschlüsse sind dort gerundet. Fossilien wurden in der Mürrenbreccie der Engelhörner bisher keine gefunden.

3. Kohlenkalke, Cerithien-Schichten, Schiefer, Sandkalke und Quarzite des Priaboniens.

Die Bezeichnung «*Kohlenkalk*» ist aus der Beschreibung von Collet und Paréjas (**33**) übernommen und bezieht sich auf dunkle, unreine, oft kohlige oder Kohlenschmitzen enthaltende, oft auch rein weisse Kalke, die auf dem Bruch dem Malm ähnlich sehen können; dieser Schichtkomplex dürfte dem untern Priabonien angehören.

In übereinstimmender Ausbildung finden sich solche Kalke ausnahmsweise auch als Einlagerungen in und über den mergelig-sandigen Cerithien-Schichten des Gentals und der Titlis-Kette, von denen sie eine kalkig-bituminöse Fazies darzustellen scheinen.

Die eigentlichen *Cerithien-Schichten* sind zur Hauptsache als dunkelgraue bis schwarze, kalkige Schiefer ausgebildet; stellenweise (Burg, Kirchet, Aeppigerberg) legen sich rötliche, tonige Häute über die Schichtflächen. Ausnahmsweise treten in den Schiefern Einlagerungen von rauhen, grauen Sandkalken auf, die wie die Schiefer das Leitfossil *Cerithium diaboli* Brongn. führen.

Als hauptsächliche Fossilfundstellen in den Cerithien-Schichten sind zu erwähnen:

W-Seite des Gletscherhubels bei Rosenlaui; in der mittleren Rinne beim Einstieg in den Simelisattel (Ochsental); im Riss nordwestlich der Route vom Ochsental zum Ochsensattel; im vorderen (östlichen) Teil des Bandes der Röhreni zwischen dem oberen und unteren Wildheuerpfad.

Eine annähernd vollständige Schichtfolge des autochthonen Tertiärs, in der auch die über den Cerithien-Schichten liegenden Sandkalke und Quarzite gut hervortreten, bietet trotz der etwas abnormen Lagerung das *Profil am Gletscherhubel* bei Rosenlaui, das schon von C. Moesch, A. Baltzer und J. Boussac beschrieben wurde, dies vor allem wegen seiner leichten Zugänglichkeit und guten Übersichtlichkeit.

Das Profil beginnt im SW mit siderolithischem Öhrlikalk, der stark verschuppt ist; die Schuppenenden sind am Fusse des Gletscherhubels durch Eocaen (Mürrenbreccie oder Kohlenkalk) voneinander getrennt, während höher am Hang Öhrlikalk auf Öhrlikalk liegt. Auf der vierten Kreide-Schuppe liegen am Fusse des Hanges über dem Öhrlikalk siderolithische Bildungen mit Bohnerz, ferner Kohlenkalk, höher oben schichtet sich statt des Bohnerzes Mürrenbreccie ein.

Über diesem Schuppen-Paket folgt ein neues tektonisches Element, wiederum beginnend mit einer dünnen Lamelle von siderolithischem Öhrlikalk, die aber nicht bis zum Fusse des Gletscherhubels hinabreicht; über dieser liegt Mürrenbreccie, die ebenfalls noch im Abhang auskeilt; erst die folgende Serie von Kohlenkalk, Cerithienmergel, Sandkalken und Quarziten des Priabonien ist am Fusse des Hügels aufgeschlossen.

Wie sich aus diesem Profil ergibt, bin ich zur Auffassung gelangt, dass das Gletscherhubel-Tertiär keine einfache Schichtreihe darstellt, wie bisher angenommen, sondern im wesentlichen aus zwei Partien besteht, die in sich selbst wieder geschuppt sind, nämlich unten (südlich) aus dem Tertiär, das zum Gleckstein-Lappen gehört, und oben (nördlich) aus demjenigen des Gstellihorn-Lappens.

Das Tertiär des Gleckstein-Lappens ist in diesem Profil mechanisch stark mitgenommen und auf wenige Meter reduziert worden. Das darüberliegende Tertiär des Gstellihorn-Lappens, dessen Gewölbekern (Öhrlikalk) höher oben zurückgeblieben ist, zeigt eine normalere Ausbildung und grössere Mächtigkeit; doch ist auch in diesem ein Auskeilen von einzelnen Schichten zu beobachten; die Cerithien-Schichten oder «Kohlenmergel» z. B. sind streckenweise abgeschürft worden, an andern Stellen erscheinen sie dann wieder zu Linsen zusammengestaut.

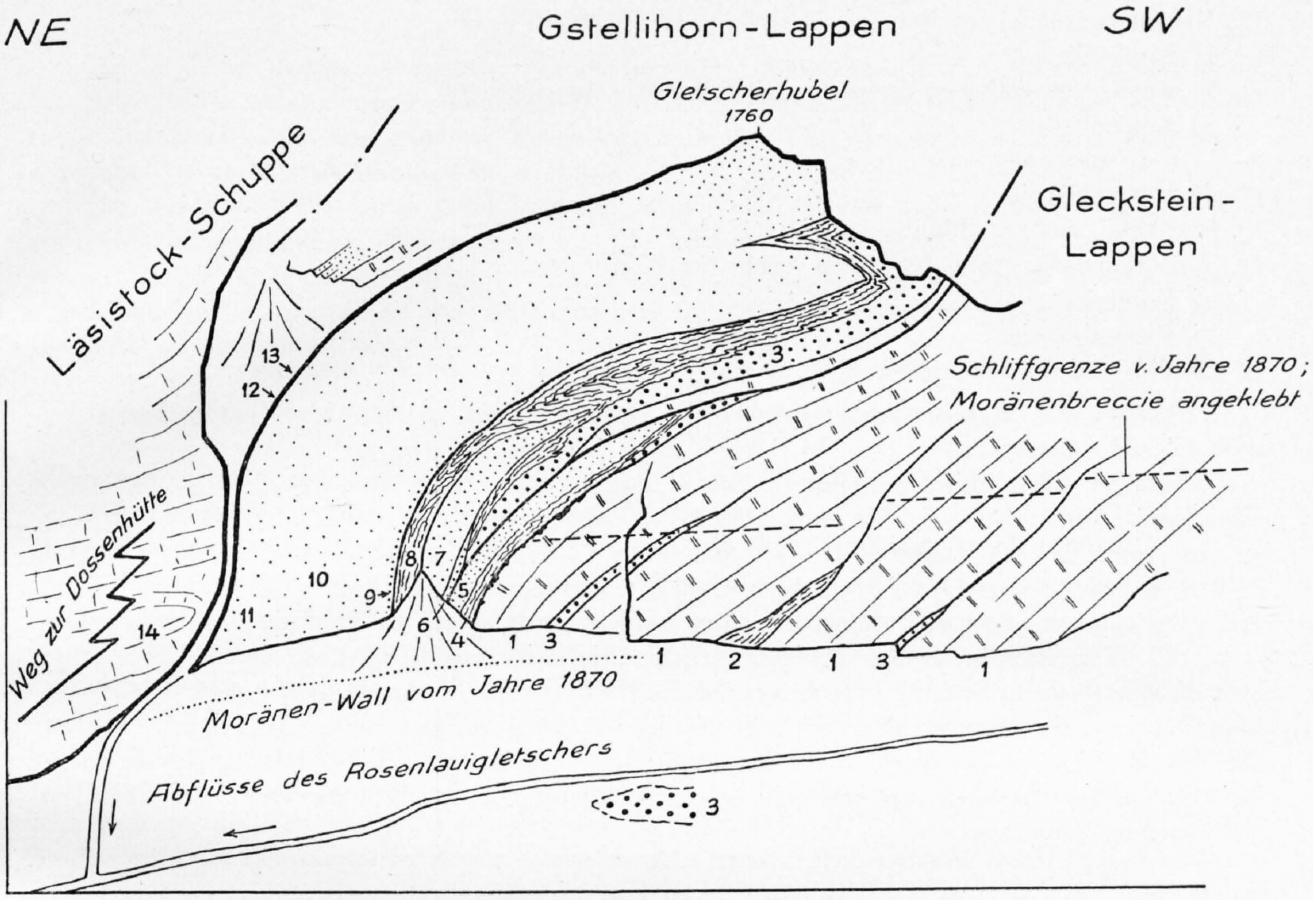


Fig. 3. Profilansicht des Gletscherhubels von Nordwesten.

Gleckstein-Lappen	1. Öhrlikalk mit siderolithischen Bildungen.	
	2. Weiss anwitternde Bank mit Kohlenschlieren, 0,20 m	Kohlenkalk.
	3. Grauer, rauh anwitternder Kalk. Bruch hellgrau brecciös, aussetzend	Mürrenbreccie.
	4. Bohnerz; mürbe, rostige Schicht, brecciös (0,80 m)	Siderolithikum.
	5. Heller Kalk mit Kohlenäderchen, 0,15 m	Kohlenkalk.
Gstellihorn-Lappen	6. Kohlenkalk (hart), 1 m	Kohlenkalk.
	7. Harter Kalk mit sandigen, langgestreckten Linsen, 3 m	Kohlenkalk bis Sandstein.
	8. Schwarze abfärbende Schiefer: Fossilschicht, 4 m, Cerithien-Schichten. Nach oben rote Varietät	Cerithienmergel.
	9. Sandkalk, 15 cm	Sandkalk.
	10. Dunkelgrauer Priabonien-Quarzit, 40 m	Quarzit.
	11. Heller, rauher Quarzit. Quarze herauswitternd, 3 m	
	12. Grauer Sandkalk, 2 m	Stratigr. Folge im Profil nicht sichtbar.
	13. Verdrückter Kalk mit Quarzadern und sandigen Schlieren. Übergangsschicht, 0,12 m	
	14. Tithon der Läsistock-Schuppe.	

Ein weiteres, schwieriger zugängliches Profil konnte bei der Lokalität «*Ofen*», in den Vorderen Röhreni aufgemessen werden. Es folgen sich dort von oben nach unten:

Die untersten Schichtglieder der Läsistock-Schuppe, nämlich

1. Öhrlikalk;
2. 5 m Tithon mit Graspass-Schichten (2 m);

mit Überschiebung aufruhend auf Tertiär und Öhrlikalk aus der Stirnregion des Gstellihorn-Lappens in folgender Ausbildung:

3. Tertiäre Kalke und Mergel	0,40 m
4. Mürrenbreccie	1,5 m
5. Öhrlikalkzunge	2 m
6. Eocaener Sandstein bis Quarzit	1 m
7. Mürrenbreccie	2 m
8. Öhrlikalk, unten stark siderolithisch, infiltriert	6 m

9. Haupttertiärband der Röhreni:
   a) Sandstein,
   b) Mergel von rötlicher Farbe mit Cerithien (wie Aeppigerberg) . . . . . 1 m
   c) Kohlenkalk,
   a—c zusammen ca.. . . . . 8 m
   d) Mürrenbreccie . . . . . 1 m
10. Öhrlikalk, zuoberst dünnbankig siderolithisch;
11. Tertiärband der Ofenbalm, durch welche der Pfad führt:
   a) Kohlenkalk . . . . . 0,20 m
   b) Mürrenbreccie . . . . . 2 m
12. Öhrlikalk, tiefer unten siderolithisch, am Wildheuerpfad von der Alp zum Ofen.

Über die Mächtigkeiten der verschiedenen Tertiärschichten in der autochthonen Region sei noch folgendes bemerkt:

Während siderolithische Bildungen überall nur in unregelmässigen, aber stets geringfügigen Mächtigkeiten auftreten, weist die Mürrenbreccie im Basalen Autochthon eine Mächtigkeit von 25 m auf, im nächst höhern Gleckstein-Lappen eine solche von 15 m, im Gstellihorn-Lappen ist sie auf 2—5 m reduziert; sie fehlt in der höhern Hohjägi-Schuppe ganz. Die Kohlenkalke und Cerithien-Schichten dagegen zeigen sich durch das ganze Autochthon hindurch gleichmässig stark ausgebildet (4 m ca.). Das höchste tertiäre Schichtglied, die Priabonien-Sandsteine und -Quarzite wiederum nehmen von 40 m im Basalen Autochthon auf die Hälfte ab im Gleckstein-Lappen; im Gstellihorn-Lappen zeigen sie, hauptsächlich aus tektonischen Gründen, unregelmässige Mächtigkeit, können aber bis auf ca. 40 m anschwellen, wie das Profil vom Gletscherhubel zeigt. Das Tertiär der Hohjägi-Schuppe besteht überhaupt nur noch aus den auffallend konstant ausgebildeten Kohlenkalken und Cerithien-Schichten.

b) Das Eocaen der parautochthonen Läsistock-Schuppe.

1. Siderolithische Bildungen. Der Öhrlikalk der Läsistock-Schuppe ist an der Oberfläche intensiv von siderolithischen Bildungen durchsetzt. Einlagerungen und Auflagerungen von braun anwitternden Sandsteinen bis Quarziten sind häufig, doch erreichen diese Bildungen nirgends das Ausmass wie im autochthonen Tertiär. Auch enthalten sie eingelagerte Kalkschollen, die, gegen die Unterlage zunehmend, in Marmorbreccie übergehen. Am Fussweg vom Rosenlaui in das Ochsental ist diese Breccie besonders schön ausgebildet. Gegen das Liegende nehmen die Infiltrationen stetig ab, und die Verhältnisse entsprechen ganz den im Autochthonen geschilderten.

2. Bohnerzbildungen. Die Öhrlikalkoberfläche zeigt durchwegs einige Zentimeter mächtige, hie und da zu Taschen anschwellende Bohnerzbildungen in Form von porösem, ausgelaugtem Brauneisenerz und seltenen Muschelnegativen. Das Gestein sieht stellenweise wie Rauhwacke aus.

3. Cerithien-Schichten. Auf den Bohnerzbildungen liegen die Cerithienschiefer des Priaboniens und zwar durchwegs vertreten durch abfärbende kohlige Mergelschiefer. Der darauffolgende mechanische Kontakt, markiert durch Spuren von hartem Kohlenkalk, trennt die normale Schichtreihe der Läsistock-Schuppe vom sogenannten Scheidegg-Tertiär, das verschiedene tektonische Elemente enthält.

4. Priabonien-Sandstein. Der Sandstein, der auf den Cerithien-Schichten aufliegt, ist von denselben durch eine deutliche Bewegungsfläche mit Rutschstreifen getrennt, so dass er nicht ohne weiteres zur Schichtreihe der Läsistock-Schuppe gezählt werden darf. Er wird daher zusammen mit dem Scheidegg-Tertiär besprochen (siehe unten). Ob er von der Läsistock-Schuppe selbst abgeschürft worden ist oder einer südlicheren, höheren Schuppe angehört, muss dahingestellt bleiben.

Ein Profil, in welchem klar ersichtlich ist, wie die normale Tertiärfolge der Läsistock-Schuppe überschoben wird von einer zweiten Priabonien-Serie, die der Scheidegg-Zone angehört, zeigt sich an der Gelben Fluh, oberhalb Geissholz, auf etwa 1200 m Höhe (siehe Fig. 5, p. 21).

c) Das Scheidegg-Tertiär.

Unter dieser Sammelbezeichnung werden hier alle, wahrscheinlich zum Eocaen gehörenden, Tertiär-Schichten zusammengefasst, die über der Läsistock-Schuppe folgen, tektonisch aber nicht mehr sicher und unmittelbar dazu gehören, und welche unter der Überschiebungsfläche, d. h. dem überschobenen Dogger der Wildhorn-Decke, liegen.

Es handelt sich um keine einheitliche und normale Schichtreihe, sondern um verschürfte, aus verschiedenen tektonischen Elementen stammende Eocaen-Schichten. Aus diesem Grunde müssen wir uns darauf beschränken, eine Anzahl von möglichst eingehend aufgenommenen Profilen wiederzugeben und in diesen jeweils zu erkennen versuchen, um welche Schichtglieder und welche tektonische Elemente es sich handeln kann.

Kombiniertes Profil aus den Lokalitäten Rosenlaui, Eingang des Ochsentals, Gelbe Fluh:

Tieferer Teil des Scheidegg-Tertiärs.

1. Kohlenmergel 0—0,8 m. In Nestern, Läsistock-Schuppe.
2. Grauer Priabonien-Quarzit, oft aussetzend oder dünnbankig bis schiefrig werdend und mit 5 wechsellagernd . . . . . 0—6 m
3. Schwarze Tonschiefer . . . . . 0—2 m
4. Hellgelber, im Bruch hellgrauer, zäher Quarzit, nicht durchgehend, nach oben weicher, bis Sandstein . . . . . 0—6 m
5. Dunkle Schiefer, unten mit kalkigen oder harten Lagen wechselnd . . . . . 0—23 m
6. Quarzitblöcke in schwarzen Tonschiefern, mit rostigen Nestern . . . . . 0—5 m
7. Graugrüner harter Sandstein . . . . . 0—8 m
8. Tonschiefer der Taveyannaz-Schichtgruppe. . . . . 0—22 m
9. Dünnbankiger Taveyannaz-Sandstein, wechselnd mit schwarzen Schiefern und übergehend in kompakten Taveyannaz-Sandstein . . . . . ca. 20 m

Die Kohlenmergel (1) schliessen das Normalprofil der Läsistock-Schuppe ab.

Der Priabonien-Quarzit (2) und die Schiefer (3—5) sind davon mechanisch abgetrennt und stellen möglicherweise mit den folgenden Schichten (6) zusammen eine eigene Schuppe dar.

Die Taveyannaz-Schichtgruppe (7—9) ist ein in sich zusammengehörender Komplex. Von einer mechanischen Trennung vom tieferen Priabonien ist hier nichts zu bemerken. Die Schichtreihe könnte bis hieher, nach diesem Profil zu schliessen, einheitlich sein.

Diese Tertiär-Schichten stellen den tieferen Teil des Scheidegg-Tertiärs im weiteren Sinne dar. In ihnen sind keine Lamellen älterer Gesteine eingeschaltet, die eine sichere Aufteilung derselben in mehrere Schuppen ermöglichen würden.

Die höheren Teile des Scheidegg-Tertiärs sind besonders gut an der Lauiegg aufgeschlossen.

Profil an der Lauiegg (1860—1780 m):

1. Flyschschiefer, grau bis schwarz, meist mit feinen Glimmerschüppchen, tonig bis kalkig 40 m
2. Graue Kalkschiefer . . . . . 1 m
3. Einlagerung von Tschingelkalk (Hauterivien). Anwitterung grau mit gelben Flecken, sandige Einschlüsse, Bruch blaugrau, nach oben kalkiger werdend . . . . . 16 m
4. Hellgrauer Kieselkalk. . . . . 0,3 m
5. Weisser, kristallinischer, sehr harter Quarzit (Tertiär) . . . . . 5 m
6. Gebänderter Nummulitenquarzit. Die hellgrauen Nummuliten liegen in langgezogenen, heller gefärbten Sandnestern . . . . . 18 m
7. Nummulitensandstein, stellenweise bunt gefärbt, ähnlich 6 . . . . . 4 m
8. Dünne, schiefrige, seidenglänzende Flyschschiefer . . . . . 10 m
9. Darin Linsen von mürbem Quarzit mit rostigen Nestern . . . . . 4 m
10. Hellgrauer Sandstein mit Lagen von quarzreichen Partien, die gerollten Quarze herauswitternd. . . . . 3 m

11. Flyschschiefer, wie 8 . . . . . 20 m
12. Grüngrauer Sandstein . . . . . 4 m
13. Flyschschiefer, verzahnt mit Aalénienschiefern der Wildhorn-Decke.

In diesem Profil bilden die Flyschschiefer (1 und 2) die Fortsetzung der Taveyannaz-Schichtgruppe des vorigen Profils. Die Schichten 3—5, bestehend aus Hauterivien-Kalken und Priabonien-Quarzit, sind sicher als selbständige Schuppe aufzufassen, deren Stirne von Scheidegg-Tertiär umschlossen ist (Lauiegg-Schuppe).

Eine sichere Gliederung der über der Lauiegg-Schuppe folgenden Sandsteine und Flyschschiefer ist nicht möglich; es ist als wahrscheinlich anzunehmen, dass diese Schichten zum Teil wenigstens der Wildflysch-Gruppe angehören und demnach ultrahelvetischer Herkunft sein könnten. Beizufügen ist noch, dass sich auch bei der Kaltenbrunnensäge nummulitenführender Sandstein findet, entsprechend Nr. 9 im Profil der Lauiegg, der zum Lutétien zu stellen sein dürfte.

Unsicher ist auch die tektonische Stellung der Taveyannaz-Schichtgruppe. Es konnte im untersuchten Gebiet nicht entschieden werden, ob sie zur parautochthonen Region gezählt werden soll, oder ob sie als östliche Fortsetzung der Diablerets-Decke zu deuten ist.

Das Scheidegg-Tertiär (im weiteren Sinne) umfasst somit im Gebiet der Engelhörner:

1. Verschürftes parautochthones Tertiär, zum Teil eventuell von der liegenden Läsistock-Schuppe abgeschürft;
2. Taveyannaz-Schichtgruppe, von 1 hier nicht sicher trennbar;
3. Lauiegg-Schuppe mit Hauterivien (Tschingelkalk) und Tertiär;
4. Tertiär unbestimmter tektonischer Stellung, zum Teil wohl der Wildflysch-Gruppe angehörend.

Zum Vergleich ziehen wir ein Profil vom N-Hang des Läsistocks bei, das W. Scabell (**37**, p. 15 ff.) beschrieben hat und das in vereinfachter Form folgende Schichtglieder aufweist:

Profil am Läsistock-N-Abhang von unten (S) nach oben (N):

1. Öhrlikalk des Läsistocks, gegen oben plattig.
2. Siderolithische Breccie, mit Quarzitbank abschliessend . . . . . 4—12 m
3. Weinrote bis rostfarbige Sandsteine, Quarzite, mit lagenförmig angeordneten marmorisierten Kalkbrocken, bis zum Schwarzwaldgletscher anhaltend. Aussergewöhnlich mächtige Bildung . . . . . 10—40 m
   (Es ist möglich, dass es sich hier um siderolithisiertes oberes Valanginien oder um Hauterivien = unteren Tschingelkalk handelt (P. A.).)*
4. Weisser grobkörniger Quarzit, sehr zäh, dickbankig, 1850 m . . . . . 0—3 m
   (Entspricht dem gleichen Quarzit im Liegenden der Cerithien-Schichten in der Titliskette (P. A.).)*
5. Schwarzer, sandiger Stinkkalk, mit tonig-schiefrigen Einlagerungen, Cerithien-Schichten fossilführend, übergehend in . . . . . 0—3 m
6. Hellgrauer, im Bruch schwarzer Kalk, nach unten in einen zerrütteten und wieder verfestigten dolomitischen Kalk übergehend, nach W plötzlich aussetzend . . . . . 0—40 m
   (Überschiebung.)
7. Taveyannaz-Sandstein und -schiefer, 1778 m . . . . . 0—10 m
   (Die Lauiegg-Schuppe, die hier folgen sollte, ist nicht nachzuweisen.)
8. Flyschschiefer, tonig bis kalkig, feinsandig und meist glimmerführend, mit mürben Sandsteinbänken. Gegen unten Einlagerungen von Sandsteinlinsen und grossen Blöcken von Nummulitenkalk . . . . . 40—100 m
9. Aalénienschiefer von Rosenlaui (bis 1635 m) = Basis der Wildhorn-Decke.

Das Profil am Läsistock ist gekennzeichnet in erster Linie durch die grosse Mächtigkeit der siderolithischen Bildungen im Hangenden des Öhrlikalkes der Läsistock-Schuppe, sodann durch typische,

* Anmerkung von P. Arbenz.

Stratigraphische Zusammenstellung der Sedimente am N-Rand des Aarmassivs im Gebiet der Engelhörner.

	Autochthon				Parautochthon		Scheidegg-Tertiär
	Basales Autochthon	Gleckstein-Lappen	Gstellihorn-Lappen	Hohjägi-Schuppe	Läsistock-Schuppe	Lauiegg-Schuppe	
Flysch	—	—	—	—	—	—	800 m
Nummulitenkalke und Quarzite im Flysch							vorhanden
Taveyannaz-Sandstein	—	—	—	—	—	—	80 m
Priabonien: Quarzite und Sandkalke des Priabonien	bis 40 m	20 m	1—40 m	—	—	5 m	bis 45 m
Priabonien: Cerithienschiefer u. Kohlenkalke	bis 4 m	bis 4 m	bis 4 m	vorhanden	bis 1 m	0	bis 6 m
Priabonien: Kohle (in obigen)	in Nestern	in Nestern	Spuren	Spuren	bis 0,8 m	0	Spuren
Mürrenbreccie	25 m nach W abnehmend	15 m nach W aussetzend	2—5 m	0	0	0	0
Bohnerz	Spuren am Kirchet	vorhanden	vorhanden	0	vorhanden	0	0
Hauterivien (Tschingelkalk)	0	0	0	0	0—10 m	bis 16 m	
Valanginien-Berriasien (Öhrlikalk)	40 m, nach oben abnehmend	110 m	110 m	bis 20 m	190 m		
Tithon	30 m, nach oben abnehmend	30 m	35 m	15 m	80 m, wovon 60 m brecciös		
Kimeridgien-Séquanien (Malmkalk)	170 m	250 m	360 m	vorhanden			
Argovien (Schiltkalk)	40 m	30 m	20 m nach W ausstehend				
Callovien (Oberer Oolith)	vorhanden	vorhanden	vorhanden nach W aussetzend				
Bathonien (Unterer Oolith)	vorhanden	0	0				
Bajocien	unten 12 m, nach oben abnehmend	6 m	6 m nach W aussetzend				
Aalénien	unten 12 m, gegen oben abnehmend	0	0				
Rötidolomit	unten 45 m oben 12 m	10 m	0				
Rauhwacke, Arkose-Sandstein	bis 15 m	reduziert, ohne Sandstein	reduziert				
Aufbereitungszone	überall vorhanden	0	0				
Kristallin	vorwiegend granitisch, stark pinitisiert	gneisig, Injektionszone	Gneis-Granit, rostig anwitternd	Gneis, hellgrau, aplitisch			

wenn auch ab und zu aussetzende Cerithien-Schichten und einen darauffolgenden Kalkkomplex, der wohl dem Priabonien entspricht und sehr stark zerdrückt ist. SCABELL stellt dieses Tertiär mit Recht zur Läsistock-Schuppe, trennt es aber vom folgenden Taveyannaz-Komplex ab, da zwischendrin eine Überschiebungsfläche liegt. Der nun folgende Flysch-Komplex repräsentiert mit seinen grossen Linsen und Blöcken von Sandstein und Kalk (mit Nummuliten und Discocyclinen) den Wildflysch, an dessen Basis fehlt aber jede Spur der Lauiegg-Schuppe mit ihren Tschingelkalken. Es herrscht sehr steiles N-Fallen, in den Cerithien-Schichten sogar überkippte Lagerung, vgl. Fig. 1 bei SCABELL (**37**, p. 16).

V. Stratigraphische Zusammenfassung.

Die stratigraphischen Untersuchungen haben gezeigt, dass im allgemeinen der Sedimentmantel des Basalen Autochthons die vollständigste Schichtreihe enthält. Es ist jedoch zu betonen, dass auch hier die Sedimentationsfolge eine äusserst unregelmässige ist: Die Trias ist bis zum Rötidolomit ziemlich normal ausgebildet, dann fehlen aber Quartenschiefer und Lias; Aalénien oder sogar Bathonien liegen transgredierend auf Rötidolomit. Der Dogger ist zwar vollständig vorhanden, doch nur in geringer Mächtigkeit; Argovien, Malmkalk und Tithon sind gut entwickelt; von der Kreide sind nur die untersten Teile des Öhrlikalkes erhalten, dann aber folgt eine mächtige Erosionslücke, die vom Valanginien bis ins untere Eocaen reicht; erst das mittlere Eocaen macht sich wieder geltend in Spuren von Bohnerz; als höchste Stufe finden wir ein relativ mächtiges Priabonien, bestehend aus Mürrenbreccie, Kohlenkalken, Cerithienschiefern und Quarziten.

In den nächst höhern tektonischen Elementen, den autochthonen Lappen und den parautochthonen Schuppen (siehe nachfolgende Tabelle) ändern sich die stratigraphischen Verhältnisse: Der Rötidolomit nimmt rasch an Mächtigkeit ab und fehlt schon im Gstellihorn-Lappen, der darunterliegende Arkose-Sandstein repräsentiert dort die ganze Trias; das Aalénien setzt schon in den höhern, südlichen Teilen des Basalen Autochthons aus und fehlt in den höhern Elementen; das Bajocien dagegen zeigt nur schwache Abnahme der Mächtigkeit und bedeckt im Gleckstein- und Gstellihorn-Lappen transgressiv die Trias; das Bathonien fehlt, während das Callovien als «Oberer Oolith» konstant durchgeht; das Argovien zeigt von N gegen S nur schwache Abnahme, dagegen schwillt der Malmkalk stark an und wird im Gstellihorn-Lappen doppelt so mächtig wie im Basalen Autochthon; das Tithon ist in der ganzen autochthonen Region gleichmässig ausgebildet, erst in der parautochthonen Läsistock-Schuppe zeigt es eine viel stärkere Entwicklung vor allem der brecciösen Teile.

Der Öhrlikalk (Berriasien-Valanginien) erreicht im Gleckstein- und Gstellihorn-Lappen die dreifache Mächtigkeit im Vergleich zum Basalen Autochthon, aber erst in der Läsistock-Schuppe zeigt er seine volle Ausbildung, und ausserdem wird in dieser, wenigstens stellenweise, die Serie der Untern Kreide vervollständigt durch etwas Hauterivien-Kalk. Das eocaene Bohnerz ist in Spuren auch in den höhern Elementen vorhanden; die Mürrenbreccie nimmt gegen die südlichere autochthone Region hin rasch ab, schon in der Hohjägi-Schuppe tritt sie nicht mehr auf; die Kohlenkalke und Cerithienschiefer hingegen zeigen wieder eine gleichmässige Ausbildung im ganzen Autochthon und fehlen auch im Parautochthon nicht; die Entwicklung des Priabonienquarzites endlich mag ebenfalls ziemlich gleichmässig stattgefunden haben, die heute sichtbaren, verschieden grossen Mächtigkeiten sind tektonisch bedingt.

Die Mächtigkeiten und Ausbildungsarten der Schichten aus den höhern parautochthonen Schuppen und dem Scheidegg-Tertiär zu Vergleichen heranzuziehen, ist kaum angängig, da hier tektonische Ursachen viel zu stark auf die Gestaltung und Lagerung der einzelnen Elemente eingewirkt haben.

Eine Übersicht über die Schichtfolgen in allen beschriebenen Teilen gibt die Tabelle auf S. 17.

Tektonik.

Im nachfolgenden Überblick über den Aufbau des untersuchten Gebietes werden die hier auftretenden tektonischen Elemente in der Reihenfolge von oben nach unten beschrieben, ihre Beziehungen zueinander festgestellt, und schliesslich werden die gewonnenen Resultate eingeordnet in das Bild vom Bau des Aarmassiv-N-Randes zwischen Gadmental und Jungfrau.

I. Die Wildhorn-Decke.

Zur Wildhorn-Decke gehören im untersuchten Gebiet, d. h. im S des Reichenbachs, die Reste in der Gegend von Rutsperre-Stöcklifluh und von Rosenlaui. Die die Wildhorn-Decke nach unten begrenzende Überschiebung verläuft vom Rosenlauibad gegen den Punkt 1477 über dem rechten Ufer des Reichenbaches, steigt über der Rutsperre bis auf 1590 m, sinkt steil ab bis 1240 m über Geissholz, fällt von hier nach scharfer Umbiegung flacher, bis in die Mitte des obern Reichenbachfalles und taucht unterhalb des untersten Falles in den Schuttboden des Aaretals. Die Überschiebungsfläche verläuft steil nordfallend und verbogen, und diese Verstellung ist zweifellos durch die nach der Überschiebung erfolgte Heraushebung des Aarmassivs und Steilstellung des autochthonen und parautochthonen N-Randes bedingt.

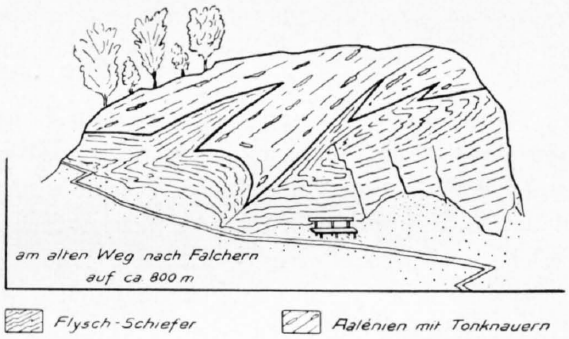


Fig. 4.
Verbiegungen und Verschuppungen zwischen Flysch des Scheidegg-Tertiärs und dem unteren Dogger der Wildhorn-Decke.

Die untersten Aalénienschiefer der Wildhorn-Decke sind mit den Flyschschiefern der Scheidegg-Zone verschuppt und verzahnt. Diese Verschuppungstendenz ergreift die gesamten basalen Teile der Wildhorn-Decke. Sehr schön zu beobachten ist diese verschuppte Auflagerung am alten Falchernweg (siehe Fig. 4).

II. Das Scheidegg-Tertiär.

Die Wildhorn-Decke liegt zwischen Lauterbrunnen im W und dem Jochpass im E auf einer wohl ganz dem Eocaen zuzuweisenden Tertiärmasse, die nicht als normales Jüngstes der darunterliegenden parautochthonen Läsistock-Schuppe aufgefasst werden darf, sondern sich aus tertiären Schichtfolgen verschiedener tektonischer Elemente zusammensetzt. Die Herkunft der einzelnen Schichtfolgen ist noch umstritten, so dass die für diese Zone übliche Bezeichnung «*Scheidegg-Tertiär*» praktisch erscheint und auch hier beibehalten wurde.

In dem der Engelhorn-Gruppe nördlich vorgelagerten Gebiet zeigt das Scheidegg-Tertiär eine relativ grosse Mächtigkeit und lässt sich, wie schon im stratigraphischen Teil erwähnt wurde, in einzelne Komplexe teilen.

Von diesen darf mit Sicherheit einer als selbständiges tektonisches Element aufgefasst werden: es ist dies die wenig mächtige Lamelle der *Lauiegg-Schuppe*, die zu den höhern parautochthonen Elementen gehören muss (siehe unten).

Ob die Schichtgruppe, welche durch das Vorkommen der Taveyannaz-Gesteine gekennzeichnet wird, als weitere selbständige parautochthone Schuppe oder aber als von einer tiefern Schuppe abgeschürftes Paket aufzufassen ist, konnte nicht entschieden werden.

Ebenso ist die Zuteilung der Flyschgesteine über der Lauiegg-Schuppe ganz unsicher. Da darin Wildflysch mit Einschlüssen von verschiedenaltrigen Nummulitenkalken und von Sandsteinen vorkommt, könnte man versucht sein, an Reste von eingewickeltem ultrahelvetischem Flysch zu denken.

Erst unter der Scheidegg-Zone mit der darin eingeschlossenen selbständigen Lauiegg-Schuppe folgt eine durchgehende, ziemlich mächtige, sicher parautochthone Serie, die den untern Teil des Parautochthons repräsentiert und *Läsistock-Schuppe* benannt wurde.

III. Die parautochthonen Schuppen.

a) Die Lauiegg-Schuppe.

Im Flysch der Scheidegg-Zone steckt, wie erwähnt, eine kaum 17 m mächtige Lamelle, bestehend aus etwa 12 m Hauterivien-Kalk (Tschingelkalk) und höchstens 5 m weissem Quarzit des Priaboniens. Sie sticht von oben her in das Scheidegg-Tertiär ein (vgl. Tafel I und III) und keilt gegen unten in ungefähr 1300 m Meereshöhe aus. Grössere Bedeutung als selbständiges tektonisches Element kommt der Lauiegg-Schuppe nirgends zu.

b) Die Läsistock-Schuppe.

Unter dem Scheidegg-Tertiär folgt die *Läsistock-Schuppe* (vgl. Tafel I und III) als von oben her einstechende, steife, tauchende Schichtplatte, bestehend aus wenig Malm, vorherrschendem Öhrlikalk und Tertiär. Ihre Untergrenze ist eine vollständig scharfe Überschiebungsfläche. Der Malm der Schuppe liegt überall direkt auf dem autochthonen Tertiär (Röhreni-Gletscherhubel), ohne irgendwelche dazwischenliegende verkehrte Schichtglieder. Die flammigen Tithonkalke der Schuppenbasis sind meist, aus mechanischen Gründen, dünnbankig bis schiefrig. Die Basis zeigt Gleitharnische, Rutschstreifung und calcitische, verknetete oder brecciöse Übergangsschichten. Die Überschiebungsfläche ist stark gewellt. Diese Wellungen machen sich in gleicher Art durch alle hangenden Elemente hindurch bemerkbar, so dass die Überschiebungsfläche der Läsistock-Schuppe mit derjenigen der Wildhorn-Decke fast parallel verbogen erscheint.

Wir verfolgen die Überschiebung vom Aaretal aus schwach ansteigend über Willigen und Geissholz, dann biegt sie in der Gegend vom Brüggernollen bis Burg (ca. 1000—1500 m) rasch auf. Über Burg und gegen die Tennlücke steht die Fläche senkrecht bis etwas überkippt, und der Anfang einer leichten Einwicklung macht sich geltend. Die Überschiebungsfläche überschreitet den Kamm der Engelhörner in der Tennlücke und bleibt von dort an auf ihrer N-Seite. Nördlich des Gletscherhubels quert sie das Tal des Rosenlauigletschers und schwingt sich dann gegen den N-Grat des Wellhorns empor; sie verläuft hier südlich der hellen Platten des Läsistocks und weiter in die N-Wand des Wetterhorns. Da die Schuppe den ganzen Läsistock aufbaut, hat sie ihren Namen nach diesem erhalten.

Die Trennung der Läsistock-Schuppe gegen das Hangende liegt in den Cerithienschiefern an der Basis des Scheidegg-Tertiärs. Sehr deutlich sichtbar ist eine solche Trennungsfläche an der Gelben Fluh westlich Innertkirchen; es liegen dort über Öhrlikalk und Cerithienschiefern (Kohlenmergel) der Läsistock-Schuppe disharmonisch gefaltete, vom Liegenden abgeschürfte Cerithienschiefer und Taveyannaz-Sandsteine, die zur Scheidegg-Zone gestellt werden (siehe Fig. 5). Die Läsistock-Schuppe hat unter der Burg (siehe Tafel I) eine Mächtigkeit von 400 m. Gegen die Tiefe, d. h. gegen N, nimmt die Mächtigkeit rasch ab, in der Höhe von Willigen misst sie kaum 100 m. Die Reduktion erfolgt vornehmlich auf Kosten des Tithons, das oberhalb Willigen kaum 12 m mächtig ist und rechts der Aare, in Oberstein, überhaupt fehlt. Die Läsistock-Schuppe hängt zweifellos mit der parautochthonen Schuppe am N-Abhang des Mettenberges zusammen und ist weiter nach W hin mutmasslich mit dem Schwarzmönch zu parallelisieren. Es wäre somit der Schwarzmönch als ein zwischen Jungfrau-Lappen

und Gstellihorn-Lappen eingefaltetes Äquivalent der Läsistock-Schuppe aufzufassen, oder anders ausgedrückt, die Läsistock-Schuppe — als Äquivalent des eingewickelten Deckenteils am Schwarzmönch, das Collet und Paréjas der Doldenhorn-Decke zugewiesen haben — muss als östliche Fortsetzung der Doldenhorn-Decke angesehen werden. Dass auch die Parallelisierung der einwickelnden autochthonen Elemente an der Jungfrau mit den höhern autochthonen Lappen im Engelhorn-Gebiet durchzuführen ist, werden wir unten sehen.

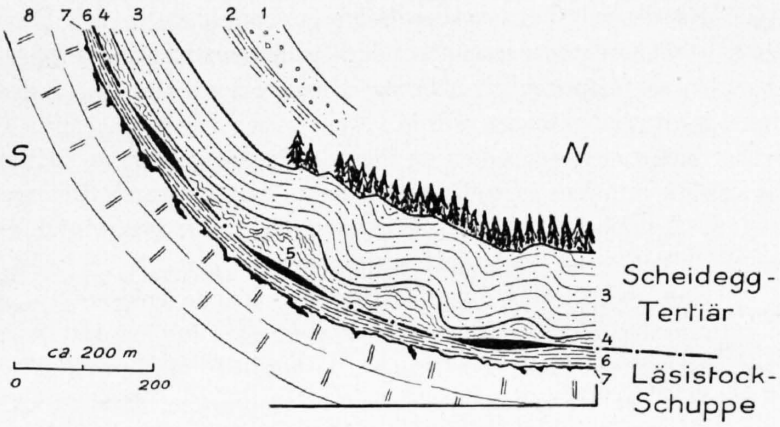


Fig. 5.
Abgeschürftes Tertiär über der Läsistock-Schuppe an der Gelben Fluh (Geissholzlaui westlich Innertkirchen bei 1200 m).

1. Taveyannaz-Sandstein.
2. Taveyannaz-Schiefer.
3. Nummulitenführende, gelbe Quarzsandsteine.
4. Cerithien-Schiefer.
5. Verschleppte Kohlenkalklinsen.
6. Kohlenmergel.
7. Bohnerzbildungen.
8. Siderolithischer Öhrlikalk.

Nirgends ist die Läsistock-Schuppe, im Gegensatz zu den tiefern, zum Autochthon gestellten Lappen, mit Kristallin sichtbar in Verbindung. Sie ist davon völlig losgetrennt und verdient aus diesem Grunde hier schon den Namen «parautochthon».

IV. Das Autochthon.

Die autochthone Serie der Engelhorn-Gruppe zeigt sehr komplizierte Lagerungsverhältnisse, und zwar besteht das tektonische Leitmotiv in Schuppenbildung, die den ganzen Sedimentmantel betrifft, bis hinab ins Kristallin reicht und auch dieses noch mit einbezieht. Sogar in den tiefsten tektonischen Elementen, dem Basalen Autochthon, machen sich Scherflächen bemerkbar, längs denen, wie das Profil der Aareschlucht zeigt, ein System dünner Schuppen und Lamellen sich herangebildet hat, das erkennbar über ein noch tieferes vorgeschoben ist.

Zunächst lassen sich im autochthonen Sedimentmantel drei durch Tertiär und tektonische Störungslinien begrenzte Einheiten unterscheiden, die noch in direktem Zusammenhang mit ihren kristallinen Kernen stehen; dazu kommt noch eine vierte, von der, in der Engelhorn-Gruppe, nur die Sedimentstirne erhalten ist.

Diese vier autochthonen Einheiten und, vom Parautochthon ausgehend, die trennenden Tertiärserien sind von oben nach unten:

Röhreni-Gletscherhubel-Tertiär
Hohjägi-Schuppe
Vorderspitze-Tertiär
Gstellihorn-Lappen
Schoss-Tertiär
Gleckstein-Lappen
Lindi-Tertiär
Basales Autochthon

a) Die Hohjägi-Schuppe.

Zwischen Hohjägiburg und Tennlücke liegt eine aus Tithon, Öhrlikalk und Eocaen bestehende schlanke Schuppe, die gegen die Läsistock-Schuppe abgetrennt ist durch das Tertiärband, das sich vom Simeli-Sattel über die Tennlücke gegen die obern Röhreni zieht. Gegen unten, d. h. gegen den Gstellihorn-Lappen, stösst sie auf die schmale Tertiärzone, die über die N-Flanke der Vorderspitze in den obersten Teil der Hohjägiburg-S-Flanke streicht und sich in den Röhreni mit dem höhern Ter-

tiärband vereinigt. Die ganze Schuppe, soweit sie in den Engelhörnern erhalten ist, kann als Rest einer steil nordwärts eintauchenden Schuppenstirne betrachtet werden, deren westliche und östliche Fortsetzung ursprünglich höher oder weiter zurücklag und daher bis auf einen kleinen Rest im Wellhorn-N-Grat abgetragen wurde.

Suchen wir nach dem zu dieser Schuppe gehörenden Kristallin, so müssen wir annehmen, dass es sich nur um jene kristallinen Elemente handeln kann, die unmittelbar südlich über dem zum nächst tiefern Gstellihorn-Lappen gehörenden Kristallin liegen und die das Gebiet des Hangendgletscherhorn südlich vom Renfenjoch aufbauen.

Eine südlich über diesem Kristallin folgende Trennungslinie gegen das Hangende, d. h. gegen das Kristallin der parautochthonen Schuppen, wäre südlich des Ewigschneehorns als westliche Fortsetzung der markanten Linie Furtwangsattel-nördlich Mattenlimmi anzunehmen. Nach W würden dem Kristallin des Hangendgletscherhorns entsprechen: Berglistock, Schreckhörner, Gross Fiescherhorn, Trugberg, Jungfraugipfel. Der verwandte Gesteinshabitus macht die Richtigkeit dieser Parallelisation wahrscheinlich. Im Gegensatz zu den Verhältnissen an den Engelhörnern ist an der Jungfrau, nach den Aufnahmen von L.-W. Collet und Ed. Paréjas (**40**), der sedimentäre Teil mit dem Gipfelkristallin noch verbunden. Die Trennungsfläche gegen das Liegende geht in den obern Jungfrau-Keil (**40,** Profil 5).

Wir betrachten die in verkehrter Lage unter dem Jungfrau-Kristallin liegenden Malmkalke als normale Sedimenthülle eines kristallinen Kerns und fassen den ganzen Komplex als höchsten autochthonen Teillappen auf, den wir *Jungfrau-Lappen* nennen. In Auswertung der an der Jungfrau er-

Versuch einer Parallelisierung der Hohjägi-Schuppe mit der Jungfrau-Schuppe.

	Im Gebiet	Sedimentärteil, Stirnregion	Kristallin	Trennungslinie gegen das Hangende
Osten	Östlich der Aare . .		Windgälle ? Vorder Sustenhorn Mährenhorn Grauenstock	Fernigerkeil ? Furtwangsattel
	Westlich der Aare .		Tristenstock	Nördlich Mattenlimmi
	Engelhornprofil . .	Hohjägischuppe Stirn 2050 stark tauchend	Hangendgletscherhorn	südlich Ewigschneehorn
	Wellhornprofil . . .	Klein Wellhorn Stirn 1800 stark tauchend	Hangendgletscherhorn	südlich Ewigschneehorn
	Wetterhornprofil . .		Berglistock Ankenbälli	südlich Ewigschneehorn
	Mettenbergprofil . .		Schreckhörner	südlich Gross-Schreckhorn ?
	Hörnli		Walcherhorn Gross-Fiescherhorn	südlich Gross-Fiescherhorn
	Mönch		Trugberg	südlich Trugberg
Westen	Jungfrau	Silberhorn Fellenbergflühli	Jungfraugipfel	Kranzberg nördlich P. 3662

kannten Tatsachen und der gegen E verfolgbaren Fortsetzung des Jungfrau-Kristallins kommen wir zur Erkenntnis, dass die Hohjägi-Schuppe als abgetrennter Stirnteil des Jungfrau-Lappens aufzufassen ist; den zugehörigen kristallinen Kern haben wir im Hangendgletscherhorn, d. h. eben in der östlichen Fortsetzung des Jungfrau-Kristallins, gefunden.

Über die Äquivalente der Hohjägi-Schuppe im Gebiet zwischen Sustenpass und Jungfrau orientiert die vorstehende Tabelle.

b) Der Gstellihorn-Lappen (vgl. Tafeln I und II).

Der Hauptkamm der Engelhörner von Hohjägiburg-Vorderspitze im NE bis südlich des Gross-Gstellihorns ist aufgebaut durch die Sedimenthülle des Gstellihorn-Lappens, in dem, am Gross-Gstellihorn selbst, noch ein Teil des kristallinen Kerns erhalten geblieben ist. Nach oben schliesst der Gstellihorn-Lappen ab mit der stellenweise verschuppten Tertiärzone Gletscherhubel-Schönbidemli-Ochsensattel-Vorderspitze-Hohjägiburg-Röhreni, über welcher längs scharfer Überschiebungsfläche, die Hohjägi-Schuppe und, wo diese nicht mehr erhalten ist, die parautochthone Läsistock-Schuppe folgt. An der W-Flanke der Kingspitz-Kette wie auch im Ochsental ist zu beobachten, dass der Gstellihorn-Lappen nicht ein einheitliches, massiges tektonisches Element bildet, sondern dass er von seiner nordwärts eintauchenden Stirne her wie aufgeschlitzt erscheint in eine Anzahl von Teilschuppen, die sich in mehrfachem Wechsel von Tithon mit siderolithisch infiltriertem Öhrlikalk zu erkennen geben. Auch in der S-Flanke der Hauptkette, zwischen Tennhorn und Burg, kann die gleiche Erscheinung festgestellt werden. In den Röhreni (R in Fig. 2, Tafel I) sieht man die Teilschuppen immer dünner werden, so dass schliesslich nur noch 2—3 Platten von Öhrlikalk mit Siderolithlinsen übrigbleiben, die, durch das sie umhüllende Tertiär voneinander getrennt, nordwärts gegen die Burgalp hinunter einstechen.

Die Stirne des Gstellihorn-Lappens reicht lange nicht bis auf den Talgrund hinab, sondern bleibt, wie die Profile der Tafel I zeigen, wesentlich hinter der Stirne der Läsistock-Schuppe zurück und erscheint wie eingezwängt zwischen dieser und dem ebenfalls weiter nordwärts vorgedrungenen Gleckstein-Lappen.

Wie schon erwähnt, reicht der kristalline Kern am Gross-Gstellihorn bis in die aus Sedimenten gebildete Stirne hinein; seine südliche Fortsetzung bildet die Gipfelpartie des Dossenhorns und nach W zu das Kristallin des Mittelhorns, des Mettenberggipfels und des Gwächten. Die Grenze dieses Kristallins gegen das Hangende ist (vgl. Tafel II) zu suchen im Kalkkeil vom Rosenhorn N- und W-Grat, dessen westliche Fortsetzung über den Klein-Schreckhorn-Keil zum Obern Jungfrau-Keil verläuft; gegen E hin dürfte diese Trennungslinie über das Renfenjoch zum hintern Urbachtal hinab verlaufen, dann zwischen Gallauistock und Tristenstock die nächste Kette queren, hierauf nördlich Guttannen das Haslital und schliesslich zwischen Brunnenstock und Grauenstock die Kette des Mährenhorns. Diese Trennungslinie entspricht der von H. Morgenthaler (**26**) beschriebenen Überschiebungsgrenze über dem Gastern-Massiv.

Einen Überblick über die Lage der Elemente des Gstellihorn-Lappens zwischen Gadmental und Jungfrau sowie über die Höhenschwankungen der Scheitellinie im Längsprofil gibt die nachfolgende Tabelle.

c) Der Gleckstein-Lappen.

Südlich unter dem Gstellihorn-Lappen und über dem Tertiär des Lindifades, das die basale autochthone Schichtreihe abschliesst, liegt die kompliziert verschuppte Kalkmasse, die als sedimentäre Hülle das Kristallin des Gleckstein-Lappens im weiteren Sinne und die verschiedenen Kristallin-Schuppen der mittleren Augstgumm und des Laucherli im speziellen umgibt (vgl. Tafeln I und II). Der Hang des Urbachtals schneidet diese Masse in schrägem Längsprofil. Die obere Grenze des Gleckstein-Lappens, meist als Überschiebungsfläche erkennbar, ist bei den Lokalitäten Ofen und Schoss im E durch verschlepptes Tertiär markiert (Kohlenkalke und Mürrenbreccie, vgl. Tafel IV). Von dort geht sie durch Öhrlikalk zur oberen Tieflauiegg, d. h. auf dieser Strecke schliesst, infolge

Der Gstellihorn-Lappen.

Osten	Im Gebiet	Tertiär	Sedimentteile und Stirnen	Scheitelpunkte	Kristallin	Vom Hangenden trennende Sedimentkeile. «Spitzen.»
	Benzlauistock	Zwischen Hinter und Vorder Arni	Zwischen Hinter und Vorder Arni	3000	Benzlauistock Brunnenstock	Zwischen Brunnenstock und Grauenstock
	Gallauistöcke			2600	Gallauistock Bettlerhorn	Zwischen Gallauistock und Tristenstock
	Engelhörner	Hintere Röhreni Schönbidemli	Hauptkamm der Engelhörner von Vorderspitze bis Sagizähne	Über Urbachsattel 2900	3 Renfenhorn 2 Dossenhorn 1 Gstellihorn	Renfenjoch
	Wellhörner	Schönenbühl-Seitenwängen	Gross Wellhorn	Über Wellsattel 3500	Kristallin nördlich Wetterhorn-Sattel-	N Rosenhorn (P. 3096)
	Wetterhorn		Wetterhorngipfel	Über Wetterhorn 3800	Mittelhorn	Rosenhorn-Westgrat
	Mettenberg			Über Mettenberg 3850	Gwächten	Kl.-Schreckhorn-Keil
	Hörnli			Über Hörnli 3750		—
	Eiger		Unter Eigergipfel	3700	Unter Mönchsjoch	Höchster Bergli-Keil
Westen	Jungfrau	Tertiär über Rottalhütte Rottalgrat	Schuppe III *b* vom Jungfrauprofil			Oberer Jungfrau-Keil 3850

Auskeilens des Tertiärs, der Gleckstein-Lappen oben mit Öhrlikalk ab und der daraufliegende Gstellihorn-Lappen beginnt mit dem gleichen Gestein. Von der Tieflauiegg bis zur Webertrace in der Wand des Urbach-Engelhorns schieben sich an der Basis des Gstellihorn-Lappens die Grenzschichten des Tithons ein. Eine lang ausgezogene Tithonlamelle (die wegen des schiefen Schnittes noch länger aussieht, als sie in Wirklichkeit ist) trennt somit den Öhrlikalk des Gleckstein-Lappens auf dieser Strecke vom Öhrlikalk des Gstellihorn-Lappens. Von der Webertrasse an gelangt man in die Region, wo der Öhrlikalk durch Malm ersetzt wird. Die Trennung im Malm der beiden Lappen ist bis in die Gegend der «Leiteren», westlich unter dem Gstellihorn, wiederum durch gut gebanktes Tithon und durch Grenzschichten angedeutet, die hier nicht als die tiefsten Schichten des obern Lappens, sondern als die jüngsten des untern, d. h. des Gleckstein-Lappens, anzusehen sind. Diese Trennung folgt einer Überschiebungsfläche. Die gleiche Trennungslinie schneidet weiter im W unter den Gipfeln des Well- und Wetterhorns durch.

Der verschuppte Stirnabschluss des Gleckstein-Lappens am W-Abhang des Haslitales ist am Brüggernollen aufgeschlossen. Er liegt dort unmittelbar unter der Läsistock-Schuppe, da die Stirnen der höhern autochthonen Elemente höher oben zurückliegen (siehe Fig. 6). Auch am Gletscherhubel ist die Verschuppung des Gleckstein-lappens zu beobachten, doch liegt dort darüber noch Tertiär des Gstellihorn-Lappens (siehe Fig. 3); es reichen also die Stirnen beider Lappen am Gletscherhubel ungefähr gleich weit hinunter.

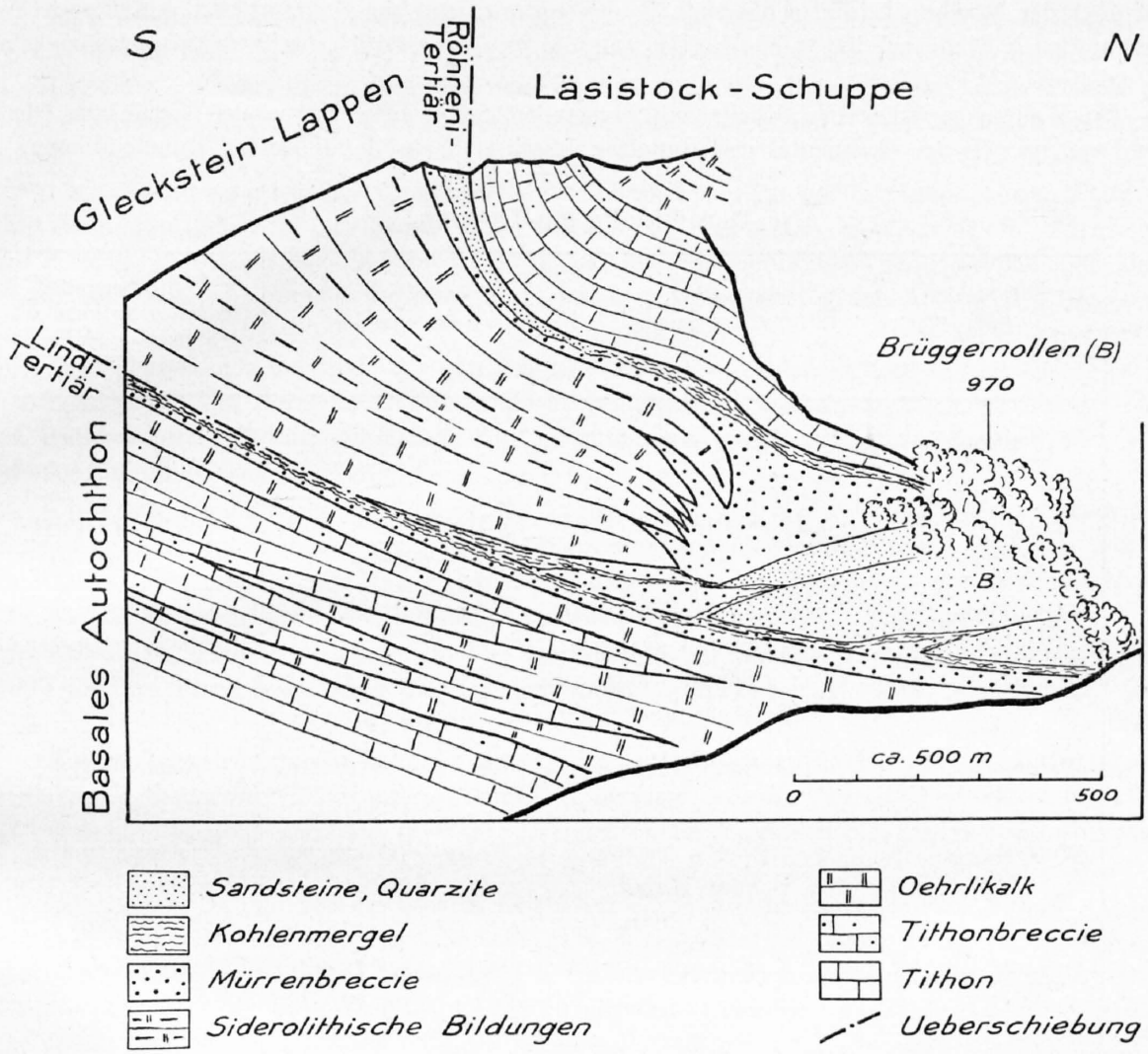


Fig 6.

Schematische Profilansicht der Stirne des Gleckstein-Lappens am Brüggernollen bei Innertkirchen.

Die Äquivalente des Schoss-Tertiär (Eocaen des Gleckstein-Lappens am E-Ende der Engelhörner sind weiter im W: Das Tertiär von Schönen Wangen am Wetterhorn, vom Hohturnen am Mettenberg, wahrscheinlich auch das Tertiär am Rotstock (Eiger), das der alten Guggihütte am Mönch und das tiefere Tertiär in der Wand zwischen Lauterbrunnen und Wengen.

Zur Sedimentärhülle des Gleckstein-Lappens gehören die Wand unter dem Scheidegg-Wetterhorn, die Wandpartie über Hohturnen, die basalen Teile der Wände des Eiger und Mönch und die Schuppen II*b* und III*a* an der Jungfrau nach der Bezeichnung von Collet und Paréjas.

Der kristalline Kern des Gleckstein-Lappens erscheint im Engelhorn-Gebiet vielfach in sich geschuppt; er bildet den Komplex von kristallinen Schuppen (vgl. Tafel IV), die den Steilhang zwischen Laucherli und Weitem Sattel aufbauen und die westlich des Kammes in der Dossenwand (W-Flanke des Weiten Sattels) wieder heraustreten. Als nächste westliche Fortsetzung ist das Kristallin im Wellhornsattel und dann, im SW-Abhang des Wetterhorns, dasjenige im Gebiet des Krinnefirns und der Gleckstein-hütte anzusehen. Östlich der Engelhörner, am Eingang zum innern Haslital, entspricht dem Kern des Gleckstein-Lappens das Kristallin über dem Laubstock-Keil und über dem Pfaffenkopf-Keil.

Die Trennungslinie gegen das Hangende wird im Gebiet der Kerne markiert durch den Dossen-Keil, der sich nach W zu in den Keil südlich des Wellhornsattels, den Wetterhorn-Keil, den tiefern

Keil über der Berglihütte und schliesslich in den untern Jungfrau-Keil fortsetzt und dessen Verlängerung nach E nördlich unter dem Bettlerhorn und im Grat westlich des Benzlauistockes zu sehen ist (vgl. Tafel II).

Die Wellungen von Stirne, Scheitel und hangendem Sedimentkeil im axialen Verlauf des Gleckstein-Lappens zwischen Gadmental und Jungfrau lassen sich aus der folgenden Tabelle ablesen.

Der Gleckstein-Lappen.

Osten	Im Gebiet	Tertiär	Scheitelpunkte	Vom Hangenden trennende Sedimentkeile «Spitzen» oder Trennungsflächen
	Pfaffenkopf	Vorder Arni 1568	2500	Grat westlich Benzlauistock
	Laubstock	Über Rübgarti 1150	Nördlich Bettlerhorn 2250	Nördlich unter Bettlerhorn 2150
	Engelhörner	Brüggernollen 1000 Chrinnifad, Burgalp, Schoss 1650 Gletscherhubel 1500	Urbachsattel 2700	Dossen-Keil Finsterer Dossen 2320
	Wellhornsattel . . .	Schwarzwaldgletscher ca. 2000	Über Wellhornsattel 3050	Keil südlich Wellhornsattel
	Wetterhorn	Oberes Tertiär am Eisfad ca. 1700	Unter Wetterhorn 3250	Wetterhorn-Keil Östlich Gleckstein 2500
	Mettenberg	Oberes Tertiär Hohturnen 2100	Mettenberg-Hörnli 3700	Mettenberg-Keil-Ende 2740
	Hörnli	Hörnli Nordwand 2550	Südlich Hörnli 3750	2550
	Bergli	Station Eigerwand 2900	—	Tiefster Bergli-Keil 3440
	Mönch	Guggihütte 2100	Unter Mönch 3500	Unter Mönch 3500 ?
Westen	Jungfrau	Unter Wengernalp	Rottal 3250	Über Rottalhütte 3200

d) Das Basale Autochthon.

Das tiefste, der Beobachtung zugängliche Glied der autochthonen Region nenne ich das «Basale Autochthon»; dabei ist aber zu beachten, dass dieses «Basale Autochthon» in grösserer Tiefe durch Schuppung nochmals von seinem Sockel getrennt sein könnte.

Der Sedimentmantel des Basalen Autochthons liegt auf dem durch starke Pinitführung charakterisierten Innertkirchner-Gneisgranit. Wie K. Rohr (**36**) in seinen Profilen zeigt, ist der Komplex durch eine Unzahl von Überschiebungslinien, die in der Verlängerung der in das Kristallin eingefalteten sekundären Dolomitkeile liegen, zerlegt. Die permo-triasische Verwitterungsschicht ist im Gegensatz zu den höhern Abschnitten besonders mächtig und fehlt an keiner Stelle.

Im Hangenden wird die basale Region durch das normal aufliegende Lindi-Tertiär abgeschlossen. Wo das Tertiär fehlt, liegt in der Verlängerung desselben bis unter Laucherli eine deutliche Überschiebungslinie. Dieser entlang liegen verschleppte (mylonitisierte) Gneise und Fetzen von Zwischenbildungen beim Wasserfall unterhalb Laucherli, die schon von A. Baltzer festgestellt wurden.

Über die ausserordentlich komplizierten Verschuppungen im Sedimentmantel, speziell in den «Zwischenbildungen», hat K. Rohr (**36**) ausführlich berichtet. Aber auch in den höhern Stufen zeigt sich dasselbe Phänomen. So sind z. B. die Schiltkalke entsprechend der Bewegungen der Zwischenbildungen verfaltet und greifen in lang ausgezogenen Antiklinalen in den Gebirgskörper.

Die Schuppungen innerhalb der nördlich schwach abtauchenden Sedimente sind besonders klar zu beobachten in der Aareschlucht und ihrer Umgebung (siehe unten), wo ein mehrfacher Wechsel von Öhrlikalk und Tertiär mindestens fünf übereinanderliegende Schuppen erkennen lässt (siehe Tafeln VII und I).

Das Lindi-Tertiär zweigt am Fuss des Brüggernollens (840 m) vom Hauptast des autochthonen Tertiärs ab. Weitere Einmuldungen von Tertiärgesteinen in den autochthonen Sockel finden sich am Bännenberg, eine tiefste in der Aareschlucht bildet den Muldenkern der Dolomitverdoppelung von Allenschwendi, die von K. Rohr beschrieben wurde.

Das Basale Autochthon wird im Gebiet der Aareschlucht unmittelbar von der Läsistock-Schuppe überlagert, da die Stirnen aller dazwischenliegenden tektonischen Elemente südlicher und höher oben zurückbleiben (vgl. Tafel I, Fig. 2).

Die das Basale Autochthon gegen den hangenden Gleckstein-Lappen trennende Mulde endigt im südlichen, rückwärtigen Teil im Laucherli-Keil, im Laubstock-Keil und im Pfaffenkopf-Keil; dabei lässt sich die die Keile durchschneidende Scherfläche über die Enden der Sedimentkeile hinaus ins Kristallin hinein verfolgen.

Tektonische Äquivalente des basalen Kristallins wären also die Basis des Pfaffenkopf-Laubstock-Laucherli-Keils. Dieses basale Kristallin hat nach W folgende Fortsetzung: Am Wetterhorn das von W. Scabell (**37**) in seinen Profilen mit I bezeichnete Kristallin, am Mettenberg das unter dem Rotgufer-Keil liegende Kristallin, an der Jungfrau das Kristallin von Stechelberg-Stufensteinalp bis hinauf zum tiefsten Triaskeil nördlich der Roten Fluh.

Der Kontakt von Kristallin und Mesozoikum ist auf der ganzen Linie ausserordentlich gequält. Das Kristallin ist in Schuppen zerteilt, die gegenseitig verschoben und durch eingeklemmte Dolomitpakete und Ruschelzonen getrennt, mehr oder weniger tief in das hangende Mesozoikum eingestossen sind.

Die Tabelle auf Seite 28 gibt einen Einblick in den Verlauf der axialen Schwankungen der das Basale Autochthon zusammensetzenden tektonischen Elemente im Gebiete zwischen Wendenjoch und Jungfrau.

V. Tektonische Zusammenfassung.

(Vgl. Tafeln I und II.)

Der Baustil der Engelhorn-Gruppe und der Berge um Innertkirchen lässt sich in seinen grossen Zügen auf einen einfachen Grundplan zurückführen: Über einen sanft-welligen, nordwärts abtauchenden Sockeltürmen sich eine ganze Anzahl von nordwärts vorgestossenen Schuppen, deren rückwärtige Kernteile sich südwärts an- und übereinanderreihen und alle in den nördlichen Zonen des Aarmassivs wurzeln.

Die Wurzelpartien all dieser Schuppen steigen im allgemeinen zunächst nordwärts an, es folgt eine flachliegende Kulminationszone des Schuppensystems und dann stechen die Schuppenstirnen steil nordfallend bis senkrecht, stellenweise sogar in leicht überkippter Lagerung nach N ein, lokal sekundäre Verbiegungen aufweisend.

Das Basale Autochthon.

Osten	Im Gebiet	Tertiär	Mulden-spitze	Antiklinal-scheitel 1	Mulden-spitze	Antiklinal-scheitel 2	Mulden-spitze	Antiklinal-scheitel 3	Mulden-spitze	Antiklinal-scheitel 4
	Schwarzenberg-Wenden				Über Wendenalp 1700					1900 [1] 1820
	Pfaffenkopf-Ostseite	Rübgarten-Arni	Blattigraben 1308,80	— 1460	Blattigraben 1250	1665 [1] 1620,50	Spicherberg 1420	1618 [1] 1540	Schrotwang 1200	
	Pfaffenkopf-Westseite	1100—1540	Ahorni 1200	— 1380	Hohbühl 1069,50	1500 1400	Länglaui-graben 1190	1450 1216	Gemsfad-graben 964,5	1800 1400
	Laubstock-Ostseite	Bännenberg 700			Über Urweid 1090	1515 1390	Steglaui 1200	1240	Vorderst-graben 1060	
	Laubstock-Westseite	Brügger-nollen 900	Schönalp 1530	— 1600	Rohrmatten 1440	1590 1500	1140	1500 1260		
	Engelhörner	Lindi 1460	Laucherli 1620	— 1735	Laucherli 1600	1740 1640				
	Wetterhorn	Eisfad 1650	Unter-Gleckstein 2250	— 2250						2350 2340
	Mettenberg	Hohturnen 2050	Rotgufer 1951	— 2500						2400 2390
	Hörnli	Hörnli 2000 Unter Rot-stock 2400								
	Mönch	Unter Guggihütte 2060								
Westen	Jungfrau	Zwischen Lauter-brunnen und Wengen	Nördlich Rote Fluh 2050	—						2150 2100

[1]) Die obere Zahl bedeutet jeweils den Scheitel des Sedimentsmantels, die untere den des Kristallins.

Diese Grosstektonik wird im einzelnen kompliziert durch eine kräftige Durchbewegung speziell der tiefern tektonischen Elemente, die zu einer intensiven sekundären Verschuppung geführt hat.

Als ein weiteres Element, das allerdings im Gesamtbau weniger hervortritt, treten dichte Scharen von steil bis senkrecht gestellten Querbrüchen auf, und zwar hauptsächlich in der Engelhorn-Gruppe. Fast alle diese Brüche zeigen eine deutliche, wenn auch sehr geringe Verstellung der Schichten, doch spielten sie zweifellos bei der Entstehung von Queranschnitten eine Rolle.

Die Querprofile durch die Engelhörner zeigen im einzelnen noch einige bemerkenswerte Bauformen, deren Entstehung offenbar auf letzte Bewegungen zurückzuführen sind. Es sind dies Wellungen der Unterlage, die sich, immer mehr abgeschwächt, zum Teil bis hinauf in die parautochthonen Schuppen bemerkbar machen.

So ist beim Gürmschli, im Urbachtal, eine südlichere kleine Antiklinale zu beobachten, die sicher bis ins Lindi-Tertiär hinaufreicht; dieses ist westlich vom Tieflauigraben flexurartig abgeknickt. Eine nördlichere, im ganzen flachere Antiklinalbewegung hat in der Gegend von Allenschwendi eingesetzt; ihre Auswirkung aber ist bis über die Läsistock-Schuppe hinauf erkennbar.

Die von Rohr im untern Gental gefundene Gentalflexur mit stark abgesunkenem S-Flügel streicht in der Richtung gegen das Urbachtal, ist aber dort nicht mehr nachzuweisen.

Der Vergleich der zu jedem der autochthonen Bauelemente gegebenen Tabellen sowie Tafel II und Fig. 7 zeigen den Verlauf der in der Engelhorn-Gruppe gefundenen Bauformen in ihrer westlichen und östlichen Fortsetzung.

Daraus wird klar ersichtlich, dass die verschiedenen Überschiebungsflächen nicht nur im Querprofil stark gewellt sind, sondern dass auch das Längsprofil Kulminationen und Depressionen aufweist, die im Gesamtbau des Aarmassivs eine wichtige Rolle spielen.

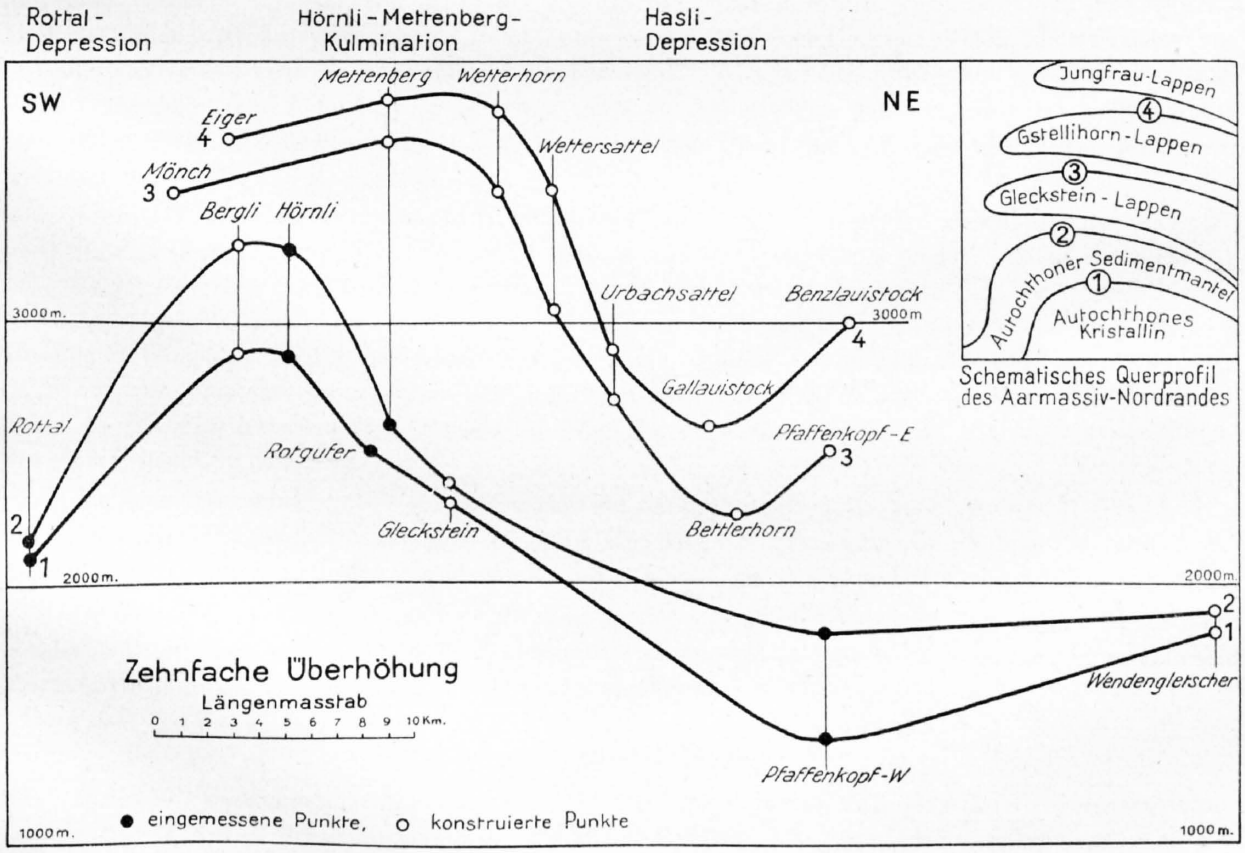


Fig. 7.

Längsprofil der autochthonen Scheitellinien im Aarmassiv-Nordrand zwischen Rottal und Wendengletscher.

Aus der Konstruktion der Scheitellinien ergibt sich folgendes Bild des Längsprofils:

Von den Bergketten östlich des Haslitals sinken die Scheitellinien gegen W mit durchschnittlich 4 % Gefälle für das Basale Autochthon, mit 10 % für den Gstellihorn-Lappen. Auf der Linie des innern Haslitales und der Gallauistöcke erreichen sie ein Muldentiefstes, das wir als *Hasli-Depression* bezeichnen. Weiter westlich steigen sie dann rasch wieder an, und zwar mit 5 % für das Basale Autochthon, mit 12—14 % für Gleckstein- und Gstellihorn-Lappen, bis in das Wetterhorn-Gebiet. Vom Wetterhorn an westlich, über Mettenberg und bis zum Mönch, liegt eine Kulmination, die wir Mönch-Mettenberg-Kulmination nennen. Noch weiter westlich sinken die Scheitellinien wieder ab zur weniger ausgesprochenen und weniger tiefen *Rottal-Depression.*

Quartär-Bildungen.

Moränen.

Der Rosenlaui-Gletscher.

Von den drei grossen Gletschern, Aare-, Gauli- und Rosenlaui-Gletscher, die im untersuchten Gebiet ihren Schutt hinterlassen haben, liegt nur der Rosenlaui-Gletscher mit seinen historischen Wällen und Ablagerungen im untersuchten Gebiet. Die an andern Orten, wie an der Rhone, den beiden Aare-Gletschern, im Gauli und den beiden Grindelwald-Gletschern deutliche Unterscheidungsmöglichkeit der drei Hochstände von ± 1600, 1820 und 1860 ist in der Stirnregion des Rosenlaui-Gletschers vollständig verwischt, und auch an den beiden Ufern lässt sich weder durch Wälle noch Schliffgrenzen die anderwärts mögliche Dreiteilung auseinanderhalten. Die rechte Ufermoräne, besonders schön erhalten zwischen den Leitern bis ca. Kote 1800 oberhalb Gletscherhubel, zeigt eine deutliche Abstufung auf der Gletscherseite des Walles.

Der Hauptwall entspricht dem Stadium von 1820, der Flankenwall demjenigen von 1860. Spärliche Moränenreste und Rekonstruktion nach alten Stichen zeigen, dass das Zungenende von 1820 wenige Meter oberhalb des S-Ausgangs der Weissbachschlucht gelegen haben muss. Der Vorstoss von 1860 reichte nach den Aussagen von Augenzeugen bis an den vordersten Fuss des Gletscherhubels und blieb, verglichen mit anderen Orten, mit 200 m Unterschied sehr weit hinter dem von 1820 zurück. Mehr als einige unzusammenhängende Blöcke und wenige Reste einer an der W-Flanke des Gletscherhubels angepappten Grundmoränenbreccie blieben nicht erhalten. Seit 1820 zeigt der Gletscher eine Rückbewegung von 1125 m. Diese Rückbewegung ist fast 1000 m geringer als z. B. diejenige des Gauli-Gletschers. Unterschiede in der Exposition und dem Profil der Unterlage mögen die starke Abweichung bedingen.

Ältere Wallsysteme des Rosenlaui-Gletschers finden sich erst in der Umgebung des Rosenlaui-Bades (Pavillon) auf einer Höhe von 1500 m und darüber; ferner sind solche zu erkennen an der Ausmündung des Reichenbachtales beim Zwirgi und, etwas tiefer unten am Hange des Haupttales, zwischen Willigen und Schwendi. An dieser Stelle zeigt die Moräne neben Geröllen des Rosenlaui-Gletschers auch solche des Aaregletschers, so dass wohl angenommen werden darf, dass die aus dem höhergelegenen Reichenbachtal herabhängende Zunge des Rosenlaui-Gletschers zwischen Willigen und Schwendi auf eine im Rückzug befindliche, schon tief abgeschmolzene Zunge des Aare-Gletschers vorstiess.

Als noch älter sind Spuren des Rosenlaui-Gletschers anzusehen, die in Form von Moränenböden oder losen Blockschwärmen höher oben an den Hängen des Reichenbachtales gefunden werden, z. B. bei Rutsperre und gegen das Vordere Reichenbächi bis auf eine Höhe von 1560 m.

Eine zeitliche Zuteilung dieser ältern Relikte des Rosenlaui-Gletschers kann kaum ausgeführt werden, da vor allem charakteristische Endmoränen fehlen und da ausserdem die einzelnen erwähnten Moränenvorkommen viel zu wenig Zusammenhang zeigen.

Der Gauli-Gletscher.

Der Gauli-Gletscher hinterliess auf seinem letzten Rückzug im Talboden des Urbachtales Wälle an der Schrättern, bei Rohrmatten und beim Ausgang des Tales. Seitenwälle liegen auf der rechten Talseite bei Unterstock und gegen die untere Laubalp; höhere Reste in loser Form finden sich bis ca. 1700 m über Laubalp. Im Engelhorn-Gebiet liegen die höchsten Reste im Burgwald bis hinauf zur untern Burghütte (1440 m).

Im Gegensatz zum Rosenlauital lassen sich im Urbachtal Systeme von Felsterrassen als Äquivalent älterer Eiszeiten finden. So entspricht der Talausgang beim Käppeli dem Kirchetniveau, die Terrasse von Allenschwendi (1000 m) dem Burgfluhniveau (**32**). Dieses folgt der Stufe Allenschwendi-Lindi auf der linken Talseite, der Stufe Unterstock-Untere Laubalp auf der rechten Talseite. Das Simmenfluhniveau wird durch die Abstufung von Burgwald-Schoss-Augstgumm (links) und die Terrasse auf dem Laubstock (rechte Talseite) vertreten.

Ausgezeichnete Wirkung des Gletschers zeigt die kristalline Gesteinsunterlage von Unterstock, die auf grosse Strecken prächtige Schliffe aufweist. Dichtgescharte Schrammen und Ritzen zeigen die Flussrichtung des durch den Aare-Gletscher abgelenkten Gauli-Gletschers.

Der Aare-Gletscher.

Der Aare-Gletscher hat im Abschnitt des Haslitals, der im untersuchten Gebiet liegt, weitgehend auf die Talbildung eingewirkt, und zwar viel mehr in Beziehung auf die Erosionsformen als durch Ablagerung grösserer Moränen.

Auffallend ist unterhalb des Austrittes der Aare aus dem kristallinen Gebirge südlich Innertkirchen die grosse Talweitung von Innertkirchen selbst, die nach N zu wieder abgeschlossen wird durch den Felsriegel des Kirchet. Erst nordwestlich ausserhalb dieses Riegels weitet sich das Hasli zum bis ins Vorland hinaus offenen Tal.

Die Entstehung solcher abgeschlossenen Talweitungen wie der von Innertkirchen ist zurückzuführen einerseist auf die Konfluenz zweier bedeutender Seitengletscher mit dem Haupttalgletscher, des Gauli-Gletschers von links und des Susten-Gletschers von rechts, andrerseits auf den Gebirgsbau, der den Hauptgletscher zu einer Richtungsänderung gezwungen hat, vom Quertal zu einem Tal, dessen Richtung sich immer mehr dem Streichen der Ketten nähert.

Im Kirchet-Riegel hat man eines der schönsten Beispiele einer vom Gletscher überflossenen Felsschwelle, in der die Erosionstätigkeit des subglazialen Wasser alle möglichen Formen von Strudellöchern, Klammen usw. geschaffen hat. Alte, von spätern Gletschervorstössen wieder zugefüllte Erosionsschluchten finden sich in grosser Zahl, das ganze Gebiet ist weitgehend und überall deutlich erkennbar vom Gletscher abgeschliffen, typische Rundhöcker erheben sich zwischen ausgefüllten alten Rinnen.

Wie schon bemerkt, konnte der Aare-Gletscher in dieser Gegend keine grösseren Moränen ablagern; abgesehen von kleinen Wällen westlich Lammi und im südlichen Teil des Bännenbergs handelt es sich überall nur um eine dünne Schicht von Moränenmaterial oder um Ausfüllung alter Rinnen.

Der Verlauf des Aare-Gletschers und seiner Seitengletscher ist leicht erkennbar an charakteristischen Leitgesteinen im Moränenmaterial. So kennzeichnet sich der Aare-Gletscher durch Grimsel-Granit, der Gauli-Gletscher durch Gesteine aus den Zwischenbildungen und siderolithischen Öhrlikalk und durch Fehlen von Taveyannaz-Sandstein. Für den Rosenlaui-Gletscher sind leitend die Taveyannaz-Gesteine und für den Susten-Gletscher die leicht kenntlichen Quartenschiefer des Gadmentales.

Lokalgletscher.

Ein schöner Wall aus Sedimentgesteinen findet sich vorn im Ochsental, am Fusse des Rosenlauistocks.

Karbildungen

in grossem Ausmass sind das Tenn und das Ochsental.

Bergstürze.

Nachglaziale Bergstürze bedecken einen grossen Teil der Flanke zwischen Gschwandenmaad und Rutsperre. Sie sind abgebrochen aus der Engelhorn-NW-Flanke zwischen Tennhorn und Mittaghörnli.

Ein Teil des vom Mittaghörnli abgebrochenen Materials hat sich bei der Lauiegg von der Hauptmasse getrennt und ist durch die Nische der Geissholzlauenen abgestürzt, an deren Ausgang sich verwischend mit Bergsturzschutt aus der W-Flanke der Burg.

Der Absturz vom Mittaghörnli soll nach Überlieferungen noch in historischer Zeit niedergegangen sein. An Stelle des Mittaghörnlis habe früher ein mächtigerer Gipfel, Lauihöri genannt, gestanden.

Infolge Seitenkolks des Reichenbachs ist eine grosse Masse in der Gegend der Kaltenbrunnensäge im Rutschen. Am untern Rand der Rutschmassen treten ausgiebige Quellen zutage.

Quellen.

Ausser den auffälligen, eben erwähnten Quellen am Fusse der Rutschmassen von Kaltenbrunnensäge sind bemerkenswert eine Anzahl von wasserreichen Quellen, die stellenweise zwischen kristalliner Unterlage und Zwischenbildungen (Kontaktquellen) austreten, so z. B. bei der Mauer im Urbachtal, hinter Vorderstgraben am Laubstock, in Aelauenen, am Spicherberg und vor Blattengraben südöstlich Nessental.

Spezielle Beschreibungen einzelner Gebiete.

Die Nordwest-Seite der Engelhörner.

(Erläuterung zu Tafel III.)

Von P. Arbenz.

Als Vorlage für die Ansicht der Engelhörner von N diente die photographische Aufnahme Station 1357, Blatt 392, der Landestopographie, die in einer Vergrösserung von F. Müller alle geologischen Eintragungen enthielt. Eine abermalige Nachprüfung der Details vom Aufnahmepunkt aus konnte unterbleiben.

Vom Hauptkamm mit den Gipfeln der Hohjägiburg, des Urbach-Engelhorns, Gstellihorns und Dossenhorns aus treten gegen N drei zum Streichen quergerichtete Sporne hervor, der östlichste mit dem Simelistock, der mittlere mit dem Kingspitz und der westlichste mit dem Wellhorn und Läsistock. Zwischen diesen Querkämmen liegen das karförmige Ochsental und das breiter ausladende Tal des Rosenlaui-Gletschers, dessen Abfluss in der Weissenbachschlucht den Kalkriegel durchsägt hat.

Der Blick ist im allgemeinen quer zum Streichen der Falten und Schichten gerichtet. Im Hintergrund des Rosenlaui-Gletschers ist im Dossenhorn der Kristallin angeschnitten. Oben lässt sich der Gstellihorn-Lappen erkennen, dessen Kristallinrelikt auf dem Gipfel des Grossen Gstellihorns, auch von dieser Seite betrachtet, zur Darstellung gelangen konnte. Das antiklinale Aufbiegen der Schichten an der Stirn des Lappens ist deutlich sichtbar. Tiefer unten, vom Gstellihorn-Lappen durch den Dossenkeil getrennt, erscheint der oberste Teil des Gleckstein-Lappens entblösst. Es ist der Teil, der auf der S-Seite des Gstellihorns (vgl. Tafel IV) den obersten Kristallin-Lappen über der Augstgumm bildet. Von den tieferen Teilen des Gleckstein-Lappens werden nur zwei kleine Falten sichtbar, die den mittleren Augstgumm-Lappen entsprechen mögen.

Die Digitationen in der Kalkstirn des Gleckstein-Lappens (Malm und Öhrlikalk) sind am Abhang gegen den Rosenlaui-Gletscher sichtbar; sie tauchen gegen den Beschauer in die Tiefe. Es fällt dort eine Malmzunge auf, die bis an die Basis der Wand herab steigt, im Gletscherhubel enthalten ist und sich westwärts gegen das Wellhorn emporzieht. Dieser Lamelle von Jura entspricht auf der Urbachseite (Tafel IV) die Tithonzunge, die bis zur Tieflauiegg reicht und deren Untergrenze die Trennung des Gleckstein-Lappens im Liegenden vom Gstellihorn-Lappen im Hangenden ermöglicht.

Alle Verschuppungen am Gletscherhubel, am Kingspitzgrat, wie auch am Grat östlich des Urbach-Engelhorns gehören zur Stirn des Gstellihorn-Lappens, auch sie sind alle sehr stark überkippt. Sie zeigen sich als eine Reihe von Tithon-Einspitzungen auf dem Kingspitzgrat, auf dem sie gleichsam reiten. Aber auch innerhalb des Öhrlikalkes lassen sich die Doppelungen an den Zügen siderolithischer Einlagerungen und schliesslich an einspringenden Zipfeln tertiärer Schichten erkennen.

Östlich des Ochsentals, am Grat gegen die Hohjägiburg wird die von Tertiär unterlagerte spezielle Schuppe von Tithon und Öhrlikalk sichtbar, die, als Hohjägi-Schuppe bezeichnet, möglicherweise dem sogenannten Jungfrau-Lappen entspricht.

Alle diese tieferen tektonischen Elemente, die den ganzen Hintergrund des Bildes einnehmen, werden im N durch das steilstehende Tertiär des Zuges Röhreni-Gletscherhubel abgegrenzt, dessen Verlauf in seinem Auf und Ab über alle Vorsprünge verfolgt werden kann. In beinahe vertikaler Lagerung stellt sich die parautochthone Läsistock-Schuppe mit wenig Malm im S und mächtigem Öhrlikalk davor. Eine tiefe Einsattelung ist westlich des Ochsentals in den Grenzschichten von Jura und Kreide als Gratscharte herausgewittert, es ist der Graspass, von wo diese Fazies der Grenzschichten den Namen erhalten hat.

Näher gegen den Beschauer folgt das Priabonien, das, wenn auch von der Läsistock-Schuppe teilweise abgeschürft, nach der Ansicht des Schreibenden doch zur Läsistock-Schuppe gehören dürfte. Daran schliesst sich mit schwierig zu definierender Grenze der Komplex des Taveyannaz-Sandsteins, und schliesslich der ungegliederte Haufe des Scheidegg-Tertiärs mit Flyschschichten und Linsen von Nummulitenkalk. Darin schwimmt die Schuppe von Hauterivien-Tschingelkalk in tauchender Stellung, die als Lauiegg-Schuppe bezeichnet wird.

Von E gegen W keilt der Taveyannaz-Sandstein rasch aus. Bei Rosenlaui sind davon nur einige Linsen mehr übrig, am Grat des Läsistockes tritt er in reduzierter Mächtigkeit wieder auf, fehlt aber weiter westlich ganz.

Ganz unten im Tal und am Fuss des Läsistocks legt sich, in sehr steiler Stellung, auf das Scheidegg-Tertiär der Dogger der Wildhorn-Decke.

Öhrlikalk und Malm bilden die kahlen Wände und Gräte der Engelhörner. Mit dem Einsetzen der tertiären Sandsteine und Schiefer erscheint die Vegetation, die Formen werden weicher, und der Wald verdeckt die Zusammenhänge.

Da der Einblick fast senkrecht zum Streichen der Schichten gerichtet ist, kommt natürlich manches Detail des Querprofils nicht richtig oder, durch Perspektive verzerrt, nicht genügend zum Ausdruck. Aber markant wirkt die überdrehte, tauchende Stellung aller Schuppen, die wie Bretter aus den Quergräten herausstehen. Imposant ist vor allem aber der Einblick ins Rosenlauital, der über alle tektonischen Elemente hinweggeht, vom Dogger der helvetischen Hauptdecke, über die Schichtköpfe der Läsistock-Schuppe am Riegel der Weissbachschlucht weg, hinein ins trennende innere Tertiär am Gletscherhubel, dann in den sehr kompliziert gebauten Kalkmantel der autochthonen Lappen und schliesslich ins hochaufgestaute Kristallin, dessen kleines Relikt auf dem Gipfel des Gstellihorns wie ein Denkmal anmutet, das uns an die Verdienste der alten Forscher, an F. J. Hugi, B. Studer, Arn. Escher v. d. Linth, an A. Baltzer erinnert, die sich von diesem wilden, an Problemen reichen Alpengebiet immer wieder angezogen fühlten und von wo sie Beobachtungsmaterial für ihre grundlegenden Forschungen gewonnen hatten.

Die Südost-Seite der Engelhörner.

(Erläuterung zu Tafel IV.)

Von P. Arbenz.

Als Vorlage dienten photographische Aufnahmen (Vergrösserungen), die F. Müller geologisch bearbeitet hatte, sowie andere Ansichten und Zeichnungen. Die Umzeichnung besorgte P. Arbenz. Alle Details wurden sodann im Frühsommer 1935 gemeinsam von der Schönalp aus mit Feldstecher und Zeiss-Fernrohr nachgeprüft und besprochen.

Da grosse Teile der Wand unzugänglich sind und die Unterscheidung gewisser Gesteinskomplexe aus der Ferne unmöglich ist, bleibt die Führung der Grenzen manchmal, z. B. zwischen Öhrlikalk und Malm links der Lindi-Terrasse, unsicher.

Das Bild zeigt eine Ansicht der Wände und der Falten unter dem Gstellihorn, wie sie ähnlich schon von A. Baltzer (**4**, Tafel VI) ausgeführt worden ist. In bezug auf das Streichen der Falten ist unser Bild nur im linken Drittel ein angenähertes Querprofil und lässt die Formen des Querprofils, allerdings durch den schiefen Einblick etwas verzerrt, gut erkennen. Die Station ist in dieser Beziehung wesentlich besser gelegen als diejenige von Baltzer, der vom Laucherli aus zeichnete und die Gstellihorn-Falten fast in Längsansicht darstellen musste. Die Falten und Schuppen von Gneis im Kalk und umgekehrt erschienen daher viel zu lang.

In der Mitte des Bildes blickt man direkt quer zum Streichen, und zu äusserst rechts, an der Burgalp, sieht man in Nischen sogar von links her in die Faltenbilder hinein.

Das Kristallin der nördlichen Gneiszone des Aarmassivs ist durch tiefeingreifende alpine Bewegungsflächen und Ruscheln in einzelne Schuppen und Pakete zerteilt. Die Ruscheln wittern zu Gräben und Runsen aus und sind gut sichtbar, z. B. bei Laucherli. Man wundert sich, dass diese

scharf eingeschnittenen Gräben, die in ihrer Stellung die tektonische Struktur des Massivs deutlich markieren, nicht öfter mesozoische Keilsedimente enthalten.

Der Verlauf der Zwischenbildungen (Trias, Dogger, unteres Argovien) kommt klar zum Ausdruck.

Vom Urbachtal aus steigen die Zwischenbildungen, zunächst noch durch beträchtliche Mächtigkeit ausgezeichnet, gegen SW empor und zeigen zwei faltenartige Komplikationen, die sich bei genauerem Studium als schuppenförmige Überschiebungen entpuppen, mit etwelchen Schleppungen in den Schenkeln. Bei der nördlicheren Störung ist der liegende Schenkel muldenförmig umgeschleppt. Dabei ist auffällig, dass von dieser Stelle an der Aalénienschiefer gegen S aussetzt und das Bajocien mit seinen mehr kalkigen Schichten direkt auf Rötidolomit transgrediert (vgl. Rohr, **36**, Tafel IV).

Es folgen nun die von Rohr eingehend gedeuteten Komplikationen bis zum Laucherli. Es handelt sich um Dolomit-Schuppungen, die in einer zweiten Bewegungsphase selbst wieder verbogen und verfaltet wurden. Die meisten von Rohr beobachteten Details konnten in der Ansicht eingetragen werden. Zum besseren Verständnis sind die gleichen Ziffern wie bei Rohr (**36**, p. 42/43, Fig. 5 und 6) hier eingetragen, nämlich die Schuppen A—G und die Muldenendigungen 1—7. Im Geissrückkeil 7 ist der asymmetrische Bau auffällig. Der Keil besteht hauptsächlich aus dem verkehrten S-Schenkel (Trias bis unterer Malm), der N-Schenkel fehlt fast gänzlich. Trias und Dogger sind dafür nördlich davon in der Schuppenregion 6 zweimal übereinandergetürmt.

Am schwierigsten darzustellen war die Region der Keilzipfel unterhalb des Laucherli. Die schuppenförmige Verdreifachung der Trias ist schematisch dargestellt, ganz problematisch ist aber die Grenze Dogger/Malm.

Die im Malm des Laucherli-Keils enthaltenen Linsen von Kristallin und Zwischenbildungen sind zu mächtig eingezeichnet, sie liegen auf einer Schubfläche, die den Keil halbiert. Baltzer wie Rohr haben diese wichtigen Stellen bereits gezeichnet und geschildert. Es handelt sich da wirklich um Kristallin mit wenig Trias etc., das von seiner Heimat losgerissen und in den Malm hinein verschleppt worden ist.

Müller konnte in vielen Keilen zeigen, dass sie durch solche sekundäre Schubflächen zerteilt sind, ja, dass ihre Doppelung fast die Regel ist. Wir müssen daraus schliessen, dass bei einer späten scherenden Beanspruchung des Gebirges die Malmkeile mit ihrem Clivage besonders schwache Stellen bedeuteten. Es wäre jedenfalls falsch, in diesen Verdoppelungen der Keile und Keil-Enden laminierte ursprüngliche Doppelmulden zu erblicken. Meistens handelt es sich um späte Verscherungen. Sie konnten zur Einschleppung nackten Kristallins in den Kalk führen. Sicherlich konnten auf diese Weise auch die berühmten Mylonit-Lamellen entstehen, die z. B. im obern Jungfrau-Keil enthalten sind.

Das Vorhandensein solcher die Keile halbierender Scherflächen erleichterte die von Müller versuchte systematische Aufteilung des autochthonen Kalkmantels in die verschiedenen Lappen, die zu den entsprechenden Kristallinteilen gehören. Diese Flächen laufen offenbar meistens in die Tertiärmulden hinein, d. h. auch diese sind meistens keine Mulden mit symmetrischem Bau, waren es auch nie, sondern gehören als jüngste Schicht zum liegenden Lappen, während in ihrem Hangenden an Stelle eines verkehrten Schenkels eine Überschiebungsfläche oder ein ganzes Bündel solcher scherender Bewegungsflächen über sie hinweggeht.

Man kann vom Laucherli-Keil aus diese Scherflächen gegen das Lindi eine Strecke weit verfolgen. Die deutliche Stirnumbiegung im Malm unter der Augstgumm liegt offenbar darüber. Beim Lindi selbst aber und weiter gegen E geht sie unmittelbar über das Tertiär weg.

Man hat sich seit längerer Zeit daran gewöhnt, die Synklinalen von Mesozoikum, die ins Kristallin eingreifen, Keile zu nennen. Baltzer hatte seinerzeit im Urbachtaler Profil umgekehrt die in den Kalk vorspringenden Gneissantiklinalen Keile genannt. Sein Laucherli-Keil (z. B. in **4**, Tafel VI) ist der über unserem Laucherli-Keil liegende erste Kristallinteil des Gleckstein-Lappens.

Dieser erste Kristallinzipfel ist durch eine Einspitzung von Trias schwach zweigeteilt. Der östliche, am Kalk nur aussen angeklebte Komplex gehört mit seiner Umhüllung von Zwischen-

bildungen zum unteren Teil. Wie schon aus Rohrs Zeichnung richtig hervorgeht, handelt es sich nur um eine kleine Sekundärfalte im Mittelschenkel des ganzen Gleckstein-Lappens.

Der nächsthöhere zweite Gneiszipfel ist ausgesprochen zweiteilig. Es ist bei Baltzer der Keil II (Gumm-Keil) und III (Keil mit Verwerfung). Die von III, also vom obern Zipfel abgetrennte Partie, bei Baltzer speziell als Keil mit Verwerfung bezeichnet, ist eine kleine angeklebte Partie. Auch hier handelt es sich nicht um tektonisch in den Malmkalk eingeschleppte Partien von Kristallin, sondern nur um Abwitterungsrelikte und Intersektionsfiguren.

Die darüberfolgende Malmmulde, die von der Augstgumm gegen das Kar unter dem Weiten Sattel führt und in deren Hangendem verkehrte Trias das folgende Kristallin begleitet und Anlass zu einem gangbaren Pfad gibt, enthält noch eine kleine Gneis-Einspitzung, die bei Rohr gezeichnet ist, aber bei Baltzer noch nicht figuriert.

Es folgt nun der grosse dritte Kristallin-Lappen IV (bei Baltzer Urbachsattel- oder Haupt-Keil genannt), der den am weitesten nach N vorgestossenen Hauptkern des Gleckstein-Lappens darstellt. Er ist von Zwischenbildungen vollständig umhüllt. Der Dogger besteht vorwiegend aus Bajocien, das auf Trias transgrediert und von dieser nur noch ganz wenig übrig gelassen hat. Die Ausdünnung der Zwischenbildungen ist hier somit grösstenteils eine primär stratigraphische und nicht eine mechanische. An der Stirn finden sich kleine, in der Nähe auffällige Detailfältchen nach oben und nach unten, die hier nicht sichtbar gemacht werden konnten, sich aber bei Baltzer und Rohr eingetragen zeigen.

Die grosse Malmsynklinale, die nun folgt und in der Wand des Gstellihorns enthalten ist, führt in den Dossen-Keil hinein. Eine Bewegungsfläche mit Tithonschichten trennt sie bis zu innerst. Über der Dossenhütte und wiederum weiter im S zeigt der Keil eine durch Scherung entstandene Verdoppelung, mit der sich Rohr (**36**, p. 47 etc.) eingehend befasst hat.

Das ganze Verhalten des Kristallins in diesen Schuppen und Lappen zeigt, dass es nicht als starre Massen platten- oder schuppenartig vorgeschoben worden ist, sondern dass es bei dieser Vor- und Hochbewegung auch komprimiert worden ist. Ja, es scheint, dass diese Vorschiebung im allgemeinen durch diese Kompression und ein Ausweichen nach oben bedingt ist. Ich kann Rohr nicht ganz beipflichten, wenn er die Kristallinteile als steife oder starre Platten ansieht. Schon die fast völlige Umwicklung derselben mit Zwischenbildungen, auch in den liegenden Verkehrtschenkeln, lässt auf eine starke und verteilte, nicht bloss an die Hauptbewegungsflächen gebundene Durchbewegung schliessen.

Über dem Dossen-Keil folgt das Kristallin des Gstellihorn-Lappens, aus dem der stolze Gipfel des Gstellihorns aufgebaut ist. Hier oben liegt Dogger direkt auf Gneis, die Trias fehlt durch Transgression des Doggers. Nur ein Teil der Stirnbiegung und der Verkehrtschenkel sind erhalten. Gerade hier muss wieder auffallen, dass die Hauptscherflächen, falls solche überhaupt immer vorhanden sind, nicht an der Basis der Gneislappen liegen, sondern innerhalb der Kalkkeile. Sie verdanken ihre Entstehung wohl einer späten Bewegungsphase.

Der Kalkmantel, der sich an das Kristallin des autochthonen Untergrundes und seiner Lappen anschliesst, ist, was das Streichen der Faltenaxen anbelangt, von der Urbachtaler Wand in ganz spitzem, schleifendem Schnitt getroffen. Man kann im allgemeinen einen Malmteil links und einen Öhrlikalkteil rechts unterscheiden.

Die Komplikationen des tiefsten Autochthonteils reichen nicht weit in den Kalk hinein. Schwer abgrenzbare Zipfel von gelblich angewittertem Argovien ragen in den grauen Malmkalk hinein. Darüber liegen von der Terrasse des Lindi an auswärts wenig Öhrlikalk, eine Bank von hell anwitternder, auch aus der Ferne erkennbarer Mürrenbreccie und dann das sandige Tertiär des Lindifads als Kern des Laucherli-Keils.

Die Augstgumm-Lappen sind in Sekundärbiegungen, die von Clivage durchsetzt sind, da und dort deutlich sichtbar, namentlich im Verlauf der Malm-Kreide-Grenze. Diese Falten kämen noch besser zum Ausdruck, wenn es möglich gewesen wäre, diese Grenze aus der Ferne genau zu verfolgen. In der Zeichnung musste man sich mit einer nur ungefähren Eintragung begnügen. Die betreffenden Stellen sind grösstenteils unzugänglich.

Am Urbach-Engelhorn ist die Aufbiegung zur Stirn des Gstellihorn-Lappens im Malm erhalten. Daran schliessen sich in der Kreideregion tauchende Schuppen, die zu einer Wechsellagerung von Tithon und Öhrlikalk führen und die auf der N-Seite von Müller genauer untersucht werden konnten.

An der Hohjägiburg schliesslich erscheint eine besondere, nicht mehr zum Gstellihorn-Lappen gehörende, von Tertiär unten und oben abgetrennte kleine Schuppe, die Hohjägi-Schuppe, die Müller mit dem Jungfrau-Lappen, d. h. mit dem Kalkanteil parallelisiert, der zum Gneisskopf der Jungfrau gehört.

Zwischen die Digitationen im Öhrlikalk strahlen von der Tertiärregion der Röhreni und der Schoss Ausfaserungen von Tertiär aus, welche die Aufteilung der Kreideregion überhaupt ermöglichen. Insbesondere sind auffällig die reihenweise auftretenden grossen, braunrot anwitternden Linsen von siderolithischem Sandstein im Öhrlikalk und an dessen oberer Grenze. Schwierig ist es hier, aus der Ferne, wie in der Nähe, den Verlauf der hier überall vorhandenen, aber nicht mächtigen Mürrenbreccie anzugeben. Bei Schoss und Ofen bedeutet die Wand einen Schnitt im Streichen. Die nach NW steil abfallenden Schichten beschreiben in den tiefen Nischen unter Schoss und Ofen, in der Ansicht betrachtet, scheinbare Quermulden. Auch die Gesamteinmuldung des Kalks im Urbachtalgrund ist keine Mulde, sondern eine Schnittfigur, die durch die Ausbiegung der Talwand gegen N und den Anschnitt der gegen NW abfallenden Schichten bedingt ist.

Über dem Tertiär, das von der Röhreni in die Tennlücke hinaufzieht, liegt die Läsistock-Schuppe mit wenig Malm, Öhrlikalk (unten hell und massig, oben durch siderolithische Infiltrationen braun und gut geschichtet) und (hier nicht sichtbar) etwas Hauterivien-Tschingelkalk. Vom Priabonien ist ein kleiner Streifen sichtbar, und darüber guckt, als höchstes Glied, der Taveyannaz-Sandstein des Mittaghörnli hinaus.

Schliesslich sei noch auf die Verbiegung in Form einer Falte aufmerksam gemacht, die östlich der Lindi-Terrasse das Autochthon mit Malm bis Tertiär und den Öhrlikalk des Gleckstein-Lappens gemeinsam ergriffen hat und dadurch ihr jugendliches Alter dokumentiert. Wenig östlich davon liegen unterhalb des Lindifades Moränenreste angeklebt mit grossen Gneisblöcken.

Die Kalkkeile bei Innertkirchen.

(Erläuterung zu Fig. 8, 9 und 10.)

Von Fr. Müller.

Der Sedimentmantel der autochthonen Region, und zwar die das Basale Autochthon vom Gleckstein-Lappen trennende Mulde, tritt östlich der Engelhorn-Gruppe wieder zutage in den Eckpfeilern der das innere Haslital begrenzenden Bergketten, am Laubstock links und am Pfaffenkopf rechts der Aare.

In beiden Bergketten erscheint die Mulde in ähnlicher Form als stark gepresster, im Detail kompliziert gebauter Keil, der weit nach S in den kristallinen Gebirgsträger einsticht und schliesslich in Überschiebungsflächen ausläuft, die sich im Kristallin selbst noch weiter verfolgen lassen.

Seit langem sind diese «Kalkkeile» bekannt und haben schon Studer und Escher Grund zu Diskussionen gegeben, die sich mit den Theorien der Plutonisten und Neptunisten befasst.

Im einzelnen ist der Bau der Keile ähnlich dem des schon beschriebenen Laucherli-Keils.

Charakteristisch ist wiederum eine Doppelung der Keile, die sich von den aus Öhrlikalk gebildeten Muldenkernen aus bis zum untern Teil der Keil-Enden verfolgen lässt. Die Kerndoppelung der Mulde lässt sich besonders schön am Pfaffenkopf beobachten, wo zwei von Tithon umhüllte Spitzen aus Öhrlikalk übereinander im Malmkalk liegen; aber auch am Laubstock ist die Doppelung des Öhrlikalkes noch deutlich zu erkennen.

Der Bau der Keil-Enden ist insofern noch komplizierter, als sich über dem wieder die Doppelung zeigenden untern Teil ein höheres Keilstück abspaltet und selbständig zwei kristalline Schuppenenden trennt.

Auf der *W-Seite des Laubstocks* (Fig. 8) ist das im grossen zweigeteilte untere Keil-Ende gut sichtbar, es zeigen sich sogar die beiden Keil-Enden nochmals mehr oder weniger unterteilt; ebenso ist auch

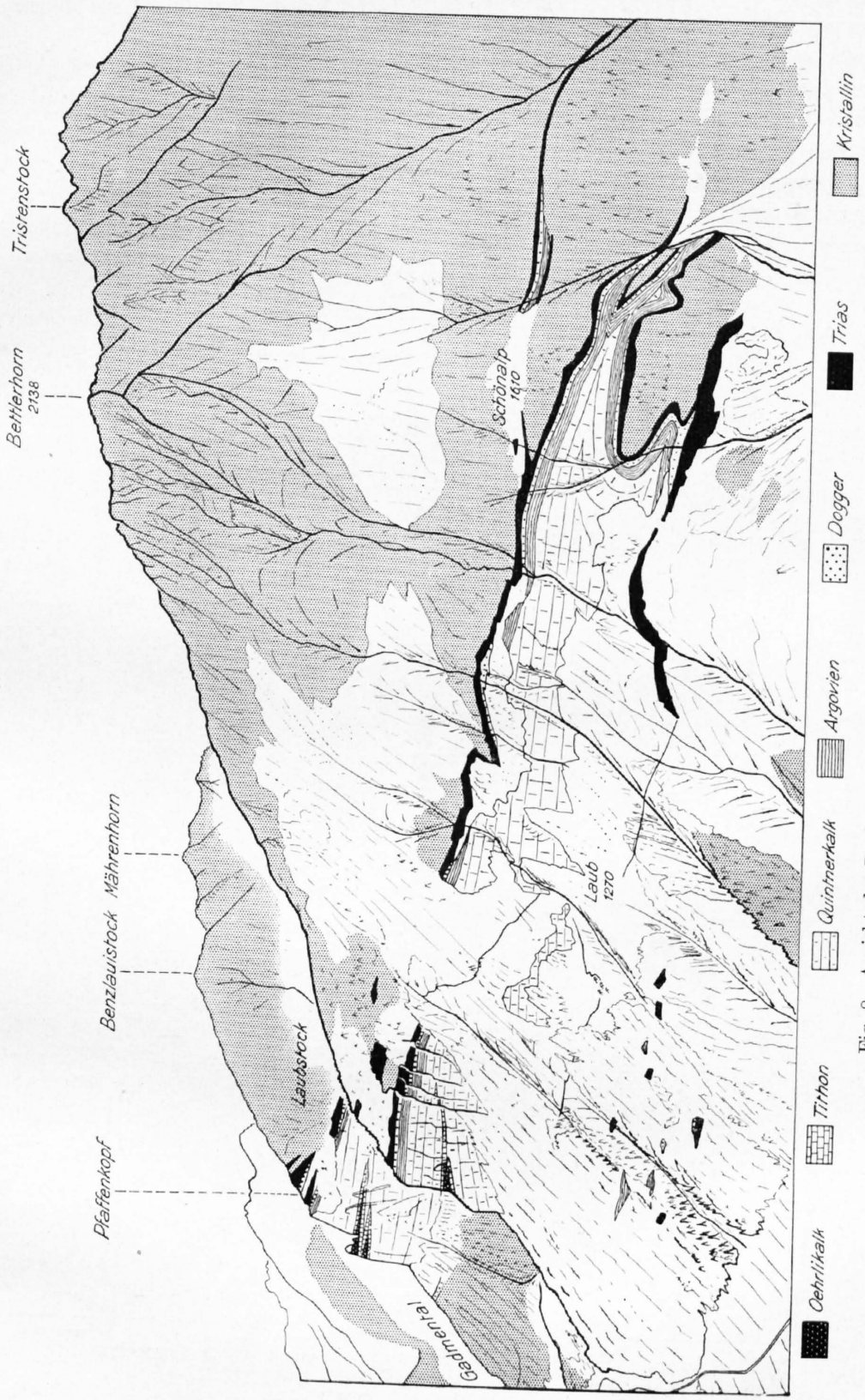


Fig. 8. Ansicht des Laubstock- und Pfaffenkopf-Keiles von Nordwesten.

das aus den Keilrücken sich abspaltende, höhere Keilstück südlich Schönalp gut zu beobachten. Weniger deutlich, weil oft durch Schutt verdeckt, ist dieses Bild auf der *E-Seite des Laubstocks* (Fig. 9) erkennbar. Immerhin wird auch hier die Trennung in einen tiefern Hauptkeil und ein höheres Keil-Ende klar (siehe auch Tafel V).

Auf der *S-Seite des Pfaffenkopfes* ist das untere Keil-Ende, das sich gegen Hohbühl hinabzieht, stark ausgewalzt, doch ist auch hier noch die Doppelung bis zur Keilspitze nachzuweisen.

Noch stärker hat die Auswalzung den höher oben abgespaltenen Teil des Keiles betroffen. Nur eine dünne, stellenweise unterbrochene Lamelle von Rötidolomit, die ihr Ende bei Ahorni findet, deutet die Existenz dieses Elementes an.

Weit weniger deutlich, aber auch dort sicher vorhanden, ist die Doppelung des Keils auf der *N-Flanke des Pfaffenkopfs*, oberhalb Nessenthal. Das Keil-Ende ist hier grossenteils unter Schutt verdeckt.

Im liegenden Schenkel des Keils treten wie in der Engelhorn-Flanke des Urbachtales Verschuppungen und Verfaltungen auf, von denen einige besonders hervorzuheben sind, und zwar speziell am Pfaffenkopf.

Es zeigen sich dort Teilmulden, von denen eine tiefere auf der SW-Seite tief in den Gemsfadgraben hinabreicht und eine höhere, die mit ihrer Spitze im Länglauigraben liegt. Auf der N-Seite treten dieselben Teilmulden wieder zutage, und zwar die tiefere über Schrotwang, die höhere bei Spicherberg

Zwischen diesen Mulden ist der Sedimentmantel, speziell die «Zwischenbildungen», zum Teil stark verschuppt. Im obern Gemsfadgraben z. B. liegen drei Teilschuppen aus Rötidolomit und Dogger übereinander.

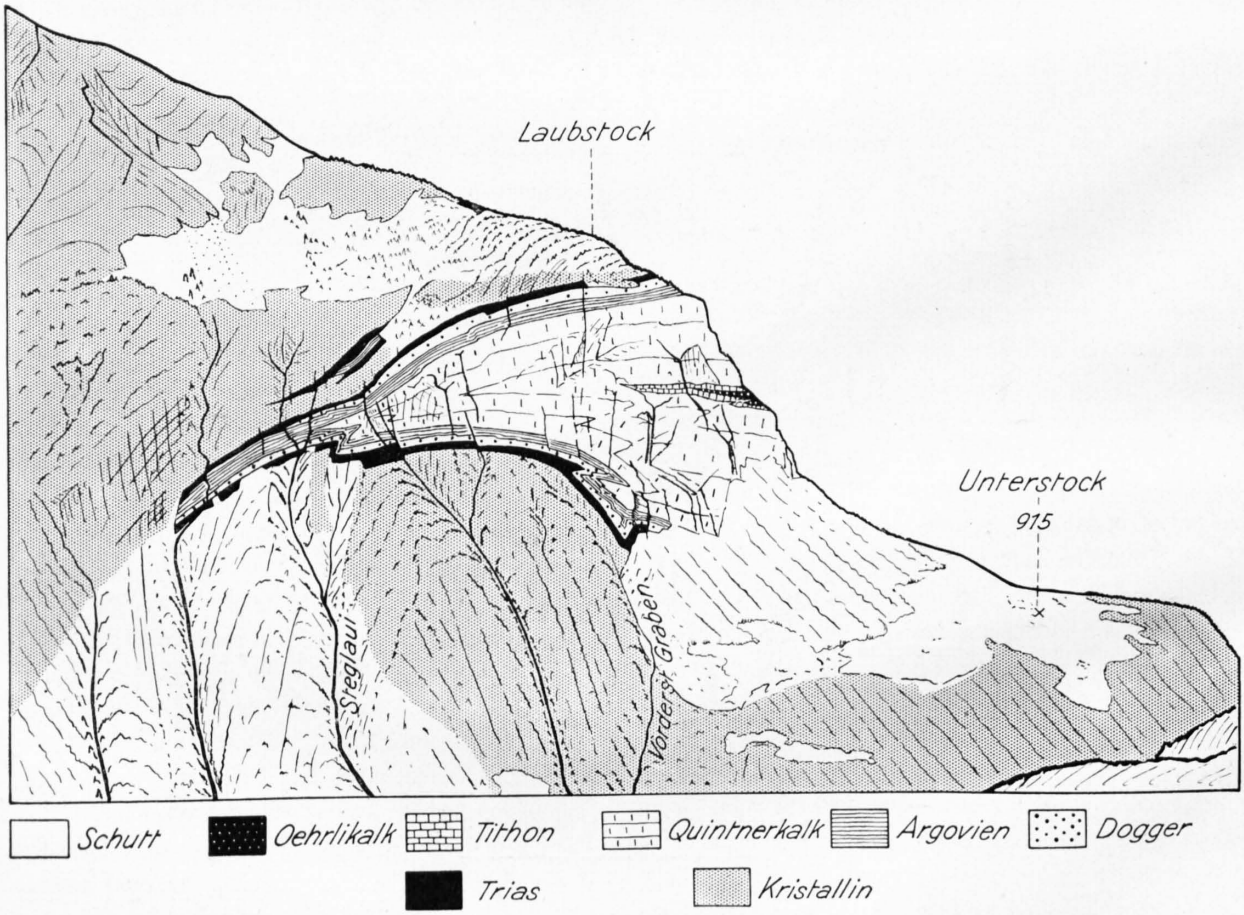


Fig. 9. Ansicht der Nordostseite des Laubstockes.

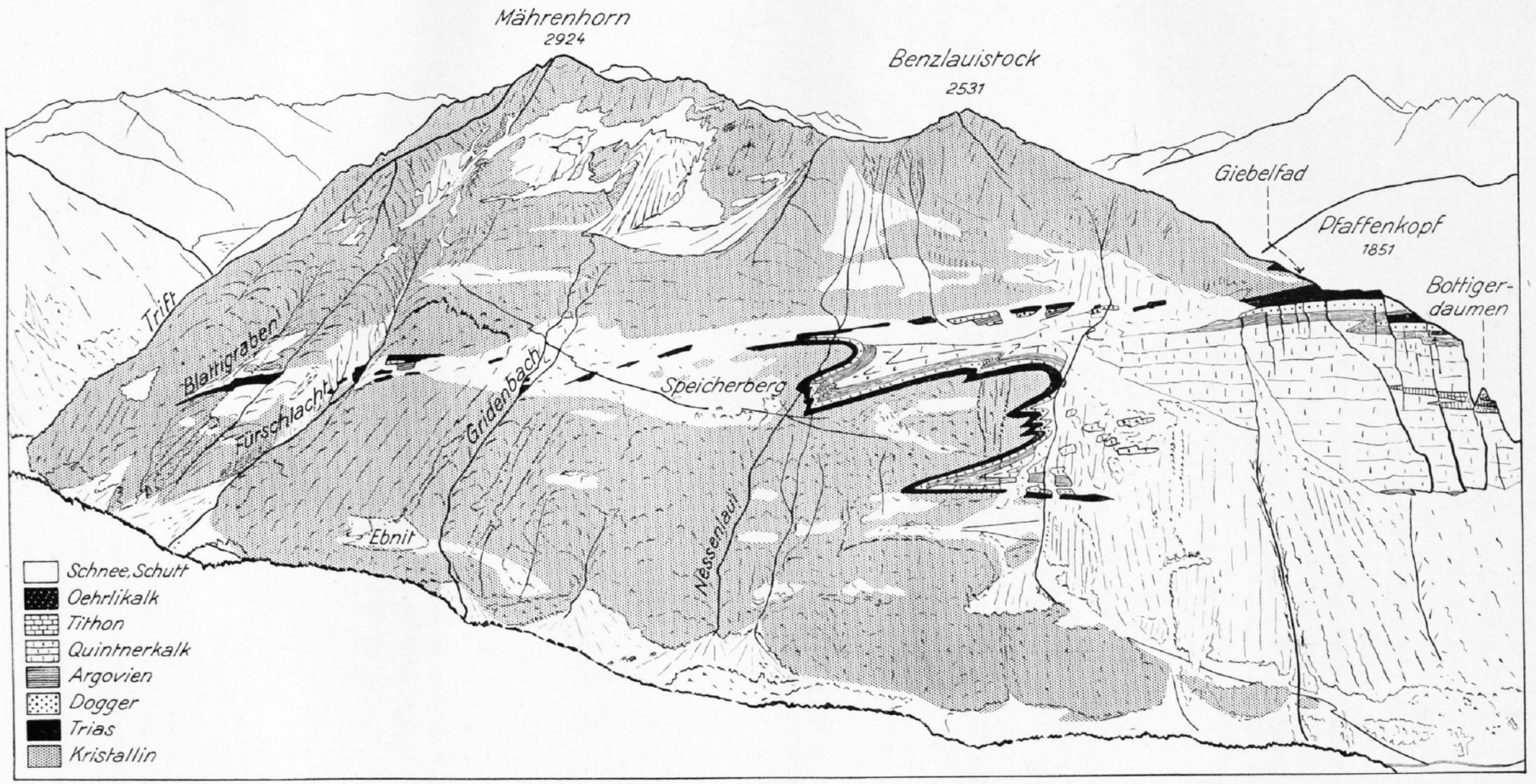


Fig. 10. Ansicht der Nordseite des Pfaffenkopfs.

Über dem hangenden Schenkel der Keile, d. h. in der Scheitelregion, sind nochmals kleine Teilkeile, die nur aus Rötidolomit bestehen, festzustellen, doch kann über deren Abspaltung vom Hauptkeil nichts ausgesagt werden, da die betreffenden Stellen der Erosion anheimgefallen sind. Diese Teilkeile können beobachtet werden am Weg zur Laubalp und über dem Giebelfad am Pfaffenkopf.

Ausserdem ist am Gipfel des Pfaffenkopfs eine kleine Verfaltung, die zur Doppelung der Zwischenbildungen geführt hat, festzustellen.

Ein Bruch, der den Pfaffenkopf in etwa N 30° W-Richtung durchschneidet, hat eine kleine Absackung des vordern Teils bewirkt, die sich in Tafel V durch eine Wiederholung der Schichtfolge in der Ansicht des Pfaffenkopfes ausdrückt.

Die Südwest-Seite des Pfaffenkopfes.

(Erläuterung zu Tafel V.)

Von P. Arbenz.

Als Grundlagen dienten photographische und photogrammetrische Aufnahmen, die im Auftrage der Kraftwerke Oberhasli (KWO) von der Firma Leupin & Schwank, Bern, aufgenommen worden sind. Eine geologisch kolorierte Vergrösserung bildete den Ausgangspunkt; in ihr waren vor allem die Quoten der Triasbasis eingetragen sowie viele an Ort und Stelle von F. Müller im Auftrag der KWO aufgenommene Details. Die Überprüfung der Details vom Gaulibühl und vom Laubstock aus, mit Feldstecher und Fernrohr, ergab bei guter Beleuchtung eine Anzahl Verbesserungen und Komplikationen, die wir gemeinsam besprechen konnten. Für eine richtige Darstellung der Verhältnisse auf der Blattenalp und am Grat oben ist der Standpunkt der Aufnahme zu tief.

Die Kompression des Kristallins (Innertkirchner Mischgranit mit eingeschlossenen Kontaktschollen) führte zu einer starken Verschuppung in der Trias und im Dogger. Die Komplikationen entsprechen denjenigen unter dem Laucherli-Keil im Urbachtal.

Im N-Abschnitt fallen die tiefen, spitzen Synklinalen im Gemsfadgraben und in der Länglaui auf, sodann die dreifache Übereinanderlagerung der Trias. Die nach der Verschuppung und Abscherung der Zwischenbildungen vom Kristallin erfolgte sekundäre Gesamtverbiegung der Schuppen ist hier geringer als im Urbachtal.

Besonders bemerkenswert ist die Doppelung des Keil-Endes. Der obere Zipfel besteht nur aus einer Bank von Triasdolomit. Ihr Anschluss an den Hauptkeil ist nicht genau sichtbar. F. Müller ist der Ansicht, er zweige im Rotengraben vom Hauptkeil ab.

Auch oben über der Blattenalp zeigen sich Teilmulden.

Im Kern des Kalkkeils ist Öhrlikalk enthalten, dessen Abgrenzung und Teilung in zwei Enden angenähert richtig eingetragen werden konnte.

Wie am Laucherli (im Urbachtal) ist eine verkehrte Schichtreihe von Zwischenbildungen über dem Malm vorhanden. Das Ganze macht den Eindruck einer stark gepressten, einst normalen Synklinale.

Tertiär ist in der Muldenmitte nicht bekannt.

Kristallin ist hier nur an einer Stelle im Rotengraben nach F. Müller in den Triasdolomit hineingeschleppt worden.

Das Gebiet der Aareschlucht.

(Erläuterung zu Tafeln VI, VII und VIII.)

Von Fr. Müller.

Wenig oberhalb Meiringen ist das Tal der Aare scheinbar abgeschlossen durch einen Bergriegel, den Kirchet, der den NE-Fuss der Engelhörner mit den Bergen nördlich des Gadmer Wassers verbindet. Erst hinter diesem an der schmalsten Stelle immer noch 1.3 km breiten Riegel öffnet sich das Tal wieder zum Boden von Innertkirchen. Während die Talböden von Meiringen und Innertkirchen in ihrer Höhenlage nur ganz wenig differieren, erhebt sich der Kirchet-Riegel 150—200 m über deren Sohle.

Dieser dammartige Riegel ist von der Aare in enger Schlucht durchsägt worden, und ausserdem zeigt er deutliche Spuren einer ganzen Reihe von ältern epigenetischen Schluchten, deren Existenz erstmals M. Lugeon im Jahre 1900 (7) nachgewiesen hat.

Wie weit die Sohle der Schlucht unter den Grund des heutigen Wasserlaufes hinabreicht, ist nicht bekannt. Jedenfalls konnte die Erosion im ganzen nicht tiefergreifen als bis auf die Höhe des Wasserspiegels im Becken von Meiringen.

Es ist dagegen anzunehmen, dass die Wirkung der Erosion, nach Erreichung der möglichen Tiefe, sich am Grunde der Schlucht nach den Seiten hin richtete und dort mehr oder weniger weite Auskolkungen schuf.

Wie dieser Durchbruch durch den Kirchet, die Aareschlucht, die schon seit alter Zeit die Aufmerksamkeit der Talbewohner und Reisenden auf sich gezogen hat, beschaffen ist, und wie er hat entstehen können, soll kurz dargelegt werden anhand der Tafeln VI, VII und VIII.

Zur Darstellung der Entstehungsgeschichte der Aareschlucht gehört vorerst die Erkenntnis des Gebirgsbaues im Abschnitt des Kirchet.

Die Querprofile durch die Engelhörner (Tafel I) zeigen, dass ein Teil der im Engelhornkamm steil zur Tiefe einfallenden Schichtkomplexe verschiedener Bauelemente beim Brüggernollen, westlich Innertkirchen, umbiegen zu schwachem N-Fallen, sich dann flach legen und im Kirchet-Riegel sogar wieder etwas ansteigen, um erst an dessen N-Seite endgültig nach N unter den Talboden hinabzutauchen. Diese Schichtkomplexe bestehen zur Hauptsache aus dichten Kalken, welche der untersten Kreide und dem obersten Malm angehören und die durch dünne Lagen von weichern, tertiären Schichten voneinander getrennt sind. Dieser Aufbau ist aus den Profilen der Fig. 1 von Tafel VII deutlich erkennbar. Es sind im engern Gebiet der Aareschlucht fünf solcher Schichtkomplexe übereinander festgestellt worden, die den Charakter von Schuppen haben und alle zum Basalen Autochthon gehören. Einen Teil dieser Schuppen zeigt Fig. 11, welche eine Profilansicht vom N-Ausgang der Aareschlucht wiedergibt. Diese Verschuppung des tiefsten der Beobachtung zugänglichen Bauelementes, die durchaus den Schuppenbildungen in den Stirnen höherer tektonischer Einheiten gleicht, deutet übrigens darauf hin, dass auch diese Schuppen als Gesamtheit nochmals überschoben sein könnten auf einen noch tiefern Sockel.

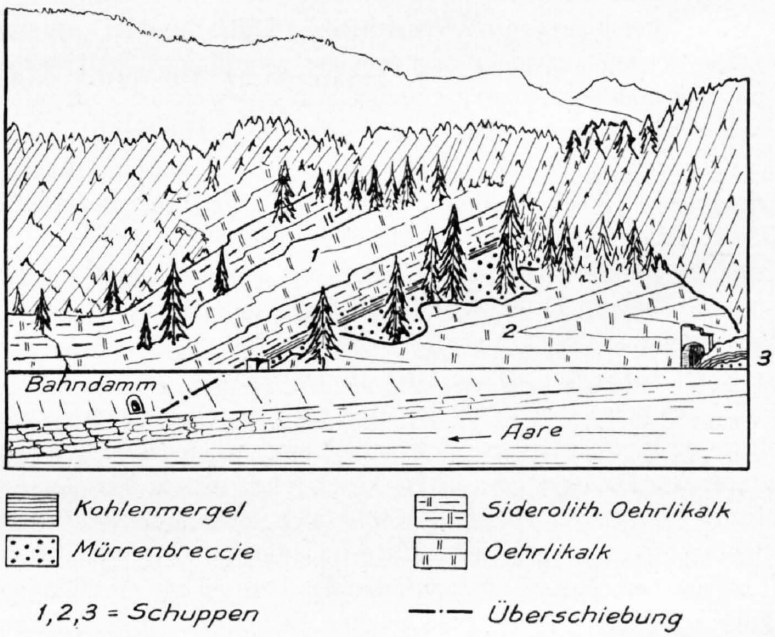


Fig. 11.
Schematische Ansichtszeichnung des verschuppten Autochthons am Nordportal des Kirchet-Tunnels.

Wie weit die Entstehungsgeschichte des Haslitales und damit die der Landschaftsformen im Gebiet der Aareschlucht zurückreicht, kann hier nicht erörtert werden. Sicher ist wohl, dass die früher beschriebene Hasli-Depression den Weg zur ersten Talbildung gewiesen hat. Viel später erst, zur Zeit der letzten Vergletscherungen, hatten dann Eis und Schmelzwasser das Tal so weit ausgegraben, dass die heutigen Oberflächenformen zu entstehen beginnen konnten.

Um im einzelnen Klarheit über diese Tätigkeit von Gletscher und Bächen zu erlangen, gehen wir aus von den Tatsachen, die wir heute beobachten können.

Der Kirchet-Riegel als Ganzes erscheint als überall intensiv abgeschliffener Felsrücken. Zwischen dem von Gletscherschliffen bedeckten anstehenden Gestein aber ziehen sich leicht eingesenkte Zonen

durch, die mit Moränenschutt angefüllt sind. Verfolgt man diese Zonen genauer, so erkennt man bald, dass sie als alte Flussrinnen aufzufassen sind, die von Schmelzwasser-Abflüssen teilweise tief in den Felsriegel eingeschnitten und bei einem spätern Gletschervorstoss wieder mit Moränenmaterial aufgefüllt worden sind. Dieser Vorgang muss sich mehrmals wiederholt haben, denn wir erkennen eine ganze Anzahl solcher alten Schluchten, die kaum gleichzeitig entstanden sein dürften. Sicher nachzuweisen sind folgende alte Schluchten, die vom Becken von Innertkirchen bis in das Tal von Meiringen durchlaufen:

Eine erste, vielleicht auch älteste Rinne (1 der Tafeln VI und VII) verläuft vom Grundfeld über Stalden, oberhalb Geissholz durch zum Lugibach und tritt bei Willigen aus.

Eine zweite (2) frass sich in der Gegend des Bärenfades ein und erreichte über Unter-Geissholz und «im Muer» ebenfalls den Lugibach.

Eine dritte Rinne (3) zog sich nordöstlich der zweiten über Lammi und dem Verlauf der heutigen Grimselstrasse folgend gegen «im Muer» und Willigen.

Eine Abzweigung (3 *a*) dieser dritten Rinne verläuft von oberhalb Muer gegen NNW und tritt etwas südwestlich vom Restaurant Aareschlucht aus; eine weitere Nebenrinne (3 *b*) zweigt beim Restaurant Lammi ab, biegt dann wieder in NW-Richtung ein, um den Talboden durch die «Lautere Schlucht» beim Restaurant Aareschlucht zu erreichen. Später ist wohl diese Seitenrinne im äussern Teil verstopft worden, so dass sie ihren Abfluss direkt gegen die unterdessen wahrscheinlich neu entstandene, heutige Aareschlucht suchen musste, durch die auch jetzt noch zum Teil offene Finstere Schlucht (3 *c*).

Auch auf dem rechten Aareufer ist eine alte Schlucht (4) festzustellen, die sich über Aeppigen gegen die Mitte der heutigen Aareschlucht hingezogen hat und diese durch die unverschüttet gebliebene «Trockene Lamm» erreichte. Diese Rinne war aber niemals tief eingefressen, denn ihr Ausfluss, die Trockene Lamm, mündet hoch über dem heutigen Aareniveau (vgl. Tafel VIII).

In der heutigen Aareschlucht fällt schon auf den ersten Blick der Wechsel zwischen relativ weiten Teilen mit mehr oder weniger geradlinigen, senkrechten, glatten Wänden und engen Stellen mit gewundenen, schalig-muschelig ausgewaschenen, oft überhängenden Wänden auf. Und zwar finden wir die weiten Stücke, deren Breite auf der Sohle bis 30 m beträgt, immer in einer bestimmten Richtung, nämlich etwa N 38° W verlaufend, während die Engen, in denen sich die Wände stellenweise bis auf 1—2 m nähern, überall dort auftreten, wo die Schlucht die oben erwähnte Richtung verlässt. Diese Erscheinung ist darauf zurückzuführen, dass ein System von N 38° W streichenden, sehr steil bis senkrechtfallenden Klüften den Kirchet-Riegel vollständig durchsetzt. An den Stellen nun, wo das Wasser sich längs dieser Richtung eingefressen und seine Seitenwände unterkolkt hat, konnten die unterwaschenen Felspartien längs solchen Klüften abbrechen, und damit schliesslich die Schlucht so breit ausweiten als die Kolkwirkung reichte.

Wo diese Klüfte weniger steil einfallen (z. B. beim Schräybach), hat der Wasserlauf ihre Richtung verlassen und den Fels schief dazu in der Richtung eines weniger ausgeprägten, aber steilstehenden Kluftsystems (N 87° W) durchschnitten. Da die Aare sich an diesen Stellen nicht mehr durch Felspartien einsägte, welche sich längs kräftiger Klüftung leicht ablösen konnten, hat die Schlucht ihre ursprüngliche Enge und die für das Jugendstadium typischen Erosionsgebilde an den Flanken beibehalten. Ein auffallendes Beispiel für die Tatsache, dass an solchen Stellen der Seitenkolk nicht zur Ablösung von ganzen Felsplatten führt, bildet eine grosse Kolknische wenig westlich der Einmündung des Schräybaches (vgl. Tafel VIII). Der seitliche Auskolkungsbetrag unter dem Fels beträgt hier nach neuesten Messungen 12 m.

Ausser dem N 38° W verlaufenden Kluftsystem sind in der Aareschlucht noch eine grosse Anzahl weiterer Klüfte zu beobachten; diese lassen sich im ganzen in drei Kluftsysteme einteilen, so dass wir also in der Aareschlucht vier Kluftsysteme mit folgender Lage unterscheiden können:

1. N 38° W streichend 2. N 69° W » 3. N 87° W » 4. N 30° E »	Alle im allgemeinen ± 90° einfallend, nur lokal schwächer geneigt.

Die Klüfte jedes einzelnen Systems treten meist scharenweise auf und werden dadurch zu einem Faktor, der weitgehend bestimmend war für die Gestaltung der heutigen Oberfläche. Sie wiesen dem Wasser den Weg, und ihnen entlang bildeten sich reihenweise angeordnete Strudellöcher.

Ein Beispiel für die Wirkung eines solchen Kluftsystems haben wir im Verlauf der heutigen Aareschlucht gesehen, welche hauptsächlich der N 38° W gerichteten Klüftung folgt. Auch die obenerwähnten alten Erosionsrinnen zeigen, wenigstens streckenweise, eine deutliche Anlage nach diesem System.

Ebenso wichtig, speziell für den Verlauf der frühern Rinnen, ist das N 69° W gerichtete Kluftsystem; ihm folgt z. B. die Rinne der Lauteren Schlucht (3 *b*) und längere Strecken der Rinnen von Lammi-Muer (3) und von Geissholz (2); ausserdem verlaufen noch eine Reihe von kleinern, wenig tief eingeschnittenen Nebenrinnen in gleicher Richtung.

Weniger deutlich treten die Klüfte nach N 87° W im Landschaftsbilde in Erscheinung. Immerhin sind Teile der Finstern Schlucht (3 *c*) und der Trockenen Lamm (Ein- und Ausgang) (4) auf ihre Existenz zurückzuführen.

Dem ebenfalls stark zurücktretenden Kluftsystem nach N 30° E folgt der Ausfluss des Schräybachs und ein Teil der Trockenen Lamm (4).

Ausser der beschriebenen, vielfachen Klüftung macht sich, in der Aareschlucht besonders gut sichtbar, eine intensive Druckschieferung bemerkbar, welche die Schichtung oft nur schwer erkennen lässt, sie sogar stellenweise ganz verwischt.

Eine reichliche Anzahl von Gletschermühlen übersät vor allem die nach N abfallende Flanke des Kirchet. Die Kessel sind mit Vorliebe in Reihen angeordnet und folgen demselben durchschnittlich N 30° W laufenden Querkluftsystem. Von Strudellöchern mit wenigen Zentimetern Durchmesser bis zu Gletschermühlen, deren Durchmesser über 10 m beträgt, sind alle Formen subglazialer Schmelzwassererosion erhalten geblieben.

Exkursion durch die Aareschlucht.

(Vgl. Tafel VIII.)

Die Beobachtungen, welche auf einer Exkursion durch die Aareschlucht gemacht werden können, sind von P. Arbenz und Fr. Müller im «Geologischen Führer der Schweiz» ausführlich beschrieben worden.

Wir sind heute in der Lage, anhand eines Planes und zugehöriger Profile diese Exkursionsbeschreibung klarer zu gestalten, sie in manchen Punkten zu ergänzen und zu verbessern.

In der Sandei, südlich vom Restaurant Aareschlucht, tritt die *Lautere Schlucht* (3 *b*) aus. Ihr unterster Teil ist breit ausgekolkt, sehr bald aber verengt sie sich zu einer steil ansteigenden schmalen Klamm. In den erweiterten untern Teil mündet von E hoch oben eine kleine schmale Seitenrinne (siehe Profil D—E). Am W-Fuss des Schluchtausganges steht Eocaen von Schuppe 3 an, über dem längs stark verbogener Überschiebungsfläche Öhrlikalk der höhern Schuppe 2 liegt. Dasselbe Bild zeigt sich, weniger deutlich, am E-Fuss.

Am Weg vom Restaurant Aareschlucht zum W-Ausgang der Aareschlucht beobachtet man gut ausgeprägte Klüftung im Öhrlikalk von Schuppe 2.

Kurz nach Eintritt in die Schlucht tritt der Weg in einen Tunnel. An dieser Stelle erscheint unter dem Öhrlikalk der höhern Schuppe 2 wiederum das Eocaen der Schuppe 3. Dieses Eocaen hält im Tunnel bis zum zweiten Fenster an (ca. 50 m) (vgl. Profil CF—G) und ist auch an der Wand der äussern Felsgalerie sichtbar. Es besteht aus kohlig abfärbenden, bituminösen Kalken mit dünnen Lagen von schwarzen Schiefern und harten, kieseligen Knauern; gegen das zwischen dem Öhrlikalk der Schuppe 2 und dem der Schuppe 3 auskeilenden Ende wird das Gestein brecciös.

Der darunterliegende, im Verlauf des Tunnels folgende Öhrlikalk der Schuppe 3 ist dünnbankig, dunkel; die Schichtflächen sind überzogen mit tonigen Häuten. Ausserdem zeigen sich im Gestein Einlagen von rostigen Nestern. Diese Erscheinungen deuten auf siderolithische Infiltration des Öhrlikalks.

Das Gestein ist hier von starker Druckschieferung durchsetzt; auf den Schieferungsflächen zeigen sich Rutschstreifen. In der Weitung zwischen kleiner und grosser Enge folgt der tieferliegende, normale Öhrlikalk von Schuppe 3; er ist kompakter und heller, die Oberfläche wittert rauher an; das Gestein ist von feinsandigen Adern durchsetzt, die sich stellenweise zu grössern Sandsteinnestern anreichern. Solche sind besonders am rechten Ufer gut sichtbar.

Am obern Eingang zur Grossen Enge hat der Fluss die rechte Felswand stark unterkolkt; die Kolkweite beträgt, in horizontaler Richtung gemessen, bis zu 12 m.

Wenig weiter östlich mündet hoch in der rechten Schluchtwand der Schräybach ein und bildet einen Wasserfall zur Aare hinunter.

Im Abschnitt 40—50 m östlich des Wasserfalls ist am Fusse desselben Ufers ein Eocaen-Keil aufgeschlossen, der das Dach von Schuppe 4 bildet. Ca. 120 m östlich der letzten Galerie der Grossen Enge steht dasselbe Eocaen am Schluchtweg an. Das tektonisch stark beanspruchte Gestein stellt eine förmliche Reibungsbreccie dar; besonders auffallend ist die rote und gelbe Färbung der angewitterten schiefrigen Partien. Die Trennungsfläche zwischen den Schuppen 3 und 4 steigt langsam in Wellungen in die Wand auf und ist nur noch als Scherfläche im Öhrlikalk festzustellen (z. B. im Ausgang der Trockenen Lamm).

Ca. 75 m weiter schluchteinwärts, in einer Balm, findet sich eine auffallende Breccie von siderolithischem Öhrlikalk, die zum Dach von Schuppe 4 gehört.

Die Schlucht verengt sich hier wieder langsam. Im Öhrlikalk von Schuppe 4 treten erst vereinzelt, dann häufiger dunkle, kieselreiche Knauern auf, die auch an der gegenüberliegenden Wand deutlich hervortreten und bis zum Ausgang der Trockenen Lamm zu verfolgen sind.

Ca. 60 m unterhalb der Trockenen Lamm zeigt sich in der rechten Wand der Rest eines einstigen Strudelloches, an dessen unterstem Teil noch ein gerollter erratischer Block eingeklemmt liegt.

Es ist empfehlenswert, den Aufstieg in die Trockene Lamm auszuführen. Diese Seitenrinne, die etwa 35 m über der Aare ausmündet, ist durch eine Serie von Strudellöchern entstanden, deren Anordnung an das Vorhandensein von drei der erwähnten Kluftsysteme gebunden ist. Von diesen Strudellöchern ist besonders eines, nordwestlich des Lammhubels, leicht zugänglich gemacht worden. Es ist dies die schönste Gletschermühle des Haslitales; sie stellt im Querschnitt eine Ellipse von 11 × 9 m dar und hat eine Tiefe von rund 10 m.

Von der Abzweigung zur Trockenen Lamm steigt der Schluchtweg etwas an und überschreitet den sogenannten Hubel; beim Ausgang der Finstern Schlucht verläuft er wieder auf 3 m über Aareniveau.

Die Finstere Schlucht, die, wie erwähnt, als Querrinne einer ältern, westlicher verlaufenden Rinne aufzufassen ist, mündet im Gegensatz zur Trockenen Lamm auf das Niveau der heutigen Aareschlucht aus. Die anstehende Schluchtsohle dürfte, mindestens am Ausgang, die Tiefe derjenigen der heutigen Aareschlucht erreichen.

In der Finstern Schlucht sind besonders schön ausgebildete Erosionsformen zu beobachten; Kolkloch reiht sich an Kolkloch, so dass die Axe der Schlucht in einem Vertikalschnitt die eigentümliche Form einer Schlangenlinie zeigt; ausserdem ist die Schlucht oben bedeutend enger als unten, was auf eine während des Einsägens immer stärker werdende Kolkwirkung deutet.

Die Hauptschlucht verläuft vom Hubel aus fast geradlinig bis zum südöstlichen Eingang und ist auffallend weit; die Wände, besonders die rechte, sind beinahe senkrecht und zeigen keinerlei Erosionsformen. Wie schon erwähnt, wurde diese Schluchtform durch den Verlauf des Wassers längs eines Hauptkluftsystems bedingt; die Schluchtwände entsprechen nicht mehr dem durch das Wasser hervorgerufenen Einschnitt, sondern Kluftflächen, längs denen die unterkolkten Felspartien sich abgelöst haben. Solche Kluftflächen treten enggeschart auf und zeigen alle mehr oder weniger deutliche horizontale Rutschstreifung; auch geringfügige Verwerfung der Schichten an solchen Klüften ist zu beobachten.

Ca. 250 m südöstlich der Finstern Schlucht steigt unter dem Öhrlikalk noch Tithon der Schuppe 4 auf, das von jenem durch seinen glatten Bruch und seine gleichförmig dunkelstahlblaue Färbung zu unterscheiden ist.

Wenig weiter, gegenüber von einem die glatte rechte Schluchtwand unterbrechenden Felsvorsprung, liegt am Wege unter dem Tithon wieder Eocaen, stark verquetscht und schwer erkennbar, und unter diesem, am Weg nicht mehr aufgeschlossen, eine wenig mächtige Lage von Öhrlikalk. Am Weg selbst, wo dieser anzusteigen beginnt, keilt das Eocaen auf einer Scherfläche aus; Tithon von Schuppe 4 liegt auf Tithon von Schuppe 5. Dass es sich hier um zwei verschiedene Tithonserien handelt, beweist eine gelb anwitternde, stark dolomitische, brecciöse Bank, ein Gestein, das für oberstes Tithon charakteristisch ist. Man kann daher annehmen, dass diese Bank das Dach der untern Schuppe bildet, um so mehr, als sie deutlich unter den normal ausgebildeten, dunkeln Tithonkalken der Basis von Schuppe 4 liegt.

Der Schluchtweg steigt nun in zwei Kehren bis zum SE-Eingang an, die beiden Tithonserien noch zweimal kreuzend. Erst der Felsfuss am Eingang der Schlucht, unterhalb des Weges, besteht aus Quintnerkalk der Schuppe 5.

Auf dem gegenüberliegenden Ufer ist nur das Vorhandensein von Eocaen festzustellen; der Bau des Bahntunnels jedoch hat dieselben Verhältnisse wie auf dem linken Ufer feststellen lassen.

Anhang.

Über die tektonischen Zusammenhänge in der autochthonen und parautochthonen Region östlich des Aaretales.

Von P. Arbenz.

1. Morphologischer Überblick.

Jeder Abschnitt am N-Rand des Aaremassivs hat seinen eigenen Charakter in tektonischer wie in landschaftlicher Hinsicht. Die Verschiedenheiten beruhen auf der ungleichen Mächtigkeit und Höhe der Kristallin-Lappen, auf dem Wechsel in der Mächtigkeit des autochthonen Sedimentmantels und vor allem auch auf der wechselnden Beteiligung sogenannter parautochthoner Elemente, die in Form von Deckenresten und Schuppen den autochthonen Mantel begleiten. Dazu kommt ferner der Umstand, dass der Gesamtabfall des ganzen Sedimentmantels gegen N ungleiche Böschung zeigt, bald flacher ausläuft, bald steil zur Tiefe stürzt, und damit hängt auch die Stellung der parautochthonen Schuppen eng zusammen, die bis zur vertikalen Stellung tauchen können.

Gemeinsam ist aber allen Profilen am N-Rand des Massivs zwischen der Jungfrau und dem Aaretal die geringe Mächtigkeit der Tertiärzone, welche das Massiv von der grossen helvetischen Decke mit ihren Doggermassen trennt. Dieses Verhältnis ändert sich erst vom Jochpass an gegen E, wo sich im Tale von Engelberg die Gruppe der Altdorfer-Sandsteine und der Dachschiefer in grosser Mächtigkeit zwischen Decke und Autochthon einschiebt.

Die Charaktermerkmale der Gruppe der Engelhörner, die den Hauptgegenstand der vorliegenden Arbeit von F. Müller bilden, treten am deutlichsten hervor, wenn man sich die Eigentümlichkeiten der verschiedenen Abschnitte des Hochgebirgsrandes von W gegen E fortschreitend rasch vergegenwärtigt.

Im Jungfrau-Massiv ist der Gneislappen, der den Gipfel bildet, so stark vorgestossen worden, dass er Teile der Doldenhorn-Decke eingewickelt hat. Diese krönt am Schwarzen Mönch das Schuppenwerk der autochthonen Hülle und trägt dazu bei, die topographische Mächtigkeit des Kalkmantels in aussergewöhnlicher Weise zu erhöhen. Hier hat man noch allen Grund, dieses parautochthone Element Doldenhorn-Decke zu nennen. Die tiefern Schuppen vergleicht Müller mit dem Gleckstein- und dem Gstellihorn-Lappen.

Schon am Mönch und Eiger jedoch ist die Doldenhorn-Decke verschwunden. Der ganze Kalkabsturz wird dort von verschiedenen Teilen der autochthonen Umhüllung aufgebaut, insbesondere in der imposanten Eigerwand. Müller glaubt auch hier Anteile des tiefern Autochthons, Gleckstein- und Gstellihorn-Lappen, unterscheiden zu können.

Bei Grindelwald ist das Gebirge durch die Gletschertäler in mächtige Querkämme aufgelöst. An ihren Hängen sind die altbekannten Profile aufgeschlossen, die ausser dem Autochthonen im engern Sinne einen Gneislappen des Glecksteins und einen höhern, der dem Gstellihorn entspricht, unterscheiden lassen, die von Kalkkeilen getrennt sind und deren Kalkhülle selbst kompliziert geschuppt und vorgeschoben worden ist. Schon am Wetterhorn schliesst sich der Kalkmantel, ähnlich wie am Eiger, wieder vollkommen zusammen. Von Grindelwald an wird er wieder von parautochthonen Schuppen begleitet, die zur Läsistock- und zur Lauiegg-Schuppe in den Engelhörnern überführen. Sie folgen als vollkommen tauchende, zum Teil sogar überkippte Schuppen dem Fuss

der hohen Wände, die sie ein Stück weit hinauf verkleiden. Wahrscheinlich handelt es sich um Teile der Doldenhorn-Decke. Das Tertiär bleibt auf ein Minimum beschränkt.

Gegen die Engelhörner und das Urbachtal steigen nun, wie MÜLLER zeigen konnte (Fig. 7), die Scheitel der Kristallin-Lappen ostwärts axial rasch herab, sie sind auch nicht mehr so stark nach vorne getrieben. Das Urbachtal, das in seinem untern Teil ein Längstal ist, trennt den Kalkmantel vom Gneis ab, dieser bildet einen eigenen schräg zum Streichen verlaufenden Längskamm. Die grossen Quertäler und Querkämme von Grindelwald sind verschwunden. Immerhin greift das Quertal des Rosenlaui-Gletschers rückwärts noch ins Kristallin hinein und trägt dazu bei, die Gruppe der Engelhörner vom übrigen Gebirge abzulösen. Die Querschnitte des Haslitales und des Rosenlaui-Gletschers, der Längsschnitt im Urbachtal, sie geben zusammen mit den seichten Taleinschnitten und Karen am N-Hang der Engelhörner Einblicke in den Bau des Kalkmantels, wie sie in so reichhaltiger Weise keine andere Partie des Massivrandes ermöglicht. Unter den autochthonen Elementen des Kalkmantels konnte MÜLLER unterscheiden: tieferes Autochthon, Gleckstein-Lappen mit der Augstgumm, Gstellihorn-Lappen und eine Hohjägi-Schuppe. Und daran schliessen sich nun, im E sogar bis auf den Grat hinauf erhalten, das parautochthone Element der Läsistock-Schuppe, in steifer tauchender Stellung; ferner Eocaen und Taveyannaz-Sandstein. Es folgt eine weitere, im Tertiär drin steckende Schuppe, die Lauiegg-Schuppe genannt, und die durch Vorhandensein von Hauterivien-Tschingelkalk gekennzeichnet wird. Aussen darauf folgt das eigentliche Scheidegg-Tertiär, in welchem bestimmt auch die Wildflyschgruppe enthalten ist und in welcher Sandsteinlinsen mit grossen Nummuliten stecken. Erst dann kommt die Basis der helvetischen Decke mit ihrem mächtigen Dogger.

Wie die Profile zeigen, enthält hier der N-Abfall der Kalkmassen in mittlerer Höhe eine Knickung im Gefälle. Die obere Partie fällt steil ab, die untere läuft als Ganzes sanfter aus. Der Riegel des Kirchet mit der Aareschlucht gehört zu diesem flacheren Postament, das aber selbst wieder innerlich stark kompliziert erscheint. Es mag sich wohl nördlich in der Tiefe wieder ein steilerer Absturz anschliessen.

Dieser flach auslaufende N-Teil des Kalkmantels ist in sehr charakteristischer Form auch nördlich der Jungfrau bis gegen Lauterbrunnen hinaus zu sehen, bei Grindelwald aber liegt er so tief, dass er nicht mehr sichtbar wird.

Die Formung der Steilzone, der Knickung und der damit verbundenen Einwicklung höherer Elemente steht in engstem Zusammenhang mit dem Vortriebe der Kristallin-Lappen, sie ergreift alle schon vorher übereinandergetürmten Schuppen des Kalkmantels und auch die Basis der helvetischen Hauptdecke, erweist sich somit als eine junge Deformation des Massivrandes. Sie ist dort am kräftigsten, wo der Hochgebirgsrand auch heute noch am gewaltigsten ist. Alle diese Motive deuten, wie schon oft dargetan worden ist, auf ein jugendliches Alter dieser Bewegung. Die Überhöhung der Berner Oberländer Bergriesen gegenüber der Gipfelflur im N ist wohl noch der sichtbare Ausdruck dieser Deformation, den die Abtragung dank der Widerstandsfähigkeit der Gesteine nicht auszugleichen vermocht hat.

Östlich des Aaretales herrscht noch ein Stück weit, wie gleich gezeigt werden soll, der Bauplan der Engelhörner, dann aber ändert sich die tektonische und morphologische Physiognomie des Massivrandes gründlich. Bis über das Reusstal hinaus formt der Kalkmantel eigene Längskämme mit pultförmigen Gipfeln, die einigermassen an die Blümlisalp erinnern, im Berner Oberland aber sonst fehlen. Die autochthonen Kalkketten (Titliskette, Schlossbergkette, Windgälle) werden im S von Längstälern begleitet, deren subsequente Anlage auffällig ist (Gadmertal, Erstfeldtal, Maderanertal).

Im Berner Oberland gibt es hiefür kaum Analogien, ausser dem untern Teil des schon genannten Urbachtales. Die Kalkgipfel stehen nicht hinter den benachbarten Gneisbergen zurück, überragen sie sogar zum Teil, und auffällig sind die Passlücken, wie Wendenjoch, Schlossberglücke, die sich genau an die Grenzen Kalk-Gneis halten und offenbar sehr alte Zeugen in der Physiognomie des Gebirges sind. In die gleiche Fläche gehört wohl auch die hochgelegene Firnregion des Hüfi- und Claridenfirns, der die nämliche trennende Rolle zwischen Kristallinbergen und dem Kalkschieferkamm der Clariden-

kette zukommt. Ähnlich wie die Kette der Engelhörner im kleinen, ist auch der grosse Gebirgszug Windgälle-Clariden ein schräger Längskamm, das heisst, seine Gipfel bauen sich nicht wie die der Schlossbergkette aus dem gleichen tektonischen Element auf, sondern greifen gegen E zum Teil in höhere Elemente hinauf (Windgälle-Falten, Griesstock-Decke, Kammlistock-Decke, Glarner-Decke). Dabei bleibt die Gipfelhöhe auffallend konstant.

Solche Längstalstücke fehlen, wie bemerkt, dem mittleren Berner Oberland fast ganz. Eine Analogie zum Wendenjoch stellt der Wettersattel dar zwischen dem Kalkgipfel des Wetterhorns und dem Gneisgipfel des Mittelhorns. Zu einer weitergehenden morphologischen Trennung ist es aber hier nicht gekommen.

Erst vom Gspaltenhorn an gegen W fängt der Kalkkamm an, selbständig zu werden, es ist aber nicht mehr der autochthone Kalkmantel des Massivs, sondern die Doldenhorn-Decke, welche diese pultförmigen Berge der Blümlisalpkette formt. Hier beginnen auch wieder die Längstalstücke einzusetzen im Obersteinberg, im hintern Gasterntal und jenseits im Lötschental. Die Formen werden also zu denen im E analoger, wo die Massivaxe niedriger sinkt. Im mittleren Berner Oberland aber ist der auffallendste Zug der gewaltige Steilabfall des Massivs und seines Kalkmantels im N und die Aufteilung des Hochgebirges ostwärts der Jungfrau in mächtige Querkämme, die bis an den N-Absturz hinausreichen. Östlich des Aaretals bleiben diese Querkämme auf die Gneisregion des Trift- und Fleckistockgebietes beschränkt, um weiterhin immer mehr zurückzutreten, und werden von den Kalkketten durch die genannten grossen Längstalstücke morphologisch ganz getrennt.

Dass die Gruppe der Engelhörner zwischen den verschiedenen Bautypen des Massivrandes eine auffallende Mittelstellung einnimmt und Züge des zentralen Berner Oberlandes mit solchen der östlich anschliessenden Regionen verbindet, sowohl in tektonischer wie in morphologischer Hinsicht, geht aus diesen Feststellungen deutlich hervor. Sie könnte als ein Stück Titliskette westlich des Aaretales bezeichnet werden, der Bau ihrer Gneis-Lappen ist aber, in tieferes Niveau herabgesetzt, derjenige der Wetterhörner.

2. Titliskette.

Titliskette und Gental wurden geologisch aufgenommen, ehe man über den Bau der Engelhörner etwas Genaueres wusste. In der geologischen Karte von Engelberg-Meiringen [1]) und im Stereogramm [2]) wurden die Verhältnisse dargestellt, wie sie sich damals aus der Kartierung ergeben hatten. Es gelang mir nicht, Malm und Öhrlikalk systematisch voneinander zu trennen. Auch bis in die letzten Jahre hielt ich die kartographische Ausscheidung für unmöglich. Sie gelang nach F. Müllers Aufnahmen im untern Gental, gelang auch in höhern Teilen der Titliskette. Sie wurde dann aber von W. Maync [3]) 1935/36 für die ganze Titliskette durchgeführt. K. Rohr (**36**) hatte schon früher Stratigraphie und Tektonik der Zwischenbildungen einer intensiven Bearbeitung unterzogen und vorzügliche Profile gezeichnet. Aus diesen Arbeiten ergibt sich in teilweiser Ergänzung der frühern Darstellungen folgendes:

1. Der autochthone Mantel steigt von Innertkirchen gegen SE empor und zeigt am Achtelsässgrätli, nördlich Nessenthal, zahlreiche Schuppungen in den Zwischenbildungen, die denen im untern Teil des Urbachtales entsprechen.

2. Am Sättelipass ist wohl auf tektonische Weise der Malmkalk so stark reduziert, dass die Untergrenze der Kreide dort nur 30 m über dem Dogger liegt. Dies ist der Eingang in die enggepresste Mulde unter den Gneisfalten bei Mettlenberg, nordöstlich ob Gadmen; sie ist nichts anderes als die Keilmulde des Laucherli-Pfaffenkopfs, und die Gneisfalten entsprechen dem Gleckstein-Lappen. Keile wie Gneis-Lappen sind aber gegenüber dem Urbach- und Haslital viel kleiner und kürzer geworden und schrumpfen gegen E noch mehr ein. Im Engelbergertal bleibt davon nur noch eine kleine Falte.

---

[1]) P. Arbenz, Beitr. geol. Karte d. Schweiz, Spezialkarte 55, 1911.

[2]) P. Arbenz, ibid., Spezialkarte 55bis, 1913.

[3]) W. Maync, Die Grenzschichten von Jura und Kreide in der Titliskette. Diss. Bern (1936). Eclogae geol. Helv., Vol. 31, 1938.

3. Die Kalkwand der Gadmerflühe als Hangendes der genannten Gneis-Falten enthält also bestimmt einmal den Gleckstein-Lappen, und schon F. Müller hat in seiner tektonischen Skizze (Fig. 2, Tafel II) angedeutet, dass auch noch der höhere Gstellihorn-Lappen vertreten sein dürfte. Diese Auffassung ist durchaus richtig und hat sich durch die Aufnahmen von W. Mayne in den Gadmerwänden bestätigt. Eine Mulde von Öhrlikalk sticht im Kleingletscher, westlich des Titlis, rückwärts aus dem Malm heraus, sie erscheint wieder in den Wänden der Gadmerflühe s. s. und im Tellistock. Diese Feststellungen waren neu. Sie zeigen, dass der Malmkalk gedoppelt ist. Die Tertiärkrone der Wendenstöcke etc. gehört dieser obern, zweiten Serie an. Es steht nichts im Wege, diese zweite Falte oder Schuppe mit dem Gstellihorn-Lappen zu parallelisieren.

Für die westliche Titliskette können also unterschieden werden:

a) Autochthon im engern Sinne mit den Schuppungen am Achtelsassgrätli;

b) Gleckstein-Lappen mit den Gneis-Falten von Mettlenberg;

c) Gstellihorn-Lappen (nur als Malm, Öhrlikalk und Tertiär). Im E erscheinen diese Elemente nur noch als flachliegende Teilfalten des Kalkmantels ohne nennenswerte Kristallinkerne.

4. Die Kalkzunge, die vom Tellistock gegen N abwärts strebt, enthält die beiden Lappen *b* und *c*, und das darunterliegende Tertiär von Bäregg-Achtelsäss entspricht dem Lindifad des Engelhorn-Profils. Das darüberliegende Tertiär, das in vielen Falten von den Gadmerflühen herabsteigt und faziell mannigfaltige Basisschichten enthält (P. Arbenz **39**), wird durch keine parautochthonen Elemente mehr überlagert, es folgt darauf vielmehr unmittelbar im Jungholzgraben (nördlich Tellistock) und am Engstlensee die helvetische Decke mit verkehrter Schichtreihe. In der Höhe von 1800 m endigt der Kalk des Tellikopf-Lappens mit Öhrlikalk gegen N spitz, und es bleibt nur noch ein schmales Band tertiärer Gesteine übrig zwischen dem tiefern Autochthon im S, das mit geringmächtigem Öhrlikalk abschliesst, und dem verkehrten Schenkel der helvetischen Decke im N. Den Malm, der diesen bildet, möchte man gerne als Kalk einer parautochthonen Lamelle deuten. Dies geht aber nicht, denn er ist durch Argovien und wenig Bajocien mit dem Aalénien der Decke untrennbar verbunden.

Nur etwa 30 m verschleppte und verdrückte Tertiärschiefer trennen hier im mittleren Gental nördlich «Unterm Graben» den Kalk des tiefern Autochthons vom Verkehrtschenkel der Decke, den man hier als einen Rest der Axen-Decke auffassen kann. An keiner andern Stelle am N-Rand des Aarmassivs ist die trennende Zone meines Wissens so schmal. Besondere Umstände haben, wie gezeigt werden soll, die Unterdrückung aller Zwischenelemente hier begünstigt.

Auf dem ganzen N-Hang der Gadmerflühe und der Wendenstöcke kommt kein Malm zum Vorschein. Aller Kalk ist Öhrlikalk. Er enthält auch hier ausschliesslich die Bohnerzbildungen, und auch die in meiner Karte früher ins Tithon eingereihten Korallenkalke liegen im Öhrlikalk, und zwar nahe an seiner Obergrenze.

Die neuern Untersuchungen haben somit bestätigt, dass die Kristallin-Lappen gegen E kleiner, die Keile kürzer werden und schliesslich fast ganz verschwinden. Sie haben aber auch ergeben, dass die Kalkhüllen dieser Lappen ebenfalls an Bedeutung abnehmen. Gleckstein- und Gstellihorn-Lappen sind in der Titliskette vertreten, sie sind aber nicht mehr tief getrennt. Die Tertiärmulden am N-Hang der Gadmerflühe sind nur noch seichte Einfaltungen, und es steht heute noch nicht fest, welche von diesen Mulden der Trennung der beiden genannten Lappen entspricht, die auf der S-Seite der Titliskette durch die tief eingreifende Öhrlikalkmulde ermöglicht wird.

3. Gental und Abhang über Innertkirchen.

a) Die Verhältnisse am Hang nördlich über Innertkirchen, bei Bergschwendi-Rübgarti und am Aeppigerberg (der alten Karte) hatten in der Karte Engelberg-Meiringen zum erstenmal zur Ausscheidung einer parautochthonen Lamelle geführt, die von oben bis nahezu in den Talboden herab durch Tertiär (kohlige Cerithien-Schichten, Sandsteine und Sandkalke) vom unterliegenden Autochthon getrennt wird. Diese Feststellung ermöglichte dann die Ausscheidung der Burg-Läsistock-Schuppe in den Engelhörnern, wo diese mächtiger entwickelt und stratigraphisch klarer ge-

gliedert ist. Die Unterscheidungen von Malm, Graspass-Schichten und Öhrlikalk konnte F. Müller auch östlich der Aare durchführen. Gemeinsam ist beiden Regionen, dass der Malm in der Schuppe nur schwach vertreten ist, dass die Hauptmasse des Kalkes aus hellem Öhrlikalk besteht, in welchem die siderolithischen Breccien, Taschen und Sandsteinlinsen stecken. An beiden Orten fehlt dem Tertiär die Mürrenbreccie, die auf das Autochthon und die Falten des Autochthons beschränkt bleibt, im E aber faziell mannigfaltiger ausgebildet ist.

Auf der Karte Engelberg-Meiringen hatte ich die parautochthone Schuppe bis zum Talboden gehen lassen. Dies ist zweifellos auf der linken Talseite bei Willigen der Fall. Auf der rechten Seite aber konnte Fr. Müller erst kürzlich zeigen, dass die Läsistock-Schuppe sehr wahrscheinlich etwa 80 m über dem Talboden zwischen Schlupf und Wylerli nach unten spitz endigt und auskeilt, herabgeschleppt durch die helvetische Decke. In ihrer Fortsetzung nach unten und W stellt sich eine vom tiefern Untergrund wiederum durch sehr auffälliges Tertiär getrennte Lamelle von Öhrlikalk ein, die ich für die Fortsetzung der Läsistock-Schuppe gehalten hatte, die aber gegen S mit den obersten Teilen der Kirchet-Schuppen des Autochthons zusammenhängt und die auch Mürrenbreccie enthält. Die Abschleppung ihres N-Zipfels nach unten bei Annäherung an die Deckenbasis, die hier aus Aalénien besteht, ist auffällig und bildet ein immer wiederkehrendes Motiv der Tektonik an der Obergrenze des autochthonen Kalkmantels. Auch hier ist, ähnlich wie im Gental bei «Unterm Graben», das Tertiär sehr dünn, wohl nur etwa 50—60 m mächtig. Die Decke hat auch hier nahe über die Köpfe der autochthonen Kalkfalten weggescheuert.

Oberhalb bei Weissenfluh vervollständigt sich unter beträchtlicher Mächtigkeitszunahme diese Zwischenzone. Die Läsistock-Schuppe enthält nur wenig eigenes Tertiär, gleich daran schliesst sich

1. die Taveyannaz-Gruppe;
2. ein Schieferkomplex mit grossen Linsen von eocaenem Quarzitsandstein;
3. Schiefer mit Linsen von unbestimmbarem Kalk, wohl Kreidekalken.

Ein Vertreter der Lauiegg-Schuppe ist nicht zu erkennen, vielmehr möchte ich in diesen Massen, zum Teil wenigstens, schon Teile der Wildflysch-Gruppe erblicken.

b) Im Gental, am Hang zwischen Arni- und Baumgartenalp, ist die Läsistock-Schuppe überall erkennbar. Der Hang schafft ein Längsprofil und lässt feststellen, wie alle tektonischen Elemente linsenförmig an- und abschwellen.

Ausser dieser Schuppe mit ihrem Öhrlikalk lassen sich aber noch andere Elemente unterscheiden, deren Kartierung nicht beendigt ist.

Bei Vorder Arni erscheint darunter eine weitere, durch Tertiär oben und unten abgetrennte Kalklamelle, die auf der alten Karte schon bei Vorder Arni fälschlich mit dem Autochthon verbunden worden ist. Die Trennung geht aber nach Fr. Müllers Beobachtungen weiter nach E. Man kann darin einen Vertreter des Gleckstein-Lappens erblicken. Nach W spitzt sie aus. Es ist möglich, dass auch noch Relikte eines Gstellihorn-Anteils vorhanden sind. Allen diesen tiefern Kalklinsen sind die Mürrenbreccie und ihre Vertreter häufig eigen.

Im wesentlichen ist das Tertiärband, das namentlich bei Unter Balm in der Höhe des Weges Arni-Baumgarten deutlich sichtbar ist, dem Lindifad gleichzusetzen. Die höhere Einspitzung dagegen repräsentieren Chrinnifad, Schoss etc. des Engelhornprofils.

Aber auch über der Läsistock-Schuppe zeigen sich neue, schon früher beobachtete, aber nur zum Teil richtig gedeutete höhere Elemente, so vor allem östlich der Alpen Schlafbühlen und wiederum östlich von Balmenegg, nämlich Linsen, die durch Vorhandensein von buntem Tschingelkalk sich als Vertreter der Lauiegg-Schuppe zu erkennen geben.

Zum Unterschied aber gegenüber den Engelhörnern scheint es, dass diese Teile hier zum Teil wenigstens unter dem Taveyannaz-Sandstein liegen und nicht darüber.

c) Der Kalkkopf unter der Alp Baumgarten besteht aus Öhrlikalk der Läsistock-Schuppe, das Tertiär, auf dem die Alphütten stehen, ist eine komplexe Zone, und darüber erscheint an der Basis der Decke als westlichster Vorposten verkehrter Malm des Mittelschenkels, der gegen E rasch anschwillt, durch eine Aalénienzunge geteilt wird und mit nach E abgelenktem Streichen über das

Gental hinweggeht. Sie findet ihre Fortsetzung in den schon genannten Schichten im Jungholzgraben.

Die Läsistock-Schuppe scheint sehr bald auszukeilen, und auch von W her verschmälert sich die Tertiärzone schnell, um bei der Querung des Gentalwassers ein Minimum der Mächtigkeit zu erreichen, nämlich bei «Unterm Graben» der Siegfriedkarte.

Waren bis hieher alle tektonischen Elemente der Engelhörner unterscheidbar, so erscheint hier die ganze Zwischenzone zwischen Autochthon und der Hauptdecke reduziert, indem alle parautochthonen Linsen und Bänder völlig aussetzen und das Tertiär auf ein Minimum zusammengeht. Gleichzeitig ist das Gesamtstreichen aus ENE mehr nach E gedreht.

Die Ursache dieses eigentümlichen Verhaltens ist in dem Vorhandensein eines interessanten gewölbeartigen Rückens zu suchen, dessen Axe entlang sich das Gental mit NE-SW-Richtung eingeschnitten hat. Diese Störung ist schon in der alten Karte erkennbar und bringt die Trias am Fuss des nordwestlichen Talhanges bis gegen die Gentalhütten (1200 m) hinein zutage. K. Rohr (**36**) hat gefunden, dass diese Aufwölbung im untern Gental ganz unsymmetrisch ist, einen sanften NW-Abfall und einen flexurartigen steilen SE-Abfall besitzt. Er nannte sie daher Gentalflexur. Mag es nun mehr ein Bruch oder eine Flexur oder eine Falte sein, jedenfalls ist es eine widersinnige Aufwölbung, die am N-Abfall des Massivs eine Strecke weit ein Gegengefälle erzeugt und durch das nordöstliche Streichen auffällt. Sehr deutlich ist zu sehen, dass sich in den höhern Schichten taleinwärts diese Wölbung ausgleicht, dass die Asymmetrie verschwindet. Dort nun, wo diese Wölbung axial unter die Hauptdecke hineinstreicht, nämlich oberhalb von Schwarzental, bei «Unterm Graben», finden wir die Ausdünnung der tertiären Zone, das Aussetzen der parautochthonen Lamellen, das kräftige Einsetzen des Mittelschenkels der Decke (Axendecken-Anteil). Die Unebenheit muss also schon bei der Deckenbewegung eine Rolle gespielt haben, hat den für die Zwischenzone vorhandenen Raum bestimmen helfen und einen Wechsel im Baustil des Autochthons mitbedingt. Von hier an hören die direkten Analogien mit den Engelhörnern und ihrer Gliederung auf. Hat in der Titliskette die Verkleinerung der Kristallin-Lappen von W gegen E das Hauptmotiv für die Veränderungen im innern Bau des Kalkmantels abgegeben, so spielt auf dessen Aussenseite für die Art und Weise der Auflagerung der helvetischen Decke das Vorhandensein dieser Gentalstörung eine Rolle.

Merkwürdig ist, dass sie sich in der südwestlichen Verlängerung im Urbachtal nicht mehr nachweisen lässt.

Es unterliegt keinem Zweifel, dass diese Gentalstörung nicht zu den jungen Deformationen gehören kann, sondern schon vor und während der Deckenbewegung vorhanden gewesen sein muss.

4. Jochpass und Tal von Engelberg.

Am Engstlensee liegt die helvetische Decke mit Resten eines verkehrten Schenkels direkt auf dem Bartonien-Sandstein des Autochthons, wahrscheinlich des Gleckstein-Lappens.

Gegen E, d. h. gegen den Jochpass, verändern sich die Verhältnisse nun in zweierlei Hinsicht: das autochthone Tertiär wird mehr und mehr abgescheuert, so dass die nördlichen Elemente direkt auf dem Öhrlikalk ruhen. Erst gegen den Abhang des Titlis erholt es sich wieder zu seiner normalen Mächtigkeit (Rotgrätli). Das Aufruhende, durch Abscherungs- und Gleitflächen von der Unterlage scharf getrennt, ist nun aber nicht mehr die helvetische Hauptdecke, sondern es schiebt sich zwischenhinein:

1. der Taveyannaz-Sandstein des Jochstocks und seine begleitenden Schiefer;
2. darüber das Lutétien der Jochpass-Zone;
3. an der Steinigen Egg eine Kalklinse als Rest der parautochthonen Decke Weissberg-Gitschen-Griesstock. Erst dann folgt:
4. der Mittelschenkel der Hauptdecke mit Malm, Dogger etc.

Es haben sich also auf Kosten des autochthonen Tertiärs der Taveyannaz-Sandstein und das Lutétien der Jochpass-Zone eingestellt. Dieses letztere möchte ich vorläufig der eingewickelten Wildflysch-Decke zurechnen.

Am NW-Grat des Titlis, an der Rotegg, vervollständigt sich die Serie noch mehr, indem sich dort zwischen Taveyannaz-Sandstein und autochthones Tertiär eine Lamelle von Öhrlikalk mit eigenem Tertiär (Quarzit der Rotegg) einschiebt. Auf dem Taveyannaz-Sandstein liegen Schiefer, die zum Teil dem Wildflysch-Komplex angehören.

Diese neue parautochthone Lamelle der Rotegg dürfte der Läsistock-Schuppe entsprechen. Nach E findet sich in der Hohe Faulen-Schuppe ein Analogon.

Über der Wildflyschmasse liegen auch hier Reste der Weissberg-Linse.

Gegen das Tal von Engelberg hinab vollzieht sich nun eine weitere wichtige Veränderung des Profils: zwischen Rotegg- (Läsistock-) Schuppe oben und autochthones Tertiär unten schiebt sich mit rascher Mächtigkeitszunahme nach N und unten der Komplex des Altdorfer-Sandsteins und der Dachschiefer ein, während die Taveyannaz-Sandsteine am Grat oben zurückbleiben und auch die Rotegg-Schuppe keine Fortsetzung mehr zeigt. Der Wildflysch-Komplex konnte hier noch nicht ausgeschieden werden, er erscheint aber jenseits des Tales bei der Alp Tagenstal auf dem Altdorfer-Sandstein in mächtiger Ausbildung und enthält Linsen von Lutétien-Nummulitenkalk und Quarzit, überlagert vom Malmkalk der Weissberg-Linse.

Vom Jochpass an sehen wir die Gleitbahn der helvetischen Decke, begleitet von der Weissberg-Linse, sich vom autochthonen Kalk entfernen. Sie fällt mit ca. 25° nach WN, während der Kalk des Autochthons als Ganzes viel steiler, zum Teil vertikal hinabsteigt. In diesem Zwischenraum erscheint der Altdorfer-Sandstein.

Aber wichtig für die regionalen Zusammenhänge ist der Umstand, dass am Jochpass, im Hintergrund der Trübseealp und an der Rotegg der Taveyannaz-Komplex allein auftritt, ohne Altdorfer-Sandstein, und dass jener über der parautochthonen Rotegg-Schuppe liegt, somit parautochthon ist. Schon auf der Karte Engelberg-Meiringen wurde dieser Komplex daher als «vom Autochthonen tektonisch getrennt» bezeichnet.

Es wird kaum möglich sein, zu sagen, ob der Taveyannaz-Sandstein und die Rotegg-Schuppe zur Läsistock- oder zur Lauiegg-Schuppe oder zu beiden zu zählen sei. Möglich ist es jedenfalls, dass Taveyannaz-Gruppe und Rotegg-Schuppe einer gemeinsamen Schichtreihe entstammen. Sie erinnern an die Hohen Faulen-Schuppe der Windgälle-Region.

Jochpass und Titlis ermöglichen daher die Parallelisation der Elemente mit dem Windgällen-Klausenpassabschnitt:

Weissberg-Gitschen-Linse	= Griesstock-Decke
Wildflysch-Zone	= Wildflysch-Zone
Taveyannaz-Sandstein und Rotegg-Schuppe	= Hohe Faulen-Schuppe
Autochthon mit seinen Falten	= Tieferes Autochthon

Die Windgällen-Falte hat hier im W keine Fortsetzung hinterlassen.

Bezeichnend für beide Regionen ist, dass der Wildflysch unter der Griesstock-Decke liegt. Dieses Verhalten bleibt bis nach Glarus hinüber das gleiche. Die eingewickelte Wildflyschmasse liegt nicht zwischen helvetischer Hauptdecke und den autochthonen + parautochthonen Falten, sondern zwischen tieferem Autochthon und der parautochthonen Griesstock-Decke.

5. Zusammenfassende Bemerkungen.

Für das Berner Oberland bis hinein ins Gental ist charakteristisch das Fehlen der altoligocaenen Altdorfer-Sandsteine, für die ganze Region östlich des Titlis das Vorhandensein dieser immer mächtiger werdenden Masse.

Diese Sandsteinmasse ist es, welche die helvetische Decke vom autochthonen Mantel räumlich abtrennt. Sie gehört nach allem, was wir bis jetzt wissen, dem nördlichen Autochthon an.

Die Taveyannaz-Gruppe, im W zur Diablerets-Decke im wesentlichen gehörend, schliesst sich im Berner Oberland an die Gellihorn-Decke, die Läsistock- und Lauiegg-Schuppe an, am Titlis kann sie keinem tiefern Element als der Rotegg-Schuppe angehören. In der Windgälle ist sie der gleichwertigen Hohe Faulen-Schuppe eigen.

Da wir aber in der Läsistock-Schuppe sehr wahrscheinlich Teile der Doldenhorn-Decke vor uns haben, so müssen wir als Hauptvertreter dieser Einheit im E den Komplex der Windgälle und Hohen Faulen-Falten annehmen.

Diese hier dargestellten Zusammenhänge wurden zum Teil schon von M. Luther [1]) und im geologischen Führer von mir behandelt [2]).

Die Hauptfrage, die sich nun erhebt und die auch die Geologie der Engelhörner wieder berührt, ist folgende: warum fehlt der grosse Komplex des Altdorfer-Sandsteins vor dem mittleren Aarmassiv? Warum kommt er erst wieder im W, z. B. im Val d'Illiez?

Dass er bloss mechanisch ausgedünnt oder unter und mit der Decke weiter nach N verschoben worden sei, dafür haben wir gar keine Anhaltspunkte. Wohl ist im alpinen Randflysch die Wildflyschmasse vertreten, wohl sind auch Taveyannaz-Sandstein und Dachschiefer dorthin verschleppt worden (östlich des Thunersees), aber von Altdorfer-Sandstein in grösseren Massen ist dort nichts bekannt.

Er verschwindet auch nicht allmählich von E gegen W, sondern geht am Titlis unter die Rotegg-Schuppe hinunter und verschwindet auf einmal. Dass im Scheidegg-Tertiär einzelne Reste vorkommen können, ist möglich, aber nicht sicher. Meistens stehen sie dem Taveyannaz-Sandstein näher und gehören zu demselben. Eine besondere Bedeutung besitzen die von W. Scabell erwähnten Sandsteine des autochthonen Tertiärs bei Hohturnen am Mettenberg bei Grindelwald, die er in die Gruppe der Taveyannaz-Sandsteine und der Altdorfer-Sandsteine-Dachschiefer stellt. Diese Stelle verdient eine erneute Prüfung. Hier handelt es sich vielleicht um einen Rest autochthonen Altdorfer-Sandsteins.

Wo der Altdorfer-Sandsteinkomplex mächtig auftritt, ist er überall von der Flysch-Decke der Blattengrat-Schichten und des Wildflyschs, und zwar häufig diskordant, überlagert, so in den Glarner Alpen, so aber auch am Surenenpass. Diese Überlagerung zeigt Merkmale einer Überschiebung, die auf eine Abtragungsfläche übergegriffen hat, somit einer Reliefüberschiebung. Es ist jedenfalls die Möglichkeit im Auge zu behalten, dass die Altdorfer-Sandsteinmasse im Berner Oberland vor Überschiebung des Wildflyschs abgetragen worden ist, dass aber die südlicher folgenden, etwas älteren Massen der Taveyannaz-Gruppe mehr verschont geblieben sind. Wildflysch und wildflyschähnliche Schiefer finden wir ja nach W bis zur grossen Scheidegg. Sie erscheinen wieder vor und unter der Doldenhorn-Decke (Lötschbergtunnel), sind also fast überall zu finden.

Diese Auffassung würde nicht ausschliessen, dass in der mittleren Partie des Berner Oberlandes der Altdorfer-Sandsteinkomplex schon primär von geringerer Mächtigkeit gewesen ist als weiter im Osten; ich möchte die Annahme primär geringerer Mächtigkeit und nachfolgender Abtragung der Hypothese einer blossen mechanischen Ausdünnung oder Abschürfung vorziehen.

---

[1]) M. Luther, Die tektonischen stratigraphischen Zusammenhänge östlich und westlich der Reuss zwischen Brunnen und Amsteg. Jahrb. Phil. Fak. II, Universität Bern, **7** (1927) 113.

[2]) P. Arbenz, Die helvetische Region in: Geolog. Führer der Schweiz, Fasc. 2, p. 96; Basel 1934, insbesondere Tabelle p. 111.

Geologische Profile durch die Engelhörner

von FRANZ MÜLLER

1 : 20 000

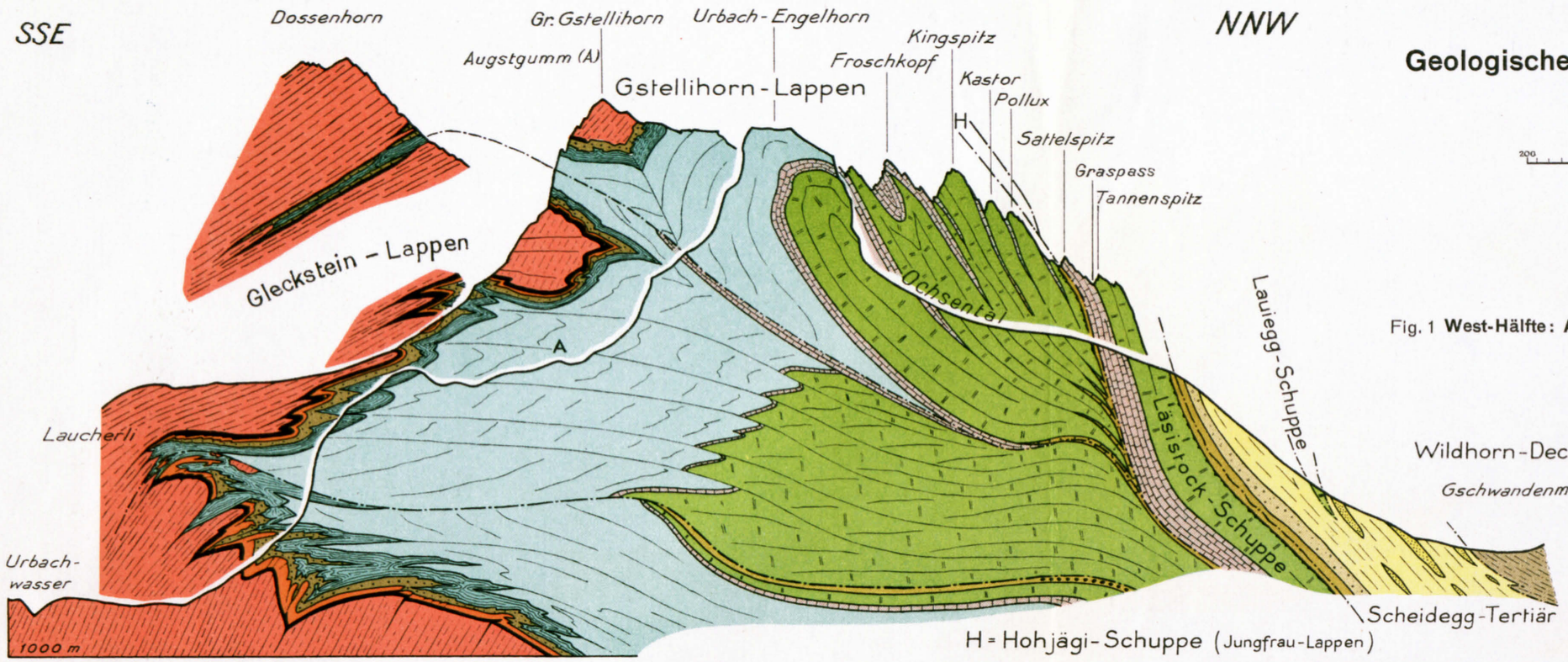


Fig. 1 **West-Hälfte: Abschnitt Dossenhorn-Urbach Engelhorn**

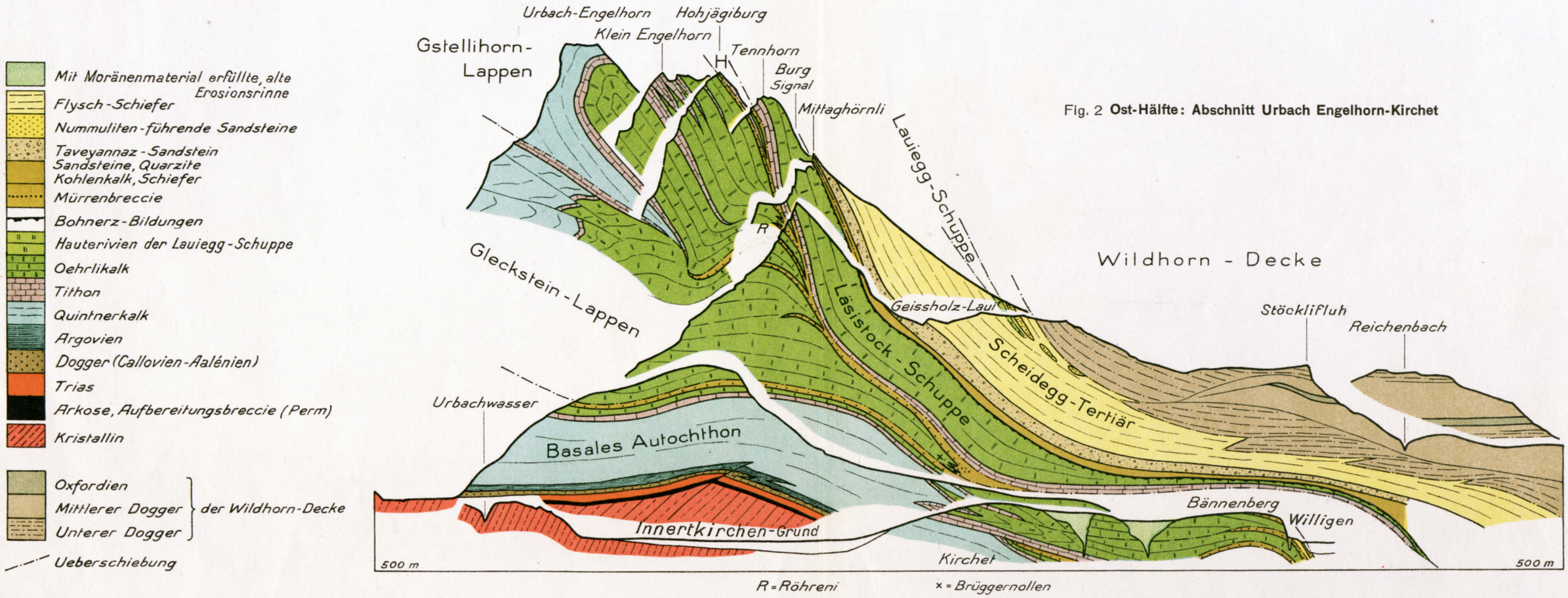
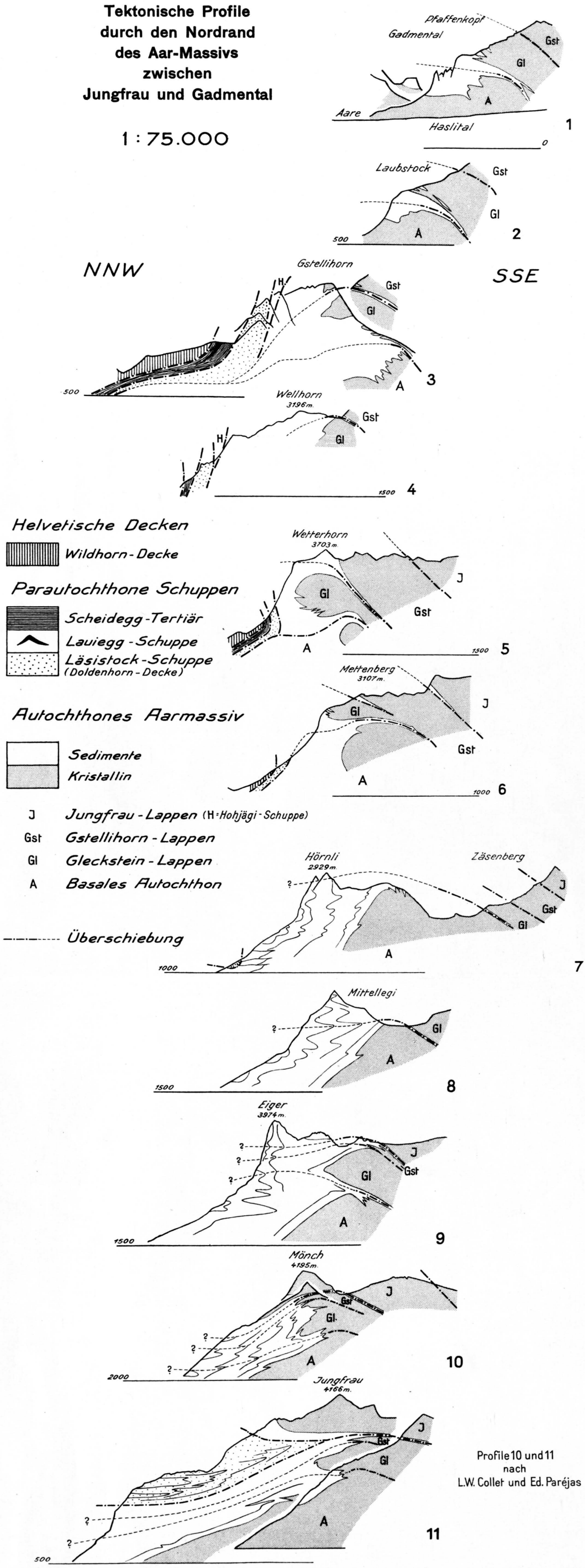


Fig. 2 **Ost-Hälfte: Abschnitt Urbach Engelhorn-Kirchet**

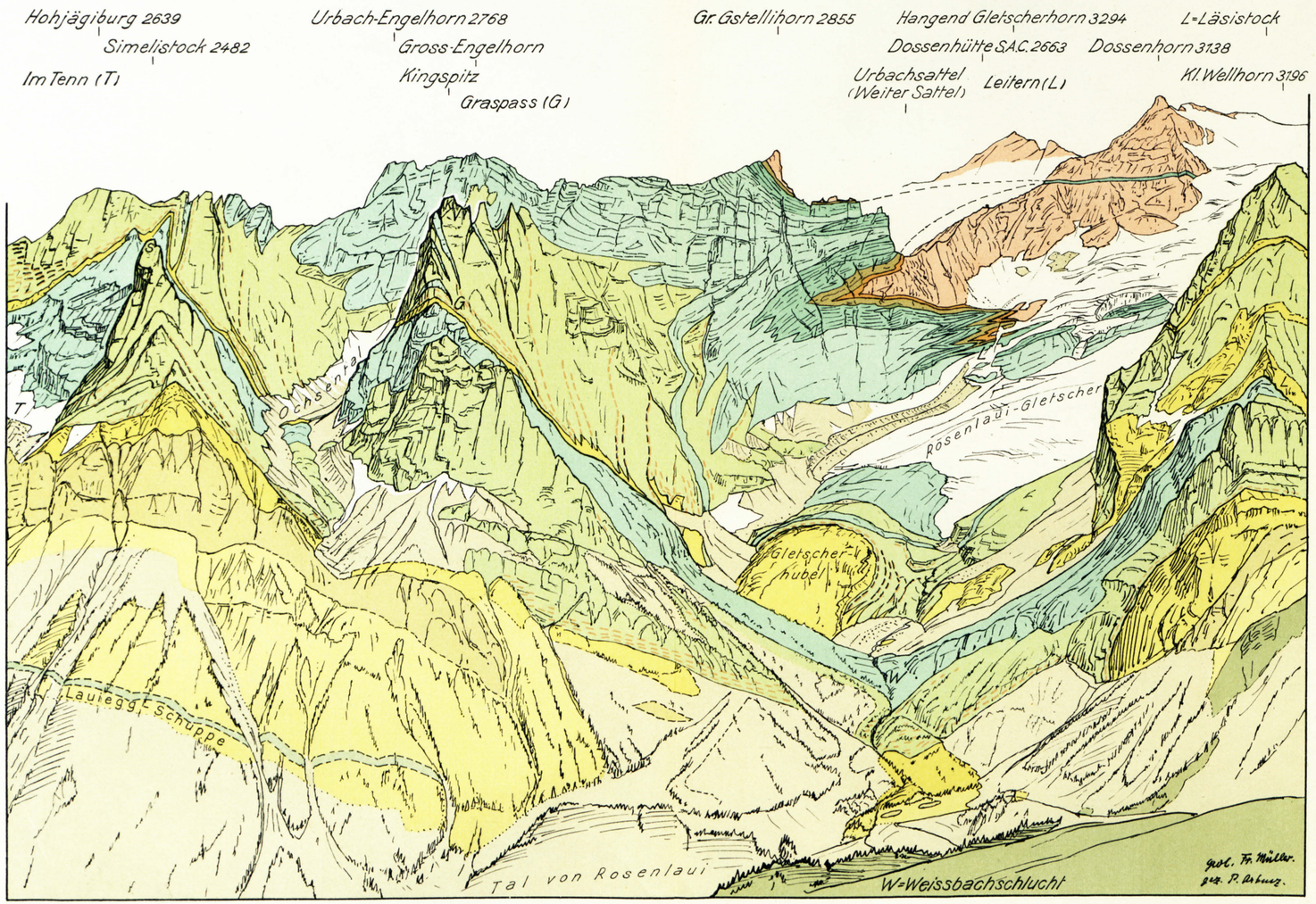
Kümmerly & Frey, Bern.

Tektonische Profile durch den Nordrand des Aar-Massivs zwischen Jungfrau und Gadmental

1 : 75.000



Profile 10 und 11 nach L.W. Collet und Ed. Paréjas



Ansicht der Engelhörner von Nordwesten

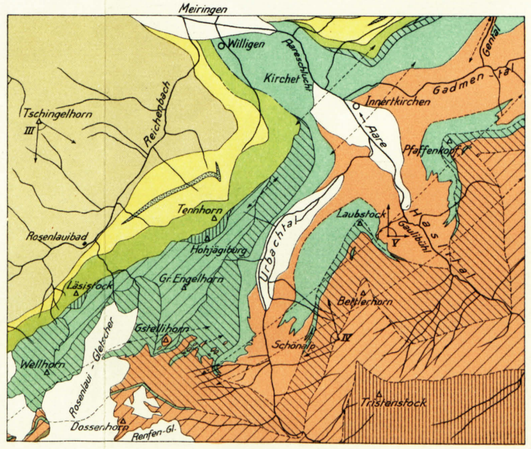
Gezeichnet von P. ARBENZ nach photographischen Aufnahmen der Eidg. Landestopographie (Standpunkt der Aufnahme Tschingelhorn, 2324 m, südwestlich Meiringen, Blatt 392, Station 1357).
Geologie von FRANZ MÜLLER.

Legende

- Schnee und Gletscher
- Schutt und Moränen
- Bajocien-Aalénien der Wildhorn-Decke
- Flyschschiefer inkl. Wildflysch } Scheidegg-Tertiär
- Taveyannazsandstein
- Kreide (Hauterivien) der Lauiegg-Schuppe
- Eocaen der parautochthonen und autochthonen Schuppen
- Siderolithischer Oehrlikalk
- Oehrlikalk
- Tithon Quintnerkalk, } Malmkalk
- Argovien
- Dogger
- Trias
- Kristallin

Tektonische Kartenskizze der Engelhorn-Gruppe

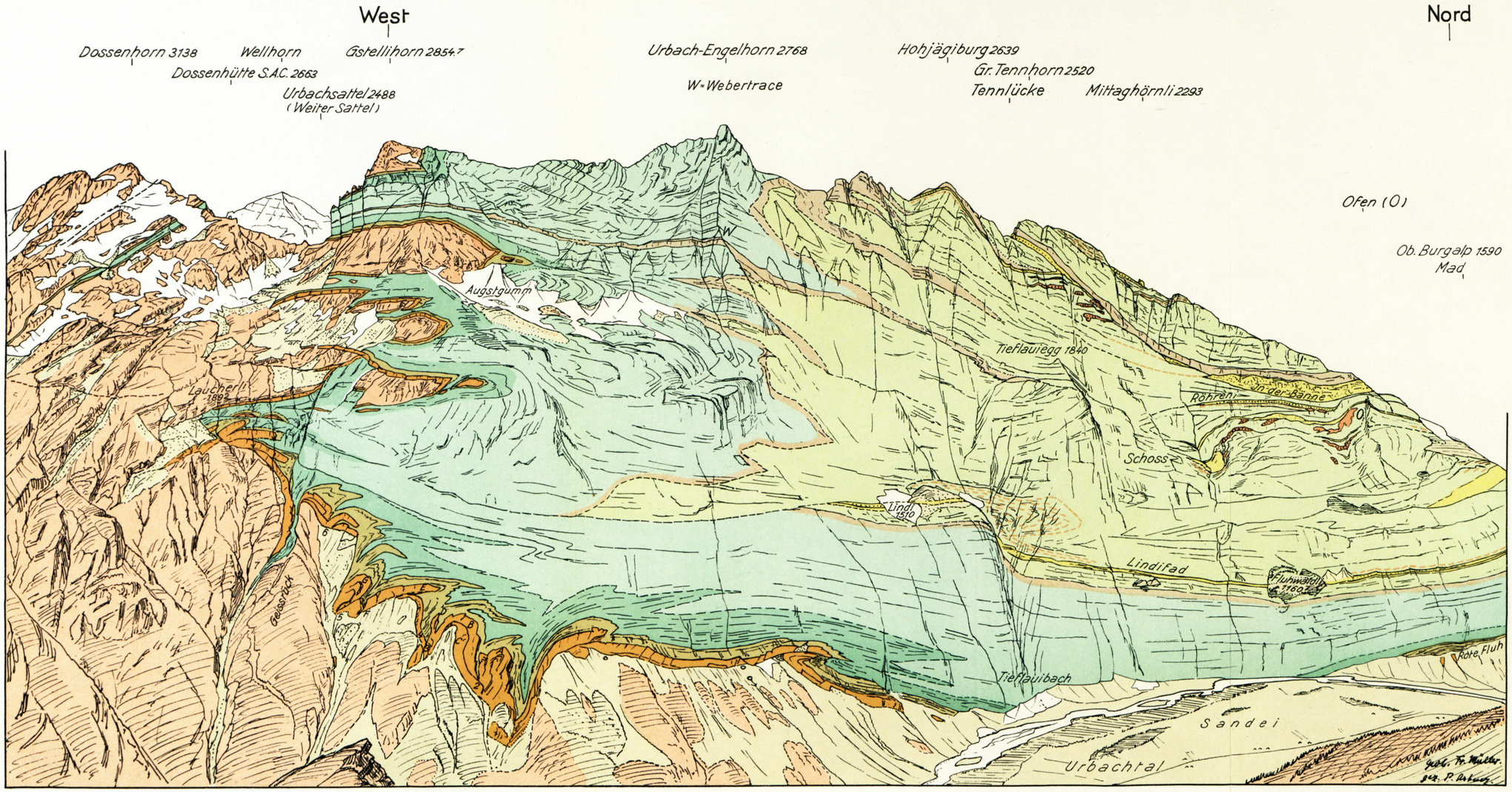
1 : 100 000



Standorte für die Ansichten Tafel III—V

- WILDHORN-DECKE
- SCHEIDEGG-TERTIÄR
- PARAUTOCHTHON
  - Lauiegg-Schuppe
  - Läsistock-Schuppe
- AUTOCHTHON (Sed. / Krist.)
  - Hohjägi-Schuppe
  - Gstellihorn-Lappen
  - Gleckstein-Lappen
  - Basales Autochthon
- Faltenstreichen

Kümmerly & Frey, Bern.



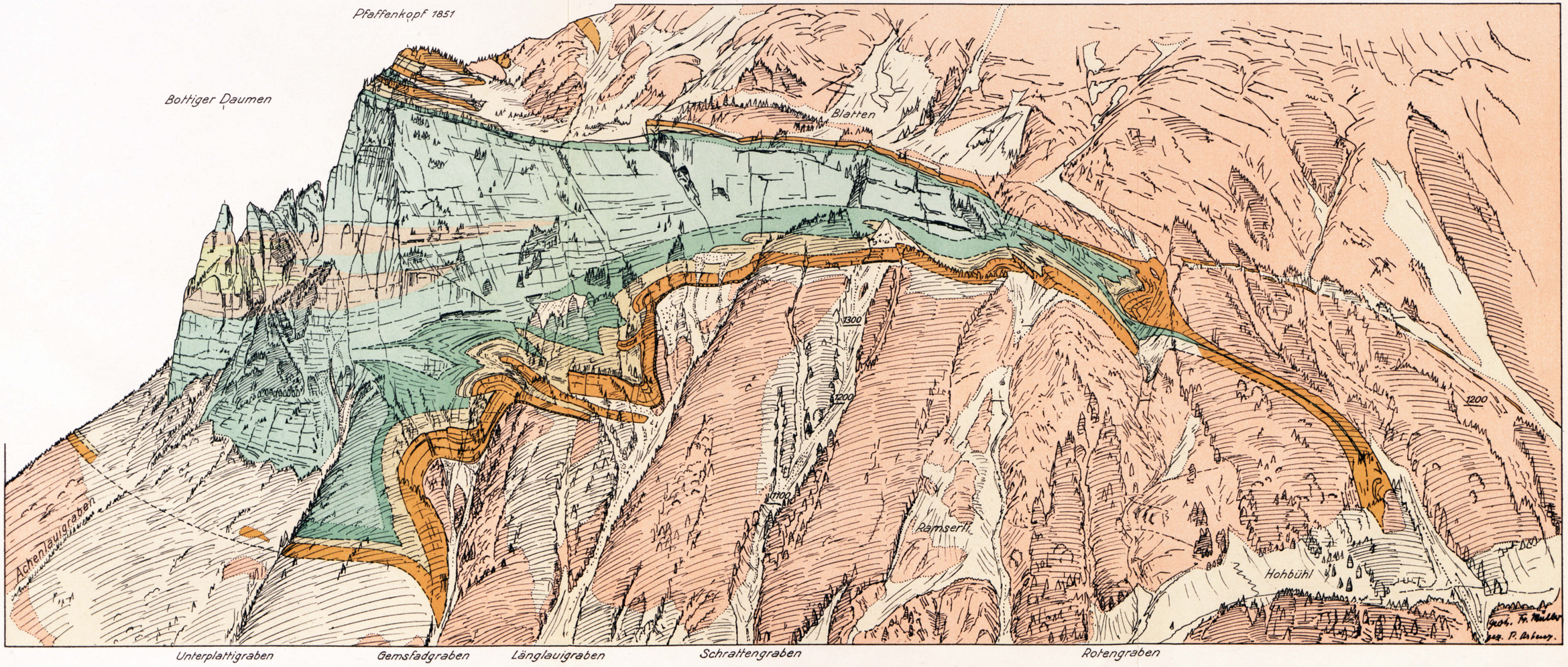
Legende

- Gletscher, Schnee
- Schutt und Moränen
- Eocaen
- Bohnerzbildung
- Siderolithischer Oehrlikalk
- Oehrlikalk
- Tithon
- Quintnerkalk, Malmkalk
- Argovien
- Dogger
- Trias
- Kristallin

Ansicht der Engelhörner von Südosten

Gezeichnet von P. ARBENZ nach photographischen Aufnahmen der Eidg. Landestopographie (Standpunkt der Aufnahme oberhalb Schönalp im Urbachtal bei 1976 m, Blatt 397, Station 1456). Geologie von FRANZ MÜLLER.

Kümmerly & Frey, Bern.



Ansicht des Pfaffenkopf-Keils von Südwesten

Gezeichnet von P. ARBENZ nach photographischen Aufnahmen der Firma Leupin & Schwank, Bern (Standpunkt der Aufnahme oberhalb Gaulibühl, 1231 m, unterhalb des Laubstocks). Geologie von FRANZ MÜLLER.

Schutt | Oehrlikalk | Tithon | Quintnerkalk, Malmkalk | Argovien | Dogger | Trias Sandstein | Kristallin

Kümmerly & Frey. Bern.

Beiträge zur geol. Karte der Schweiz, Neue Folge, Liefg. 74, 1938 TAFEL VI

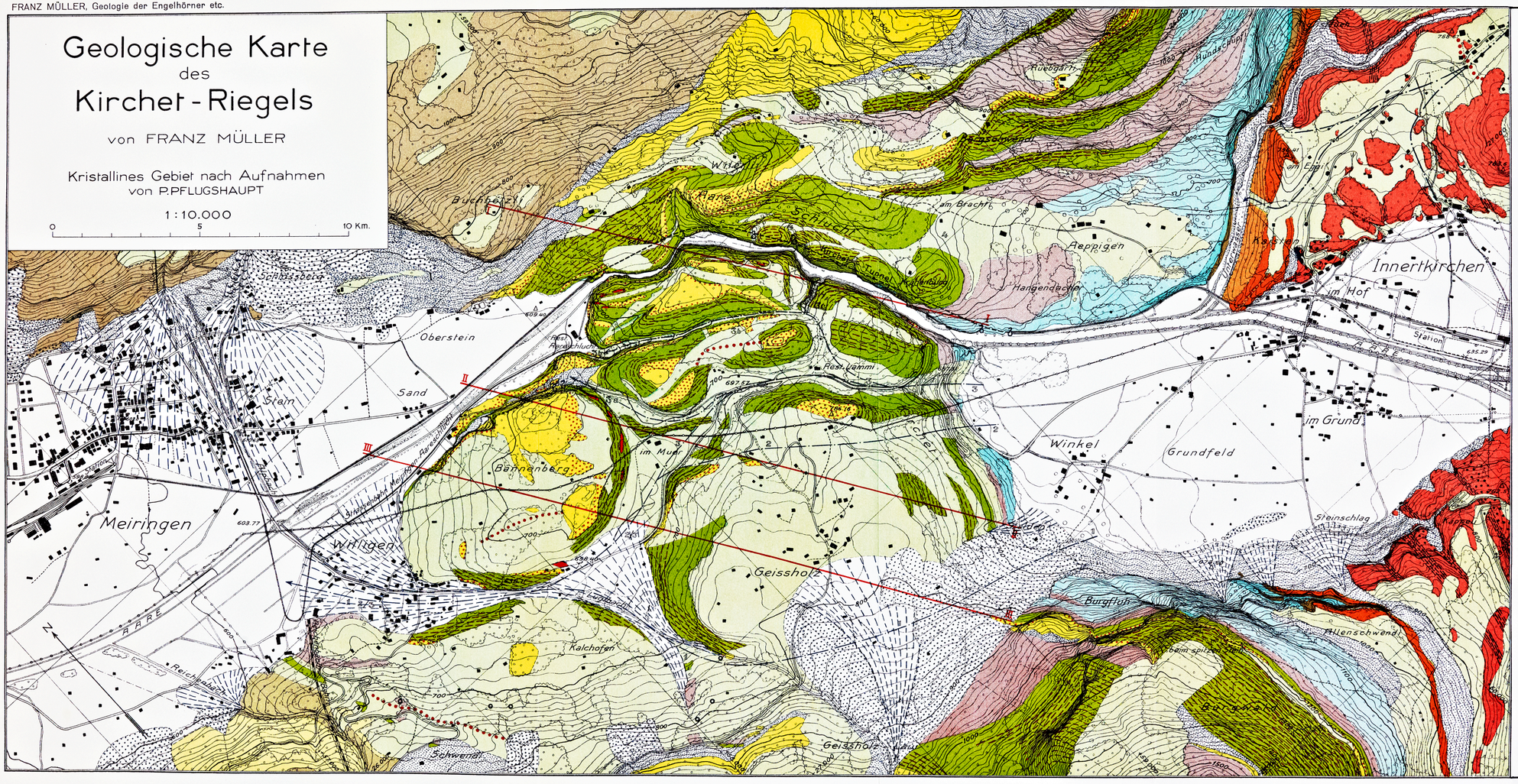
Geologische Karte des Kirchet-Riegels

von FRANZ MÜLLER

Kristallines Gebiet nach Aufnahmen von P. PFLUGSHAUPT

1 : 10.000

0 5 10 Km.



Legende

- Quelle
- Fossilfundstelle
- Gletschermühle
- Alte Erosionsrinnen I–4
- I II III Profillinien (Tafel VII)
- Bachschuttkegel
- Rutschung und Sackung
- Gehängeschutt
- Bergsturz
- Moräne, mit Wall

WILDHORN-DECKE

- Oxfordien
- Mittlerer Dogger
- Unterer Dogger

SCHEIDEGG-TERTIÄR

- Flysch-Schiefer, -Sandsteine und mergelige Kalke
- Taveyannazsandstein

PARAUTOCHTHON UND AUTOCHTHON

- Sandsteine, Sandkalk, Kohlenkalk } Ober-Eocaen (Priabonien)
- Mürrenbreccie } Ober-Eocaen (Priabonien)
- Bohnerzbildung
- Siderolithischer Oehrlikalk
- Oehrlikalk
- Tithon
- Quintnerkalk (Kimeridgien-Séquanien)
- Argovien
- Dogger (incl. Aalénien)
- Rötidolomit, oberer, rötlicher Teil
- Sandsteinbank
- Rötidolomit, unterer Teil

KRISTALLINES AAR-MASSIV

- Innertkirchner-Kristallin (Resorptionsreicher Granit und Gneis)
- reich an sedimentogenen Einschlüssen (Hornfels, Glimmerhornfels, Kalksilikatgesteine)
- schieferig
- Marmorschollen (paläozoisch)

Kümmerly & Frey, Bern.

Fig. 1

Geologische Profile durch den Kirchet - Riegel

von Franz Müller

Massstab 1 : 10 000

0 50 100 200 300 400 500 m.

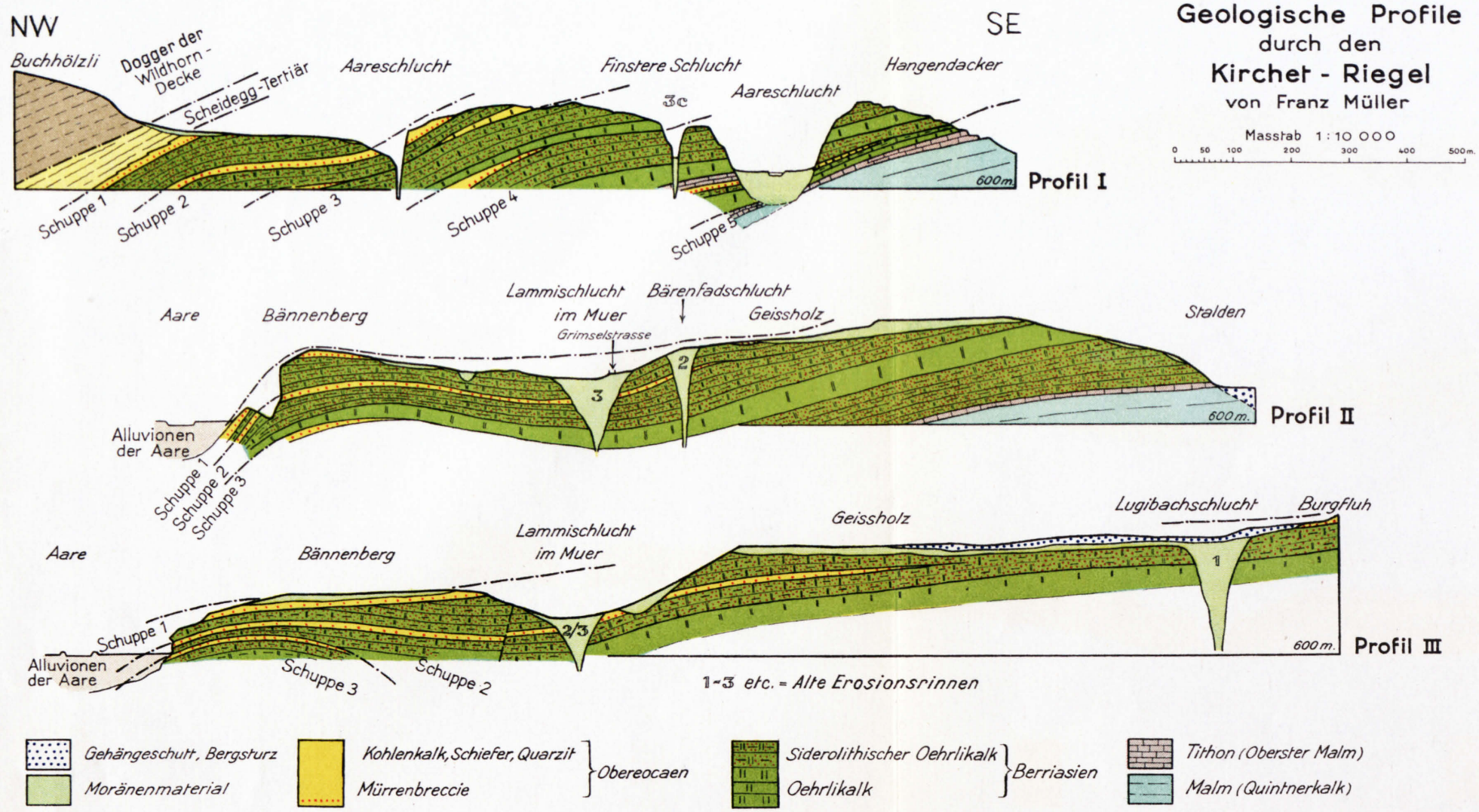
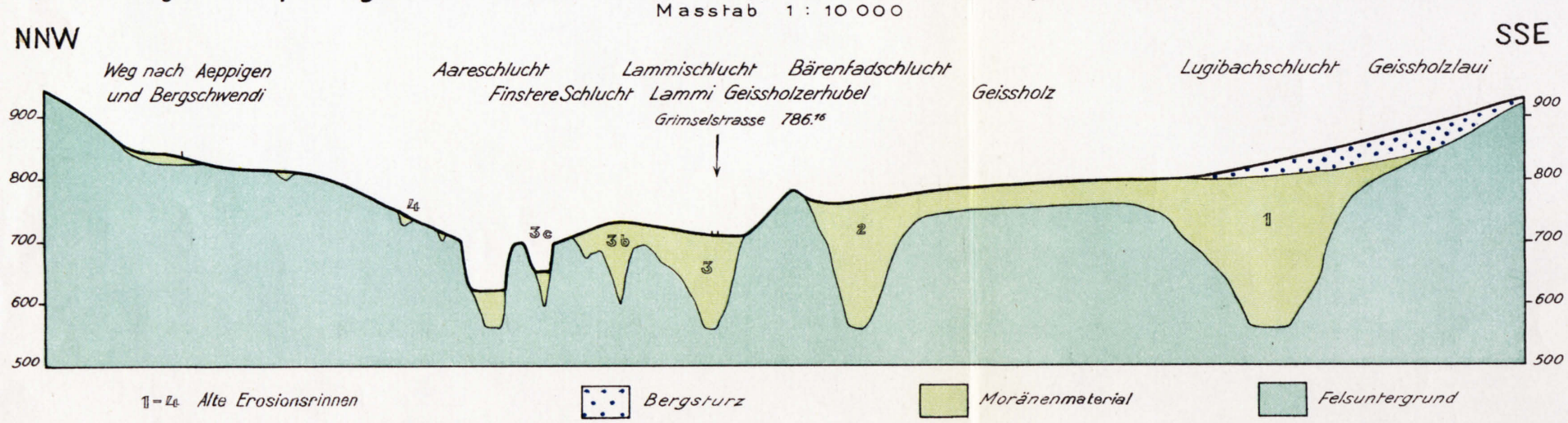


Fig. 2 **Morphologisches Profil durch den Kirchet - Riegel quer zu den Aareschluchten**

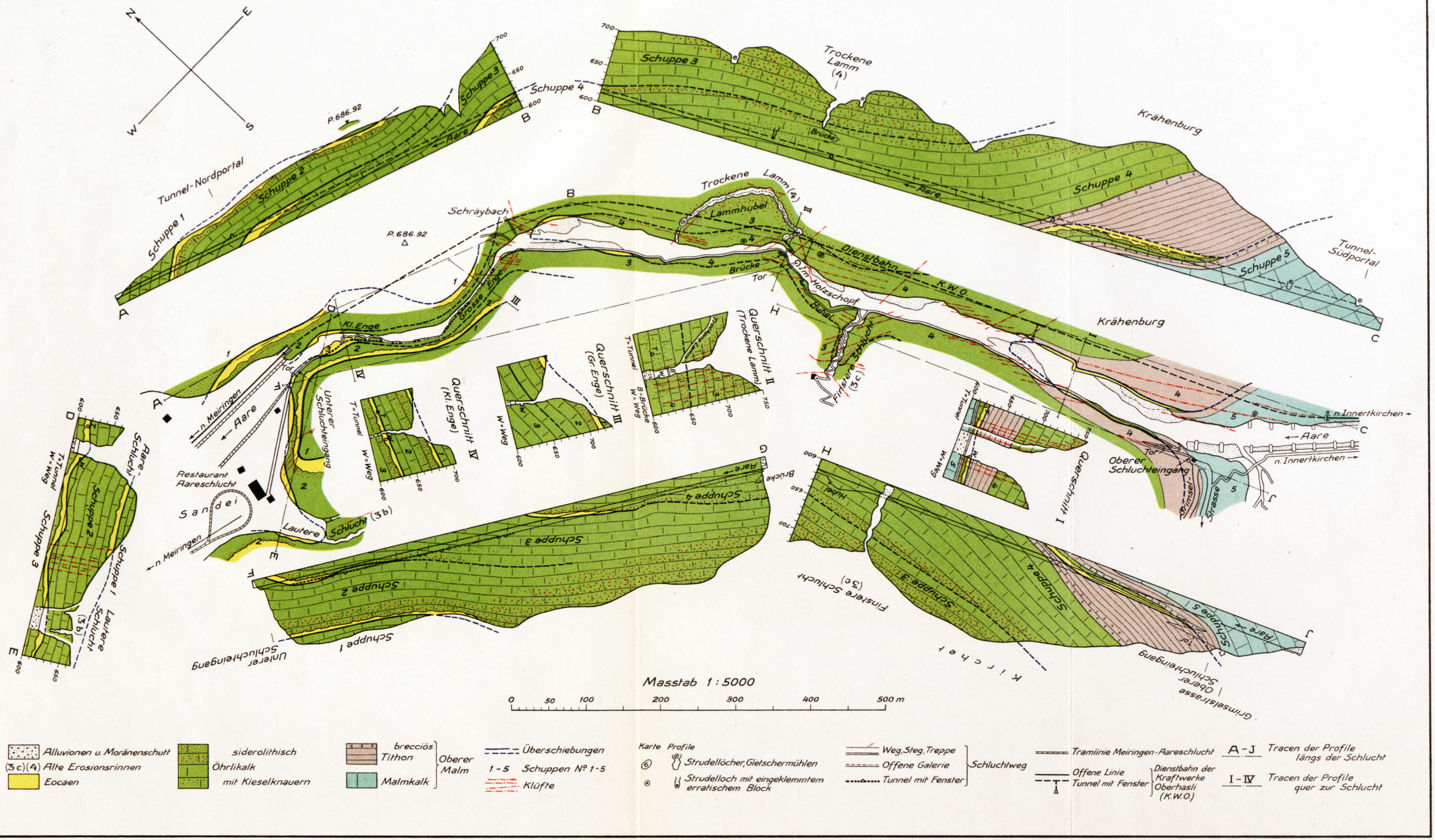
Massstab 1 : 10 000



Kümmerly & Frey, Bern.

Geologische Kartenskizze und Profile der Aareschlucht

von Franz Müller



Kümmerly & Frey, Bern.