

Stratigraphie

Objekttyp: **Chapter**

Zeitschrift: **Eclogae Geologicae Helvetiae**

Band (Jahr): **31 (1938)**

Heft 1

PDF erstellt am: **18.09.2024**

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Inhalten der Zeitschriften. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern.

Die auf der Plattform e-periodica veröffentlichten Dokumente stehen für nicht-kommerzielle Zwecke in Lehre und Forschung sowie für die private Nutzung frei zur Verfügung. Einzelne Dateien oder Ausdrucke aus diesem Angebot können zusammen mit diesen Nutzungsbedingungen und den korrekten Herkunftsbezeichnungen weitergegeben werden.

Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Die systematische Speicherung von Teilen des elektronischen Angebots auf anderen Servern bedarf ebenfalls des schriftlichen Einverständnisses der Rechteinhaber.

Haftungsausschluss

Alle Angaben erfolgen ohne Gewähr für Vollständigkeit oder Richtigkeit. Es wird keine Haftung übernommen für Schäden durch die Verwendung von Informationen aus diesem Online-Angebot oder durch das Fehlen von Informationen. Dies gilt auch für Inhalte Dritter, die über dieses Angebot zugänglich sind.

- 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.

Aus der lithologischen Beschreibung der Gesteinstypen in den Grenzschichten zeigt es sich nun, dass wir hier in der autochthonen Titliskette z. T. auch Äquivalente der „Graspas-Schichten“ vor uns haben. Es scheint mir aber auch hier nicht angebracht, die Lokalbezeichnung „Graspas-Schichten“ ohne weiteres auf unsere Grenzschichten zu übertragen, obschon diese ebenfalls „dolomitische Breccien und Mergel“ enthalten. Denn einerseits treten in den Grenzhorizonten der Titliskette zahlreiche, verschieden ausgebildete Breccientypen auf, so dass die Bezeichnung „dolomitische Breccien“ zu eng gefasst wäre. Andererseits finden sich wohl vereinzelt Mergelschichten mit den Portlandbreccien vergesellschaftet, aber dieselben kommen eben nur untergeordnet und sporadisch vor. Aus diesen Gründen halte ich es für richtiger, in einzelnen Profilen der Titliskette eher von einer „Graspasfazies“ zu sprechen, und zwar dann, wenn zusammen mit den Brecciensedimenten auch die graubraunen, dünn geschichteten Mergel (vgl. S. 40) mit einem wechselnden Dolomitgehalt auftreten.

Im Zusammenhang mit den Sedimenten der Graspasfazies können stellenweise auch die zähen, grauen, kristallinen Linsen von Dolomit stehen.

Die von den dolomitischen Mergeln begleiteten Breccienvarietäten, also vor allem die onkoidischen Breccien der Titlis-Südwand mit ihrer reichen Mikrofauna, seien in Anlehnung an das oben Gesagte auch „Graspasbreccien“ genannt.

III. Stratigraphie.

A. Einzelprofile.

1. Sättelipass.

Fig. 4.

Zur Aufnahme dieses Profiles benützt man das Weglein, das von Birchlualp (1610 m) im Gadmental über das Sätteli nach Engstlenalp (1839 m) hinüberführt. Noch besser aufgeschlossen sind die Schichten allerdings zur Rechten (im Sinne des Aufstiegs), man erreicht dann über brüchige Felsen das Grätchen, das sich vom Tellistock zum Sättelipass zieht, und nicht die eigentliche Passlücke.

Hier konnte folgendes Profil von unten nach oben aufgenommen werden:

60 m Argovien + Malmkalk mit schwarzem Bruch.

1 bis 3 Grenzschichten:

1. 0,3 m dunkler, auf dem Bruch gefleckter Kalk, rau, oft gelblich anwitternd, bei ca. 2000 m.
2. 1 m hellgrauer, glatt brechender Kalk, auf frischem Bruch häufig helle, elliptische Flecken. Wittert hellgelblich und staubig an.
3. 0,3 m wie 1., mit zahlreichen ? Dolomit- oder Sideritkörnern (Dünnschliff).
4. 4 m heller, gebankter Kalk, ähnlich 2., vom Öhrlikalk im Handstück nicht zu unterscheiden.
5. 1 m dunkelgrauer, geschichteter, stark calcitisierter Kalk. Laminiertes Öhrlikalk.
6. 8—10 m heller Kalk wie 4. und 2. Mit dem Hammer lässt sich das Gestein zu weissem Mehl zerschlagen, an verwitterter Oberfläche sind oft kleine schwarze Höckerchen vorhanden. Gelbliche Anwitterungsfarbe. Öhrlikalk.

7. 1 m tektonische Breccie mit calcitischem Zement, gelblich und knorrig anwitternd.
8. 6—8 m dunkelgrauer, gebankter Kalk mit dünnen Tonhäutchen auf den Schichtfugen. Oben mit hellgrauem Bruch. Öhrlikalk.
9. Calcitisierte Quetschzone.
10. ca. 5 m toniger, an der Basis schiefriger Mergelkalk, lehmig anwitternd, im Bruch oft fleckig, aber dunkel. Die oberen 2 m sind gebankt. Gefältelt und intensiv calcitisiert. Dazwischen Bänke von hell geflecktem Kalk, plattig (Grenzschichten und Portlandkalk).
11. 7 m Siderolithische Bildungen. Buntgefärbter, dichter, zuckeriger Öhrlikalk, marmorisiert. Rosa gefärbte Kalke und sericitgrüne Tonschiefer. Ausgeprägte Calcitisierung. Dazwischen weniger infiltrierte Partien mit typischem, plattigem Öhrlikalk.
12. 8 m dunkler Kalk mit hellbräunlichen, elliptischen Flecken, gelblich anwitternd. Portland. Dazwischen Quetschzonen.
13. ca. 20 m Grenzschichten, stark verwalzt. In der Anwitterung deutlich brecciöse, dünn-geschichtete Mergelschiefer (a) mit dunklem Bruch. In verschiedenen Lagen, getrennt durch scheinbar homogene Kalkbänke von bräunlichem bis grauschwarzem Bruch (b). Auffallend sind zähe, kristalline (c) Dolomitlinsen, welche die brecciösen Niveaux stellenweise begleiten. Nach oben nehmen die Breccienhorizonte wieder überhand.
14. ca. 150 m Öhrlikalk mit siderolithischen Spuren. Unter dem Hammer zu weissem Staub pulverisierbar. Auf frischem Bruch oft ziemlich dunkelgrau (Zusammenhang mit den siderolithischen Einschwemmungen). Fleckig und rauh angewitterte Oberfläche, häufig Anreicherung von rotem, tonigem Pigment auf Schichtflächen. In den obersten Partien dünn geschiefert und gefältelt.

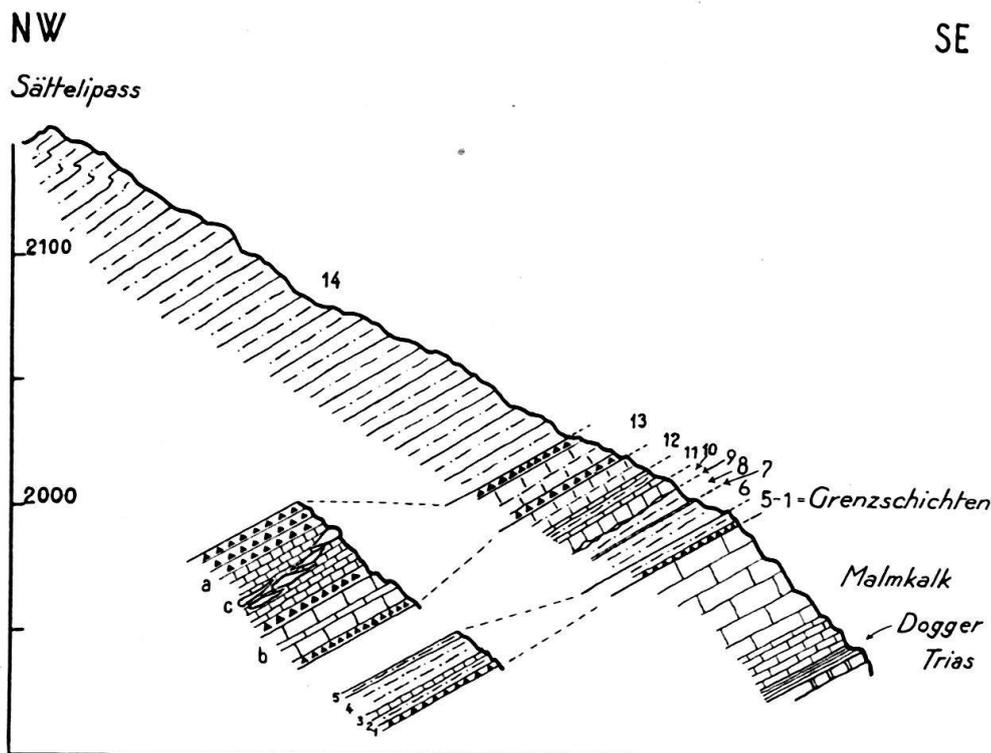


Fig. 4. Profil Sättelipass.

1:3750.

Links: Schichten 1—5 und 13 in 3facher Vergrößerung.

Nummern 1—14 siehe Detailbeschreibung.

Das Profil besitzt also keine normale Schichtreihe. Denn schon weit unten (etwa 60 m über der Basis Dogger-Malm) findet sich eine Öhrlikalkmulde, darüber folgen wieder Grenzschichten (10) gegen den hangenden Portlandkalk, welcher

dann von Öhrlikalk (mit den auffallenden siderolithischen Bildungen) überlagert wird. Nach wenigen m Portlandkalk folgen darauf erneut Grenzschiechten (13) und schliesslich der Öhrlikalk des Sättelipasses.

Wegen der enormen Auswalzung aller Schichten lässt sich nicht angeben, welchem Grundtyp die Grenzschiechten zuzuordnen sind. Immerhin spricht die Anwesenheit der dünnbankigen Mergelkalke, Breccienbänke und auch der knorrigen, kristallinen Dolomitlinsen für die Ausbildung der Grenzschiechten in „Graspassfazies“.

2. Ebnetalp bei Engelberg.

Fig. 5.

Nördlich oberhalb von Niedersurenen (1260 m) befindet sich das bekannte Profil der Zwischenbildungen. Das Weglein, das von hier über den „Steyen“ zur sog. „Hundsschüpfi“ (1843 m) führt, vermittelt den Zugang zu sämtlichen Schichten bis zum Priabonsandstein. Das Profil lässt sich von unten nach oben folgendermassen gliedern:

1. 220 m Schiltschichten und typischer, dunkel brechender Malmkalk bis etwa 1570 m hinauf (Fluhrand). In 1500 m Höhe mit leider schlecht erhaltenen Ammoniten der Gattung *Perisphinctes*, welche nach Bestimmung durch H. H. RENZ beide der *Tenuilobatus*-Zone (Kimeridgien) angehören:

Perisphinctes tiziani = *Perisphinctes* cf. *subdolos* FONTANNES.

1877 DE LORIO, Badener Schichten, pl. VIII, Fig. 2.

1879 FONTANNES, Description des Ammonites des calcaires du Château de Crusso! (Ardèche) pag. 61, pl. IX, Fig. 3.

Perisphinctes cf. *polygyratus* REINECKE.

1877 DE LORIO, Badener Schichten, pl. VII, Fig. 1.

1899 VON SIEMIRADSKI J., Monographische Beschreibung der Ammonitengattung *Perisphinctes*, pag. 167.

2. 5 cm schlierig-knollige Aufbereitungszone im kompakten Malmkalk („Pseudobreccien“).
3. ca. 80 m dunkelgrau bis schwarz brechender Kalk von brecciösem Gefüge, lokal oolithisch. Gelblich gefärbte, eingeschwemmte Bindemasse, die nicht selten schichtförmig eingelagert ist. Wechsellagerung mit anscheinend homogenen, im Bruch dunklen Kalkbänken. Pyritkonkretionen. Ammonitenbruchstück. Ausbildung dieser autigenen Breccienlagen identisch mit der von J. KREBS (Lit. 37) erwähnten „Breccie im oberen Hochgebirgskalk“ des Gspaltenhorn-Blümlisalpgebietes.
4. 60 cm Bank von braun anwitterndem, innen blaugrauem Mergelkalk. Struktur nicht brecciös, im Schliffbild grosse Ähnlichkeit mit den etwas mergeligen Grenzschiechten der Wendenstock-Südwand (besonders typisch ist die feinkörnige, oliv-gelbe Grundmasse mit vereinzelt detritischen Quarzkörnchen mit einem Durchmesser von 0,03—0,13 mm).
5. 50 m Portlandkalk. Bräunlichgrauer, dünnbankiger, häufig marmorisierter Kalk mit glattem, wachsartig-sammetigem Bruch und elliptischen roten Flecken und Streifen. Auch zahlreiche helle Flecken, die dendritenförmig verzweigt sind und wohl auf Auslaugungs- oder Reduktionserscheinungen zurückzuführen sind (im Zentrum oft rostig-gelbe Strähnen und Adern, die mit siderolithischen Infiltrationswegen grosse Ähnlichkeit besitzen). Im Dünnschliff: mikrobrecciöse Struktur. *Clypeina jurassica* FAVRE & RICHARD und *inopinata* FAVRE, rekristallisierte Calpionellen und Spongiennadeln. Diese rotgefleckten, dünnbankigen Kalke sind auch für das Tithon der Engelhörner bezeichnend (Lit. 47).
6. 40 m (!) 2—3 Breccienhorizonte von je etwa 6 m Mächtigkeit mit den Ebnetbreccien (Br). 2 verschiedene Breccienvarietäten (Typus a (siehe Taf. III, Fig. 2) und b (siehe Taf. II, Fig. 3) der Ebnetbreccien), die jedoch im Dünnschliff völlig übereinstimmen. Die brecciösen Niveaus sind voneinander getrennt durch Bänke homogenen dunklen Kalks mit rötlichen Flecken (wie er aus dem Liegenden der Breccien Br beschrieben wurde). Zwischen Br₂ und Br₃ ist er jedoch nicht mehr ganz homogen, sondern weist knollige und schlierige Partien auf.

7. ca. 80 m Öhrlikalk, mit scharfer Grenze ÖK (Val.) einsetzend, auf dem Bruch typisch hellgrau. Im unteren Teil meistens mit Silexknollen, zuweilen noch mit vereinzelt dünnen Breccienbänken wechsellagernd. Anwitterungsfläche entweder kreidig-weiss und mehlig oder dann hellgrau und rau. Im oberen Teil wie gewöhnlich siderolithisch infiltriert (schöne siderolithische Taschen mit tonigem, rotem und grünem Bindemittel am Weg von Ebnetalp zur Fürrenalp und südlich der „Hundsschüpfi“).
8. ca. 20 m grauer, splitteriger Bartonsandstein. An seiner Basis hellgraue, unregelmässig geformte Öhrlikalkbrocken enthaltend und etwas höher zahlreiche Schalenquerschnitte von Muscheln, beides Bildungen, die auch aus dem Gebiet der Gadmerflühe und Wendenstöcke bekannt sind.

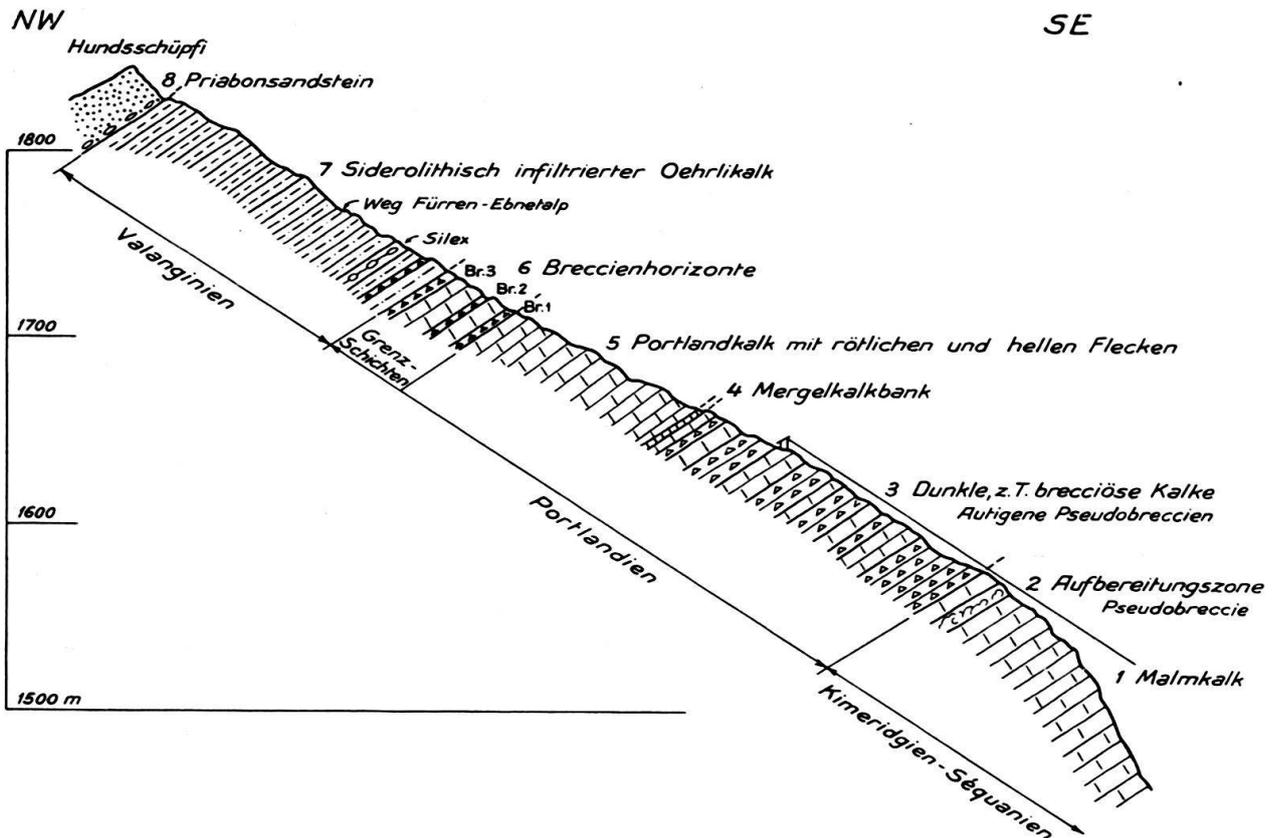


Fig. 5. Profil Ebnetalp bei Engelberg.

1:5000.

Hier, im Normalprofil der Ebnetalp, lassen sich die stratigraphischen Verhältnisse der Jura-Kreide-Schichten wie folgt zusammenfassen:

Über dem ungefähr 200 m mächtigen Malmkalk (Kimeridgien-Séquanien) treten autigene Primärbreccien auf, die mit dunklen Kalkbänken wechsellagern und wohl als Basis des Portlandien aufgefasst werden können. Darüber folgt typischer dunkler, rotgefleckter Kalk des Portlandien (= Tithonkalk der Engelhörner nach FR. MÜLLER), an dessen Basis lokal eine dünne Bank von Mergelkalk festgestellt wurde. Über dem ca. 50 m mächtigen Portlandkalk treten die Breccienhorizonte der Grenzschichten gegen das Valanginien (Öhrlikalk) auf (Typus der sog. Ebnetbreccien, Taf. II, Fig. 3 und Taf. III, Fig. 2), welche mit Bänken von typischem Portlandkalk wechsellagern. Und endlich setzt der Öhrlikalk ein, der stellenweise an seiner Basis noch ein brecciöses Niveau enthält. Er ist in einer Mächtigkeit von etwa 80 m entwickelt und weist in seinen oberen Partien siderolithische Breccien und Taschen auf.

In der 40 m mächtigen Zone der Grenzschichten lassen sich also in diesem Profil 2 bis 3 Breccienhorizonte nachweisen. Während der Wende Jura-Kreide müssen also Oszillationen im Sedimentraume stattgefunden haben, da auf Zeiten gestörter Sedimentation (dokumentiert durch autigene „Pseudobreccien“ und Ebnetbreccien) wieder Perioden normalen Absatzes (homogene Kalkbänke) eintraten. Die heutigen stratigraphischen Verhältnisse geben uns somit in eindrucksvoller Weise Kunde von den wechselvollen Sedimentationsbedingungen der Übergangszeit von der Jura- zur Kreideperiode.

3. Beobachtungen in der Südwand der Titliskette.

Bei den nun folgenden Profilbeschreibungen bin ich mir ihrer Unvollständigkeit in vollem Masse bewusst. Aber eine wirkliche geologische Profilaufnahme konnte wegen der Schwierigkeiten und Exponiertheit der Besteigungen leider nicht durchgeführt werden, ausserdem hätte eine solche äusserst viel Zeit beansprucht, da die Höhen der begangenen Wände 400 bis 800 m betragen. Trotzdem möchte ich die bei diesen Aufstiegen gemachten Beobachtungen hier wiedergeben, da sie doch den Verlauf der Grenzschichten („Graspass-Schichten“) klarzulegen vermochten. Meinem Freunde PAUL FUNK sei hier nochmals für seine Seilkameradschaft gedankt sowie für seine grosse Geduld, mit welcher er oft in schwieriger Lage auf den Notizen machenden oder Handstücke schlagenden Gefährten wartete.

a. Tellistock-Südwand.

Diese an die 500 m hohe Wand wurde in unmittelbarer Nähe des schiefen Bruches erstiegen, welcher westlich der Alphütten Alpligen (1765 m) die ganze Wand schräg nach rechts durchzieht. Man erreicht den Grat in der tiefsten Depression zwischen Tellistock (2580 m) und dem westlichsten Gipfel der Gadmerflühe (2599 m) in etwa 2430 m Höhe. Zum Einstieg wurde eine kaminartige, glatt ausgewaschene Schlucht benützt (Höhe 2040 m).

Am Fuss der Wand steht ein hellgrauer Kalk an, den man im Handstück vom Öhrlikalk nicht unterscheiden kann. Es handelt sich bei diesem Gestein nicht — wie zuerst angenommen wurde — um den hellen Tithonkalk, den FR. MÜLLER (Lit. 47) aus der Tithonbasis der Engelhörner (Webertrace, obere Tieflauiegg) erwähnt, sondern wirklich um Öhrlikalk (ÖK), welcher auf die Synklinalregion am Schwarzen Berg (Pfaffenkopfkeil) hindeutet. Tatsächlich konnten später die liegenden brecciösen Grenzlagen gegen den Malmkalk (allerdings stark laminiert und calcitisiert) auch gefunden werden.

Der grosse Bruch, der uns den Aufstieg durch die hier fast senkrechte Wand vermittelte, ist sehr scharf, alle Gesteine in seiner Nähe sind durch intensive Calcitisierung unkenntlich gemacht, und es sind auch Fältelungen und Schlepungen zu beobachten. In der Bruchspalte selbst stecken häufig in wirrer Anordnung mitgerissene Klemmpakete.

Bei 2070 m befinden sich etwa 2 m mächtige tonige, stark mechanisierte Schichten, deren Struktur an der Oberfläche brecciös erscheint. Im Schliff jedoch erwies sich diese Annahme als unrichtig. Es handelt sich vielmehr um tektonisch beanspruchte siderolithische Bildungen (vgl. Profil am Sättelipass, Gadmerflühe-Südwand). In 2090 m Höhe (Überhang, Kamin) stehen denn auch stark siderolithisch infiltrierte Kalke an, die an Verwitterungsflächen von einer tonigen, intensiv rot gefärbten Schicht überzogen sind.

Bei 2130 m zieht ein horizontales, schuttreiches Grasband quer durch die Wand. Unter diesem liegt eine innen dunkle und rauhe Kalkbank, über dem Band sind die Grenzschichten von Jura und Kreide (Br) anstehend (Troskalkbreccie). Sie fallen sofort auf durch ihre dunkle, staubige Anwitterungsfarbe, nicht selten nimmt man auch gelb-schlierige Partien wahr. Das Gestein ist klotzig brechend und meistens stark calcitisiert. Die Mächtigkeit dieser Schichten beträgt etwa 2–3 m.

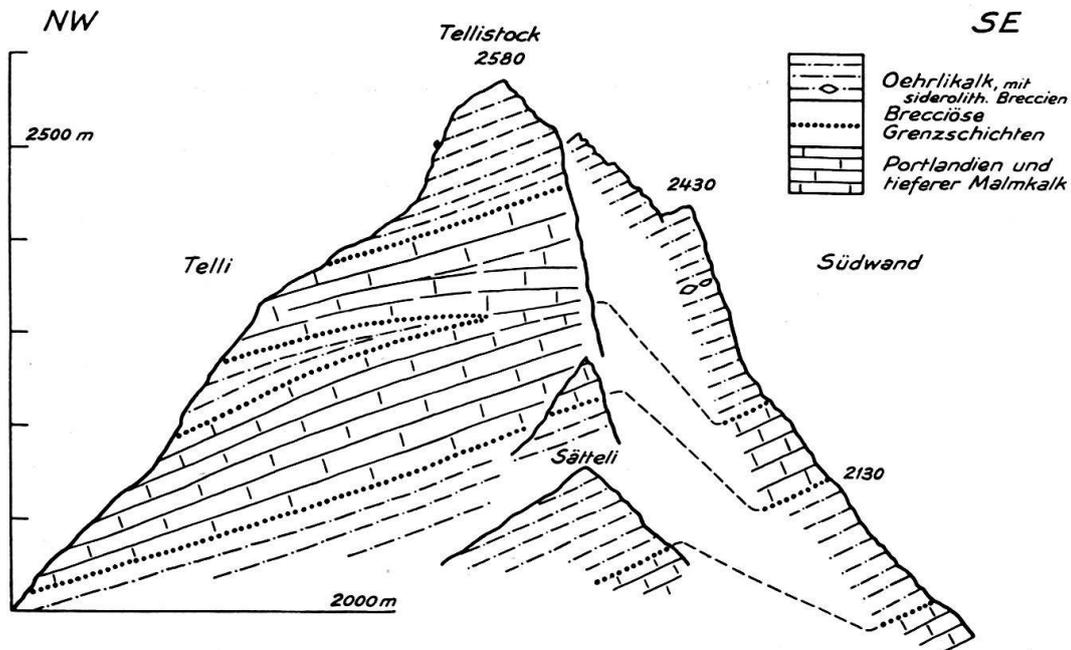


Fig. 6. Tellistock.
1:10.000.

Darüber folgt eine Wechsellagerung von dunkel brechendem Kalk und schlierigen, gelbgrauen Breccien. Genauere geologische Beobachtungen konnten leider gerade in diesem Teil der Wand, wo brecciöse Schichten und dunkle Kalkbänke wechsellagern, nicht mehr gemacht werden, da die ganze Aufmerksamkeit der hier nicht leichten Besteigung gewidmet werden musste. In 2210 m Höhe wurde ein dunkel brechender Kalk (Po) angeschlagen, dessen Bruchflächen vielfach helle oder rötliche Streifen und Flecken zeigen (zweites Grasband). Von diesem Bändchen kletterten wir über grosse, steile Platten eines dunkelbraun brechenden Kalkes (etwa 20 m) wieder in den Riss hinein.

Bei 2250 m trifft man schönen, siderolithisch gefärbten Öhrlikalk an, der allerdings an den Rändern des Bruches bis zur Unkenntlichkeit mechanisiert ist. Er konnte jedoch nach einer Traverse eindeutig als solcher identifiziert werden. Man klettert von hier an bis zum Grat hinauf immer im Öhrlikalk, der bei 2320 m zu prachtvollen siderolithischen Breccien aufgelockert ist. Die braun anwitternden Taschen und Wülste waren uns schon von weiter unten aufgefallen. Etwa 70 m unter dem Grat wurden grosse Sandsteinlinsen und daneben toniges, gelbes Material beobachtet. Auch auf der Grathöhe nehmen die siderolithischen Bildungen grosse Flächen ein.

Auf dem Ostgrat des Tellistocks (bei ca. 2490 m) konnte im siderolithischen Öhrlikalk eine dünne, etwa 2 cm mächtige Bank von schwarzen Ton-schiefern beobachtet werden. Auffallenderweise fehlen dem Öhrlikalk der Gipfel-

partie des Tellstocks jegliche Merkmale siderolithischer Infiltrationen, das Gestein ist im Bruche sehr hell und kryptokristallin.

Im Abstieg gegen das „Telli“ zu bemerkte ich im unteren Teil der kleinen Fluhbänder (ca. 2400 m) die brecciösen Grenzsichten in verschiedenen Niveaux.

Lithologie der Grenzsichten: Häufig vertreten sind brecciöse, hell angewitterte, im frischen Bruch aber schwarze Gesteine. In dolomitischer, weissgrauer Grundmasse (staubig abfärbend) befinden sich meist gestreckte, eckige und abgerundete Kalkbrocken. Oft gibt sich eine deutliche Schieferung dieses Sediments zu erkennen. Im Dünnschliff kann man einzelne Kalktrümmer erkennen, die von Schlieren eines grauweissen Zements umschlossen werden.

Unter diesen brecciösen Grenzsichten liegt (2360 m) ein dunkler, z. T. geflammter Kalk (Po) (Tithon), noch weiter unten ein helles, öhrlikalkähnliches Gestein (ÖK) (Klein Gletscherli-Synklinale) und dann wieder dunkler, muscheliger Malmkalk. Unter diesem, am Westfusse des Tellstocks, gelangt man wieder zu ausgezeichnet aufgeschlossenen Grenzsichten, welche sich von etwa 2000 m Höhe bis zur Grathöhe westlich des Tellstocks (ca. 2220 m) verfolgen lassen.

Lithologie der Grenzsichten: Sie fallen mit schwach 20° nach NW, ihre Mächtigkeit beträgt etwa 3 m. Auffallend ist vor allem das regellose Auftreten aller Breccienvarietäten nebeneinander. Immer jedoch geben sich die Schichten durch ihre staubig-graue Anwitterungsfarbe und ihre intensive Calcitisierung zu erkennen.

Hier, am Westfusse des Tellstocks, können folgende Breccientypen innerhalb der Grenzsichten unterschieden werden:

a) Troskalkbreccie (Textfig. 3, a, b), in typischer Ausbildung, häufig mit rostig abfärbenden Flecken an der Gesteinsoberfläche (zersetzer Pyrit). Nicht selten ist dann eine löcherige Auswitterung zu erkennen.

b) Schlierig-flaserige, laminierte Breccien. Breccientypus 4, oft Ähnlichkeit mit den Grenzsichten (13) des Sättelipasses, aber es fehlen die dolomitischen Gesteine.

c) Ebnetbreccien, helle Varietät.

d) Tüpfelbank.

Die charakteristischen onkoidischen Breccien fehlen vollständig, ebenso die dolomitischen Begleitgesteine.

Dünnschliffe: Trotz der äusserlich so verschieden aussehenden Breccientypen wirken mit Ausnahme der Tüpfelbank alle Dünnschliffe ziemlich einheitlich. In feinkörniger, grünlich-gelber Grundpaste befinden sich gestreckte, verbogene Einschlüsse eines grauen Kalkes mit Radiolarien. Das Bindemittel schmiegt sich den Konturen der Trümmer an, so dass eine Fließstruktur entsteht, welche für die meisten Dünnschliffe der brecciösen Grenzsichten typisch ist. Besonders an den Grenzflächen von Geröll und Grundmasse findet sich nicht selten dunkle organische Substanz angereichert, daneben treten häufig stylolithische Suturen auf.

Die brecciösen Grenzsichten werden, wie schon erwähnt, am Tellstockfuss von siderolithisch imprägniertem Öhrlikalk (ÖK) unterlagert (Region des Sättelipasses). Man hat demnach eine verkehrte Schichtfolge vor sich (vgl. Fig. 1). Der Malmkalk der Tellstockbasis im W repräsentiert die Antiklinale I (Gadmerbänder), während der liegende Öhrlikalk als Synklinalkern (1) des Pfaffenkopf-Laubstock-Keils aufzufassen ist.

b. Gadmerflühe-Südwand. Hornlauikehle.

Fig. 7.

„Hornlauikehle“ wird diejenige Wasserrinne genannt, welche nördlich von Gadmen die Südwand der Gadmerflühe durchzieht. Sie mündet oben in der Lücke 2477 m östlich von P. 2599. Die Höhe des Einstiegs (Fuss der Rinne)

wurde mit dem Aneroid zu 1860 m bestimmt, der erreichte Punkt hat auf dem T. A. (neue Quoten) die Höhenzahl 2633. Die Höhe der Wand mag demnach an die 800 m betragen. Leider herrschte am Tage unserer Besteigung stark nebliges, regnerisches Wetter, wodurch die Begehung erschwert und die Arbeit des Geologen im oberen Wandteil sogar verunmöglicht wurde.

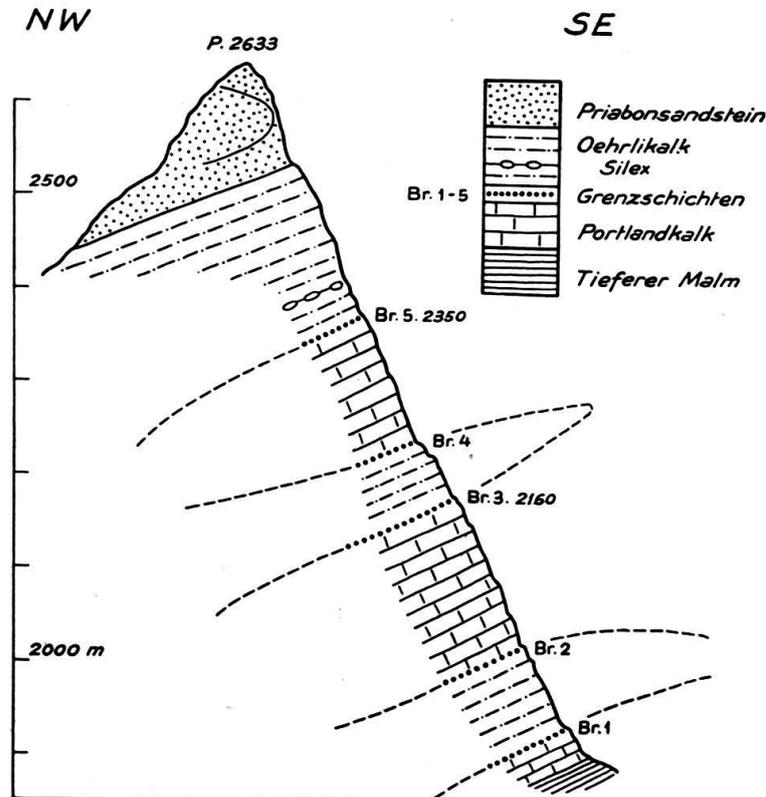


Fig. 7. Profil an der Aufstiegsroute zu den Gadmerflühen.

1:10.000.

Am Einstieg stehen gefaltete Schiltschichten an, darüber folgen wenige m eines dunklen, glatt brechenden Kalkes (Malm) und tektonisch verwalzte, unkenntliche Dolomitreccien (Br_1).

Schon bei 1920 m klettert man in hellem Öhrlikalk, der siderolithische Spuren aufweist: Wir befinden uns hier also wieder (vgl. die Profile Sättelipass und Tellistock-Südwand) in der Muldenregion (1) des Pfaffenkopfkeils.

Auf 2000 m Höhe wurde ein dunkler Kalk angeschlagen, der nicht selten helle Flecken und rote Streifen zeigt (Tithonkalk). Die liegenden Grenzhorizonte (Br_2) sind damals leider meiner Aufmerksamkeit entgangen. Noch bei 2100 m steht der geflammte Tithonkalk in steilen, grifflosen Platten an.

In etwa 2150 m Höhe folgt der Hornlauibach nicht mehr dem grossen schiefen Bruch, der bis hier zum Aufstieg benutzt wurde, sondern fällt direkt gegen Rahfluhalp über die Wand hinunter. Hier oben bei einigen Grasbuckeln steht ein ziemlich dunkler Kalk mit bräunlich-rötlichen Flecken an (Portland).

Bei 2160 m fanden sich in der glatt ausgewaschenen Wasserrinne brecciöse Schichten (Br_3), welche der Grenze Jura-Kreide entsprechen.

Lithologie der Grenzsichten: Wegen ihrer tektonischen Beanspruchung ist die Zuordnung zu einem der unterschiedenen Breccientypen schwierig durchzuführen. Es ist nicht ausgeschlossen, dass es sich um eine ausgewalzte Troskalkbreccie oder onkoidische Breccie handelt.

Der über diesen Schichten folgende typische Öhrlikalk (ca. 60 m) ist im Bruche ziemlich hell. Hie und da sind auch siderolithische Merkmale angedeutet. Wie wir gesehen haben, stellt er die Fortsetzung der Klein Gletscherli-Synklinale (2) dar.

Darüber folgen laminierte und wegen ihrer Exponiertheit nicht zugängliche Grenzsichten (Br₄) und dunkler, oft fleckiger Portlandkalk.

Von hier an konnten keine zuverlässigen geologischen Beobachtungen mehr gemacht werden, denn infolge des dicken Nebels waren wir unmerklich von der eigentlich geplanten Route, welche uns direkt in die Hornlauikehle (2477 m) führen sollte, abgewichen und befanden uns in schwierigen, sehr steilen Wandstufen. In etwa 2400 m Höhe stellte ich noch Öhrlikalk mit Silex fest, von da an aber mussten stratigraphische Untersuchungen gänzlich aufgegeben werden. Durch einen sehr engen Riss erreichten wir mit völlig durchnässten Kletterschuhen nach 8 Stunden den Kontakt mit dem Priabonsandstein und bald darauf den Grat. (Anhand eines markierten Signals stellte sich dann heraus, dass wir direkt zu P. 2633 der Gadmerflühe gelangt waren.)

c. Wendenstock-Südwand.

Anlässlich eines Abstieges von dem auffallenden Felszacken (P. 2799) zwischen Klein Wendenstock (2957 m) und Reissend Nollen (3012 m) in die Südwand konnten unter siderolithisch infiltriertem Öhrlikalk (Titlis-Synklinale) die Grenzsichten in ca. 2650 m Höhe festgestellt werden (in den sog. „Bändern“ der Wendenstöcke, die in exponierter Kletterei erreicht werden).

Lithologie der Grenzsichten: Ein gelbgraues Bindemittel verkittet hell angewitterte, häufig gerundete Kalktrümmer. Strukturell kann das Gestein als ein Mittelding zwischen Troskalkbreccie und onkoidischer Breccie angesehen werden, denn bei den kleinen Breccientrümmern scheinen auch Pseudo-Oolithe aufzutreten. Das Sediment zerfällt beim Anschlagen in klotzige Stücke.

Im Dünnschliff erkennt man in einer gelblichgrünen, feinkörnigen bis tonigen Grundmasse hellgraue Kalkbruchstücke in beschränkter Zahl. Die Grundmasse bildet den Hauptgemengteil der Breccie, sie wird nicht selten von stylolithischen Suturen durchzogen. Im ganzen Schliffcharakter ist dieser Breccienart eine grosse Ähnlichkeit mit den Mergelkalken von Ebnetalp und Obersteinberg (Lauterbrunnen) nicht abzuleugnen, ausserdem zeigt sie Anklänge an die dolomitischen Mergel der Grenzsichten. Das isolierte Auftreten des „*Organisme C*“ (?) (von FAVRE & RICHARD 1927 erstmals aus dem Juragebiet beschrieben) in diesen Schichten sei der Vollständigkeit halber noch erwähnt.

d. Die Umrahmung des Klein Gletscherli.

Dieser kleine Kargletscher liegt zwischen der Titlis-Westwand und dem Südostabsturz des Reissend Nollens eingebettet. Traversierungen der beiden Bergflanken sind wegen Steinschlaggefahr nur mit grosser Vorsicht zu unternehmen.

Wie im ersten Teil dieser Arbeit erläutert worden ist, befindet man sich am Klein Gletscherli in einem tektonischen Fenster: Hier ist eine tiefe, bedeutende Öhrlikalkmulde angeschnitten, die ich als „Klein Gletscherli-Synklinale“ bezeichnet habe.

Die kleine Fluhwand, die vom Gletscherende gegen das Gadmental (Schwarzer Berg) abfällt, besteht zur Hauptsache aus gefaltetem Argovien, das nach oben allmählich in den „Hochgebirgskalk“ übergeht. Derselbe ist tektonisch stark reduziert. An der Oberkante des Fluhabsatzes konnten die ersten jurassisch-kretazischen Breccienhorizonte gefunden werden.

Lithologie der Grenzsichten: Hier am Gletscherende finden sich, allerdings oft durch Moränenschutt verdeckt, autigene Breccienlagen vor.

Zwischen die einzelnen Kalkpartien hat sich eine weissgrau anwitternde, zuweilen dolomitische Bindemasse sedimentiert, in welcher kleine, oft gerundete, dunkle Kalksplitter schwimmen. Das Gestein zeigt kompakte Bänke, ist im frischen Bruch intensiv schwarz, nicht selten mit roten Spuren von zersetztem Pyrit. Weitgehende Übereinstimmung mit der hellen Breccienvarietät von Ebnet.

Die Breccien-Niveaux wechsellagern hier mit bräunlichem, oft rot oder hell geflecktem Portlandkalk und nach oben mit dünnen Öhrlikalkbänken (vgl. Profil Ebnetalp, Fig. 5). Es sind 3 Breccienhorizonte zu konstatieren, von denen der oberste (bei etwa 2300 m) am typischsten entwickelt ist.

Die bei 2400 m aus dem Gletscher ragenden Felsköpfe bestehen aus prächtigem Öhrlikalk des Muldenkerns (1), der in reichem Masse siderolithische Spuren aufweist. Besonders am obersten grössten Felsbuckel kann man schöne siderolithische Breccien erkennen, ausserdem fallen siderolithische Taschen mit einer tonigen, ganz hellgelben Füllsubstanz auf, wie sie sonst im ganzen Untersuchungsgebiet nicht mehr anzutreffen sind.

Am rechten Gletscherrand (Absturz des Reissend Nollens) folgen zunächst Malm der Antiklinale II, sodann wieder dolomitisch-brecciöse Leitschichten in ca. 2500 m Höhe, die den liegenden Portland-Malmkalk von der höchsten grossen Öhrlikalkmasse der Titlis-Synklinale trennen.

Lithologie der Grenzsichten: Besonders schön aufgeschlossen sind sie an zwei aus dem Gletscher ragenden Felsbuckeln, die in schneearmen Sommern der Beobachtung zugänglich sind. Die hier auftretenden Breccien sind sehr typisch entwickelt (Troskalkbreccie, vereinzelt auch onkoidischer Typus), wittern hell an; die brecciöse Natur lässt sich auch im frischen Bruch deutlich erkennen, da die Grundmasse durchgehend hell gefärbt ist.

Der die Grenzsichten überlagernde Öhrlikalk (Titlis-Synklinale) ist hier nicht in seiner gewohnten, marmorisierten, dichten Varietät ausgebildet, sondern er ist spätig (zahlreiche Trümmer von ausgewitterten Echinodermen an der Oberfläche). Ausserdem ist er sehr reich an Korallen, welche aber leider zu stark rekristallisiert sind, als dass ein Herauspräparieren und somit eine Bestimmung möglich wäre. Der ganze Öhrlikalkkomplex enthält siderolithische Spuren und zieht sich bis zum Titlisjoch hinauf, wo er schön oolithisch ausgebildet ist.

Die liegenden Grenzsichten gegen den Malmkalk treten lokal ebenfalls in der Nordflanke des Reissend Nollens zutage als auffällige, hellgelb anwitternde, dolomitische Tüpfelbank, die zuweilen brecciöse Struktur besitzt. In den grauschwarzen, höckerig auswitternden „Chondritenbildungen“ vermutete ich zuerst Characeenreste, was sich dann im Dünnschliff nicht bewahrheitete.

Am Grossen Spannort findet sich diese eigentümliche Bank (30 cm mächtig) in direktem Kontakt mit den Dolomitbreccien der Grenzsichten und wird von blätterigen, schwarzen Kalkschiefern (Relikte von „Zementsteinschichten“ ?) unterlagert. Sie wurde weiter auch am Tellistock (2020 m) und an der Nordseite des Schlossbergs (Schutt) gefunden. Im sog. „Sulzli“ (Nordhang des Reissend Nollens) finden sich im Schutt häufig auch Stücke dieses rötidolomit-

ähnlichen Gesteins, bei denen die „Tüpfel“ fehlen und dafür eine leicht brecciöse Struktur vorhanden ist. Wirkliche Breccientypen, wie sie sonst im ganzen Gebiet verbreitet sind, konnten in der Nordflanke des Reissend Nollens nicht entdeckt werden.

An der Titlis-Westflanke trifft man (vom Titlisjoch kommend) bei der ersten, am höchsten in die Wand hinaufreichenden Schneezunge brecciöse Schichten an, die den Öhrlikalk vom dunklen Portland-Malmkalk trennen. Ein typisches Niveau konnte jedoch nicht gefunden werden. Man sieht sich rotgelb-schlierigen Kalken gegenüber, die mit dünnen Bänken eines dunklen, kompakten Kalkes mit elliptischen, roten oder bräunlichen Flecken und Streifen wechsellagern. Weiter unten, bei dem am weitesten in das Klein Gletscherli vorstossenden Felsporn, steht dunkler, muscheliger brechender Malmkalk mit Silexknollen an. Bei der nächsten, hoch in die Titliswand hinaufreichenden Schneezunge sind aber schon wieder brecciöse, rotgefleckte Grenzschichten vorhanden, deren Bänderung am Wandfusse schon von weitem auffällt (= verkehrter Schenkel zwischen Antiklinale II und Mulde 2). Weiter gegen die Gletscherzunge zu gelangt man in den hier denudierten Öhrlikalk der Klein Gletscherli-Synklinale. Darunter folgen dicht über dem Rand des Argovienwändchens wiederum die brecciösen Grenzschichten gegen den Malmkalk, der — wie schon erwähnt — tektonisch beträchtlich reduziert ist.

e. Titlis-Südwand.

Fig. 8.

Zum Einstieg in diese etwa 700 m hohe Wand wurde der auffallende Felsporn benützt, der ungefähr bei 2480 m in den Wendengletscher vorstösst. Hier stehen Rötidolomit, Aalénien, silixführendes Bajocien und Eisenoolith an. Der Titlis-Westgrat wurde bei 3180 m erreicht.

Über gefaltetem Argovien liegt, durch Übergänge mit dem letzteren verbunden, der massige, schwarze, muscheliger brechende Malmkalk.

Schon nach 30 m aber finden sich darin dolomitische, hellgrau anwitternde, brecciöse Schichten (Br_1). Der Kontakt ist jedoch kein normal-stratigraphischer, sondern diese Dolomitbreccien sind tektonisch mit der Klein Gletscherli-Synklinale in Zusammenhang zu bringen.

Von hier an klettert man wieder (ca. 50 m) im dunklen Malmkalk, in dessen obersten Partien (von 2640 m an) sich eine Auflockerung des Gefüges zu autigenen Breccien (sog. „Pseudobreccien“) vollzieht. Diese schlierigen, oft knolligen Kalke mit gelblichem Bindemittel besitzen grosse Ähnlichkeit mit den von J. KREBS (Lit. 37) beschriebenen Breccien im oberen Malmkalk der Blümlisalp-Gspaltenhorn-Region und mit denen bei Engelberg (Ebnetalp).

Über diesen schlierigen Knollenkalken folgt ein scheinbar homogener, dünn gebankter Kalk (Po) von dunklem, bräunlichem Bruch, der jedoch oft ebenfalls eine brecciöse Anwitterungsoberfläche besitzt. Zwei Seillängen höher fanden sich darin dunkelgrau anwitternde, kristalline Dolomitlinsen (Br_2) von wenigen cm Mächtigkeit eingelagert, wie sie am Sättelipass zusammen mit den brecciösen Grenzschichten vorkommen und bei Bödmenalp (Engelberg) als Bindemittel derselben figurieren. (Chemische Analyse dieser eigenartigen, knorrigen Linsen aus diesem Profil siehe S. 36.)

Darüber folgen etwa 140 m mächtige, dünnbankige dunkle Kalke mit länglichen roten Flecken und Streifen (Portland). Beim Anschlagen fällt bituminöser Geruch auf.

In 2820 m Höhe, in dem orographisch auffallenden Band, welches die ganze Wand in halber Höhe durchzieht, liegen stark zerdrückte Grenzsichten (Br₃).

Lithologie der Grenzsichten (Br₃ des Profils): Nicht brecciöse, dolomitische Mergel von stumpfgrauer Farbe, gefältelt und intensiv calcitisiert. Mächtigkeit ca. 40 cm.

Über diesen liegen typisch entwickelte onkoidische Breccien („Graspassbreccien“, etwa 7 m mächtig).

Im Dünnschliff (Taf. I, Fig. 1, 2; Taf. II, Fig. 1) erkennt man hellgraue, dichte Kalkfragmente in weisslich-grauer, feinkörniger Grundmasse. Nicht selten ist letztere olivgrün gefärbt, was ich auch in Schliffen von Grenzsichten anderer Regionen beobachten konnte (Spannort, Schönenbühlalp bei Rosenlauri, Mettenberg, Jungfrau). In der Grundmasse finden sich kleine Rhomboëder von Dolomit eingelagert.

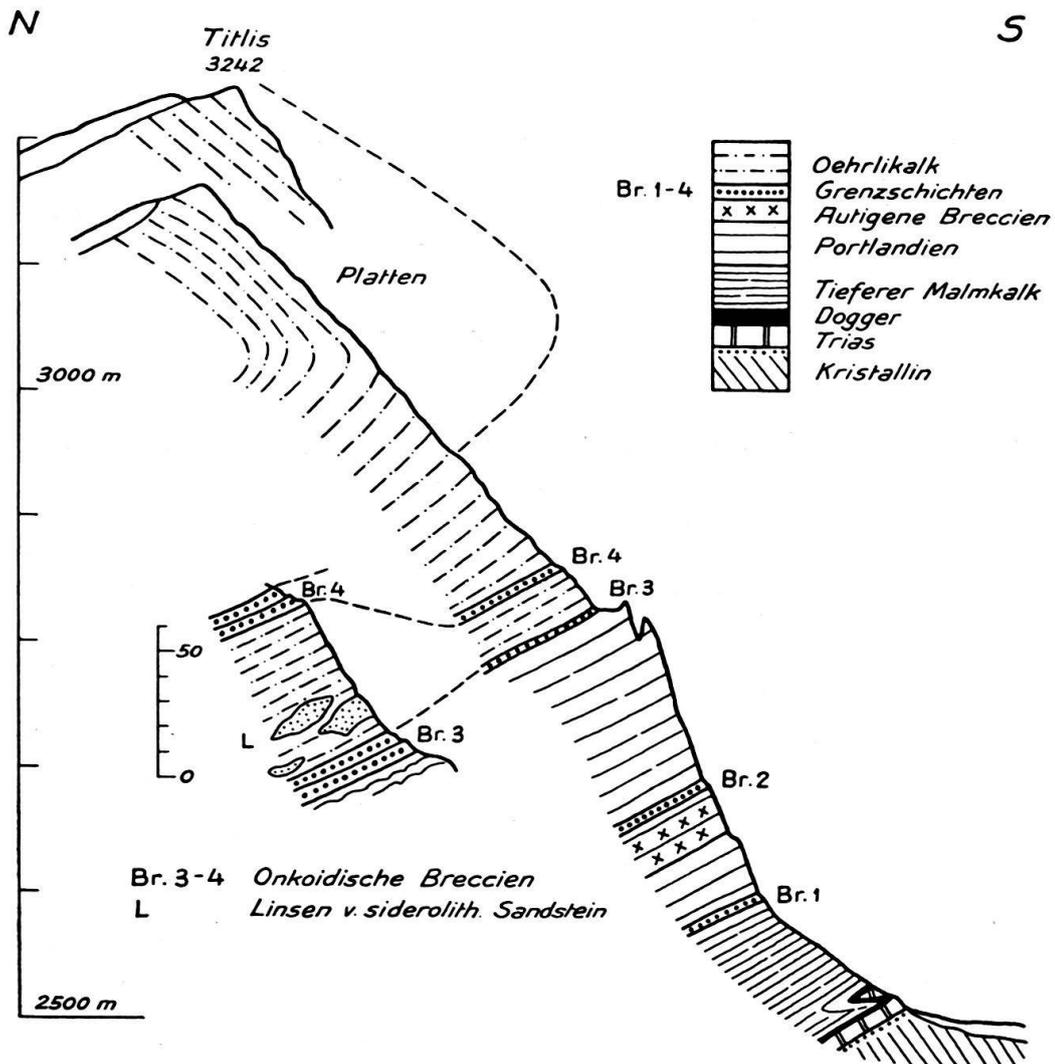


Fig. 8. Titlis-Südwand.

1:7500.

Auf die Mikrofauna dieser charakteristischen Breccien soll in einem speziellen Teil eingegangen werden (Taf. IV, Fig. 1—3, 5—6). Es sei hier nur erwähnt, dass darin etliche in den Alpen bis dahin unbekannte Formen enthalten sind, worauf kürzlich von W. LEUPOLD und dem Verfasser (Lit. 39) hingewiesen worden ist.

Über diesen Bildungen des Portlandien folgen siderolithische Kalke und Breccien mit Linsen von zähem grünlichem Siderolithsandstein und ein laminiertes, im Bruch graubraun gefärbter, ursprünglich wohl oolithischer Kalk, der nach 2—3 m heller wird und ebenfalls siderolithische Spuren aufweist. Es handelt sich um siderolithisch infiltrierten Öhrlikalk, der infolge einer kleinen Abschuppung des liegenden Malmkalkes (sichtbar an der Südkante des Titlis) den Charakter einer Spezialmulde besitzt (s. Fig. 1, 2).

Dieser geringmächtige Öhrlikalk wird wieder überlagert von onkoidischen Breccien (Br₄) (mit Mikrofauna, siehe Taf. IV, Fig. 4 und 14), die mit den eben beschriebenen völlig übereinstimmen.

Von hier an (2850 m) klettert man immer im Öhrlikalk des Valanginien, der bis oben an den Titlis-Westgrat hinauf siderolithische Merkmale aufweist, sei es in Form von allgemeiner Buntfärbung des Kalkes oder von siderolithischen Breccien und Taschen. Zudem ist er reich an Korallen. Seine Muldenatur (Titlis-Synklinale) fiel bei der Begehung der Titlis-Südwand schon dadurch auf, dass man in den obersten 200 m auf steilen Schichtplatten kletterte, wo eine Seilsicherung ziemlich illusorisch wurde.

4. Hohfad-Bödmenalp (Engelberg).

Von den Alphütten Hohfad (1436 m) führt am Fusse der gewaltigen Felsbastion des Titlis-Egg entlang ein Weg zur Bödmenalp und von hier zum Firnalpeli. Man durchquert auf diesem eocäne Kalkbreccien („Mürrenbreccie“) und siderolithische Breccien (Hohfad), den ganzen Komplex Öhrli-Malmkalk, die Zwischenbildungen und gelangt endlich bei Firnalpeli zum blossgelegten Erstfeldergneis.

Von der im tektonischen Teil dieser Arbeit erwähnten Öhrlikalksynklinale über dem Firnalpeligletscher ziehen die brecciösen Grenzsichten oben im Abbruch des Titlis-Egg durch. Im Anstehenden sind sie leider nicht erreichbar, aber unmittelbar am Fusse der Wand liegen zahlreiche Trümmer davon im Schutt. Im Handstück sind diese Gesteine identisch mit den dunklen Breccien vom Typus Ebnetalp (kleine, hellgraue Kalkfragmente in schwarzgrauer bituminöser Grundmasse, in letzterer Reste von Characeen, Schwammnadeln).

Im Liegenden dieses obersten Breccienhorizontes stehen Portlandkalk (bräunlich-dunkler Kalk mit rötlichen oder helleren Flecken) und Malmkalk mit Silexknollen an. (Wand des Titlis-Egg.) Bemerkenswert sind am Fusse des Absturzes (gegen den Firnalpeligletscher zu) in ca. 1830 m Höhe siderolithische Bildungen in ziemlicher Mächtigkeit. Von weitem schon fallen die braun anwitternden Sandsteinlinsen in der hellgrauen Kalkoberfläche auf. Diese siderolithischen Bildungen weisen wohl auf eine tiefe Muldenregion hin (vgl. Sättelipass, Tellistock-Südwand, Gadmerflühe-Südwand). Im übrigen finden sich diese zähen, gelblich verwitternden und innen lauchgrünen Siderolithsandsteine auch schon höher oben am Rande des Firnalpeligletschers (rechts, d. h. nördlich vom grossen Couloir der Ostwand, 2340 m). Die Sedimente sind hier intensiv gefaltet; darin eingelagert, aber umgekehrt auch Kalkeinschlüsse aufweisend, sieht man diese quarzitären Linsen und Schnüre die Faltung mitmachen. In der Titlis-Südwand wurden solche siderolithische Breccien und Sandsteine in der dünnen Öhrlikalkmulde zwischen den beiden Grenzhorizonten mit onkoidischen Breccien (zwischen 2820 und 2850 m) angetroffen.

Unter dem Portland-Malmkalk des „Egg“ zieht am Fusse der Steilwand in 1800 m Höhe wieder ein Niveau mit brecciösen Grenzsichten gegen den liegenden

Öhrlikalk durch. Eine kleine, eingetieftete Bachrinne gewährt einen guten Einblick in die Kontaktverhältnisse von Portland- und Öhrlikalk.

Lithologie der Grenzschichten: Vorherrschend sind autigene Primärbreccien von knollig-schlierigem Habitus, direkt daneben finden sich aber auch Horizonte mit Troskalkbreccien und die stark dolomitische Tüpfelbank. Zusammen mit diesen verschiedenen Breccien-gesteinen kommen auch die schon mehrfach erwähnten graubraunen dolomitischen Mergel vor (ca. 50 cm mächtig). Die Grenzschichten sind hier also in Graspasfazies ausgebildet.

Im Bette des Hundsbaches in etwa 1500 m Höhe finden sich verschiedene Niveaux mit knolligen, gelb-schlierigen Kalken, dazwischen folgen Bänke von geflecktem Portlandkalk. Auch schwarzer, muschelrig brechender Malmkalk kann hier in dünnen Bänken auftreten. Wie auf der Ebnetal sind also auch auf der linken Talseite „Pseudobreccien“ und Aufbereitungszonen des Portland zu konstatieren.

Sehr schön aufgeschlossen und leicht zugänglich ist ein Niveau mit brecciösen Grenzschichten am Weglein Hohfad-Bödmenalp. Gleich nach dem Überschreiten des Hundsbaches gelangt man zu dunkel anwitternden Breccien mit hellgrauen Kalkkomponenten (Taf. II, Fig. 2). Das Gestein ist bituminös und völlig ident mit den dunkeln Ebnetbreccien. Man befindet sich hier am Brücklein über den Hundsbach an der Stirne einer weit nach NW greifenden Antiklinale: Die Grenzschichten sind gedoppelt, der zwischenliegende Portlandkalk ist nur noch wenige m mächtig, und sowohl über dem oberen als auch im Liegenden des unteren Breccienhorizontes steht typischer Öhrlikalk an.

Diese verkehrt liegenden Grenzschichten lassen sich nun von hier auf dem Weg nach Bödmenalp gut verfolgen. Man bewegt sich wenige m über demselben, die kleinen Fluhbänder rechts am Weg (Bergseite) bestehen aus dunklem Portlandkalk. In der Rinne des zweiten Baches (von Hohfad Richtung Bödmenalp) kann folgendes Profil durch die verkehrt liegende Serie Malm-Öhrlikalk beobachtet werden:

- 1) Öhrlikalk mit typischem, hellgrauem Bruch und bräunlichen Flecken, gegen die Basis zu allmählich dunkler werdend. Mit scharfer Grenze folgen
- 2) Grenzschichten, 2—3 m mächtig. Brecciöse, wellig anwitternde, calcitisierte Schichten (Troskalkbreccie). Beim Anschlagen hohl klingend.
- 3) Portland-Malmkalk mit schwarzem, muschelrig-glattem Bruch (Weg).

Beim Begehen des Wegleins nach Bödmenalp quert man dann weitere Horizonte von brecciösen Grenzschichten, welche analog ausgebildet sind.

Eine etwas abweichende Fazies der Grenzschichten konnte ich in den unterhalb der Alphütten von Bödmen (1318 m) aus der Weide ragenden Felsköpfen und -bänken konstatieren. Die hellgraue Gesteinsoberfläche ist besetzt von zahlreichen Kieselknauern und von dunkelgrau bis schwarz anwitternden, vorstehenden Flasern und Wülsten einer kristallin-dolomitischen, splittrigen Substanz durchzogen. Makroskopisch wie im Dünnschliff erkennt man, dass diese stark dolomitische, kristalline Brecciengrundmasse, in welcher grosse korallogene Kalktrümmer liegen, identisch ist mit der dunklen, grobkristallinen Dolomitsubstanz, welche schon weiter oben (Sättelipass, Titlis-Südwand (Br₂) (ca. 2680 m) als Einlagerung und im Zusammenhang mit den Grenzschichten beschrieben worden ist. Hier, unterhalb Bödmenalp, liegt die Fundstelle des einzigen Ammoniten (? *Berriasella*) aus den Grenzschichten der Titliskette und — soviel ich weiss — der ganzen autochthonen Region der Schweizeralpen.

Am sog. „Leiterenweg“ (Weglein von Bödmenalp über die Fluh nach Herrenrüti hinab) sind verschiedene Breccienhorizonte zu beobachten. Hier ist

besonders der Breccientypus der Titlis-Südwand mit onkoidischer Struktur vertreten. Die Mächtigkeit der Grenzschichten kann nicht angegeben werden, da zusammenhängende Aufschlüsse fehlen. Wo der steile Zickzackweg den Talboden erreicht, stehen Platten von echtem Malmkalk an.

Wie schon erwähnt, ziehen die brecciösen Grenzschichten auf der anderen Talseite hinauf zur Ebnetalp. Oberhalb Herrenrüti wurde ein Horizont mit dunklen Ebnetbreccien angeschlagen (Taf. III, Fig. 1). In dem schwarz-bituminösen Bindemittel dieser Breccie konnten neben zahlreichen Organismenrümern, die auch von anderen Punkten der Titliskette erwähnten Foraminiferen (*Pseudocyclamina* YABE & HANZAWA, *Choffatella* SCHLUMBERGER, *Coscinoconus* LEUPOLD) und, zum ersten Male in den Alpen, *Spirocyclus hoffati* MUNIER-CHALMAS aufgefunden werden (Taf. IV, Fig. 7—12).

B. Zusammenfassung über Lithologie und Stratigraphie der Grenzschichten.

Aus obigen Einzelprofilen und den beschriebenen Wandbegehungen in der Titliskette ergeben sich in bezug auf die Grenzschichten und ihre Lithologie folgende Resultate:

1. Die jurassisch-kretazischen Grenzschichten sind durch spezifische Gesteinstypen gekennzeichnet, die sowohl im liegenden Malm- wie im Öhrlikalk vollständig fehlen. Neben verschiedenen Breccienvarietäten fallen vor allem dolomitische Sedimente auf (dolomitische Mergelkalké und knorrige Linsen von fast reinem kristallinem Dolomit).
2. Die fazielle Ausbildung der Schichten ist sowohl in horizontaler wie in vertikaler Richtung eine sprunghaft wechselnde. Auch an den leicht zugänglichen Profilen ist bereits auf kurze horizontale Entfernungen hin eine Parallelisation der einzelnen Schichtglieder nicht mehr möglich. Eine gesetzmässige stratigraphische Sukzession der einzelnen Gesteinstypen kann somit nicht nachgewiesen werden.

Am Westfusse des Tellistocks z. B. finden sich auf einer Schichtfläche von etwa 2 m² mindestens 4 Gesteinstypen in verworrener, anscheinend völlig willkürlicher Lagerung und ungefähr 600 m weiter südwestlich (Sättelipass) ist in den entsprechenden Schichten kein einziger dieser Typen mehr aufzufinden.

Die auf der linken Talseite von Engelberg (Hohfad-Bödmenalp) in verschiedenen Varietäten vorkommenden Breccienhorizonte der Jura-Kreide-Grenze sind auf der anderen Seite der Engelberger Aa (Herrenrüti) in einem einzigen, anders ausgebildeten Niveau vertreten.

3. Es ist zu bedenken, dass innerhalb einer etwa 3 m mächtigen Schichtreihe, die im westlichen Teil der Kette (Sättelipass-Tellistock) und dann erst wieder ungefähr 20 km weiter östlich im Engelbergertal leicht zugänglich ist, im übrigen aber durch steile, 500 bis 1000 m hohe Felswände zieht, selbst eine eventuell mögliche stratigraphische Gliederung ganz problematisch wird.

Immerhin scheinen die Troskalkbreccien vor allem an die Region von Antiklinale I (Glecksteinlappen) gebunden zu sein (Nordfuss Tellistock, Tellistock-Südwand 2130 m, Fuss des Titlis-Egg), während in den südlicheren Falten (Klein Gletscherli-Synklinale und Antiklinale II) hauptsächlich die onkoidischen Breccien vertreten sind (Gadmerflühe-Südwand 2160 m, Wendenstock-Südwand 2650 m, Flanken des Klein Gletscherli, Titlis-Südwand). Die Breccien vom Typus Ebnet scheinen

auf den östlichen Teil der Titliskette beschränkt zu sein (Klein Gletscherli-Absturz, Titlis-Egg, Hohfad, Ebnetalp).

Die Graspasfazies der Grenzschichten (Brecciensedimente, verbunden mit dolomitischen Mergeln) gibt hier kein Kriterium ab für südliche oder nördliche Falten, da sie sowohl in der Sättelipass-Synklinale (Sättelipass, Fuss des Titlis-Egg) wie in Antiklinale II (Titlis-Südwand) auftreten kann.

4. Ein eindeutiges oberstes oder unterstes, konstantes Breccien-Niveau lässt sich nicht angeben. Am Vorhandensein der charakteristischen, brecciös-dolomitischen Gesteinstypen kann jedoch mit Sicherheit entschieden werden, ob man sich in den Grenzschichten befindet oder nicht.
5. Die mechanische Beanspruchung hat sich gerade an den Grenzschichten besonders ausgewirkt, wodurch dieselben eine allgemeine Durchbewegung und Laminierung erlitten haben und kreuz und quer von Calcitadern und -wülsten durchzogen sind.
6. Die Grenzschichten werden überall in der Titliskette von sicherem Valanginien (Öhrlikalk) überlagert. Über dem eigentlichen Malmkalk (sicheres Séquanien-Kimeridgien) folgt (z. T. mit basalen „Pseudobreccien“) der gefleckte Portlandkalk. Die Grenzschichten sind aus diesem Grunde als oberes Portlandien zu betrachten.

Wie aus dem paläontologischen Teil dieser Arbeit hervorgeht, ist in den untersuchten Grenzschichten kein einziges spezifisch kretazisches Fossil gefunden worden.

7. Es ist gelungen, an vereinzelt Punkten im untersuchten Gebiet (Ebnetalp, Titlis-Südwand) Sedimente festzustellen, die als Basis des Portland betrachtet werden können. Es handelt sich um autigene „Pseudobreccien“ im Dach des eigentlichen homogenen Malmkalks. Lithologisch stimmen sie vollständig überein mit der „Breccie im obersten Hochgebirgskalk“ (J. KREBS) der Doldenhorn-Decke (Blümlisalp- und Gspaltenhorngebiet). Im Profil von Ebnetalp (vgl. S. 41 ff.) erreichen diese mit homogenen Bänken von dunklem Kalk wechsellagernden Breccien eine Gesamtmächtigkeit von 80 m.

IV. Paläontologie der Grenzschichten.

A. Flora.

ALGAE.

Clypeina jurassica FAVRE & RICHARD.

- 1913 JOUKOWSKY E. & J. FAVRE, Mém. Soc. Phys. et Hist. nat. Genève, 37, fasc. 4, pl. XIV, Fig. 2.
- 1927 FAVRE J. & A. RICHARD, Abh. Schweiz. Pal. Ges., Bd. XLVI, pl. I, Fig. 2 und 3.
- 1927 PFENDER J., Bull. Soc. Géol. France, 4. sér., t. XXVII, pl. V, Fig. 1 bis 5.
- 1932 FAVRE J., Eclogae geol. Helv., vol. 25, p. 13, Fig. 2.
- 1935 LEUPOLD W. & W. MAYNC, Eclogae geol. Helv., vol. 28, p. 134, Fig. 2.

Über die paläontologische Zugehörigkeit von *Clypeina* wurde lange gestritten. MICHELIN betrachtete sie als Korallenbruchstück, A. D'ORBIGNY stellte sie zu den Bryozoen, und PARKER & JONES, sowie CARPENTER und C. W. GÜMBEL wollten darin Foraminiferenfragmente erblicken (*Dactylopora*, *Haploporella*). Erst MUNIER-CHALMAS (Lit. 48) wies die pflanzliche Herkunft von *Clypeina*