

Tektonik

Objektyp: **Chapter**

Zeitschrift: **Eclogae Geologicae Helvetiae**

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

Heft 1

PDF erstellt am: **21.07.2024**

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.

I. Tektonik.

Den Kontaktverhältnissen von Kristallin und Kalk am Aarmassiv-Nordrand wurde von den Alpengeologen schon früh Beachtung geschenkt. Neueren Datums sind die Arbeiten von P. ARBENZ & FR. MÜLLER (Lit. 4), H. MORGENTHALER (Lit. 46), K. ROHR (Lit. 55) und W. SCABELL (Lit. 57), von denen für das in dieser Arbeit behandelte Gebiet vor allem die Untersuchungen von K. ROHR grundlegend sind. Was die historischen Daten und verschiedenen Anschauungen über die Tektonik der Kontaktregion anbetrifft, möchte ich hier auf die Einleitung zum tektonischen Teil der genannten Arbeit ROHRs hinweisen. In dieser Studie werden sowohl die stratigraphischen wie die tektonischen Verhältnisse der Zwischenbildungen in der Titlis-Engelhorn-Kette ausführlich behandelt. ROHR weist vor allem auf die durch tangentialen Zusammenschub des kristallinen Untergrundes verursachte, steil SE-fallende Clivagebildung hin. Infolgedessen fand ein Ausweichen (Empordringen) von selbständigen, starren Gneislamellen in der Richtung dieser Druckschieferung statt, was zur Bildung von einzelnen Sedimentlappen führte. Dabei war das mechanische Verhalten der einzelnen Schichtglieder sehr verschieden, indem der massige, unnachgiebige Rötidolomit infolge seiner Druckfestigkeit nicht gefaltet wurde, sondern in Schollen zerbrach und zu einer ausgesprochenen Schuppenbildung Anlass gab. Diese starren Abschuppungen des Dolomits stehen in deutlichem Gegensatz zu der sich anschmiegenden Kleinfältelung der plastischen Aalénienschiefer und der anderen Schichtglieder des Doggers. Der Eisenoolith weist ausserdem wie die tieferen Partien des Malmkalks häufig eine intensive Marmorisierung auf. Der Malmkalk wurde nach dem gleichen Autor im allgemeinen von den tektonischen Störungen wenig oder nicht beeinflusst. Als Ausnahme wird die Schuppenregion von Achtelsass angeführt, wo zwischen den Trias-Dogger-Lamellen noch Malm enthalten ist. Eine ebenfalls auch den Malmkalk erfassende Störung aber tritt uns in der Keilmulde am Schwarzen Berg (Südfuss des Reissend Nollens) entgegen. Hier handelt es sich um eine stark zusammengepresste Synklinale mit marmorisiertem Malmkalk als Muldenkern. Das eigentümliche Fehlen der Zwischenbildungen am normalen Nordschenkel dieser Mulde wird von P. ARBENZ & FR. MÜLLER (Lit. 4) und K. ROHR (Lit. 55) durch Annahme einer schon vor der Faltung vorhandenen flexurartigen Störung begründet, wobei der SE-flügel um etwa 250 m abgesunken sei. Durch intensive seitliche Zusammenpressung und das dadurch bedingte Empordringen von Gneislamellen in der Clivagerichtung fanden Abschuppungen des Triasdolomits statt und es entstand eine Keilmulde. An der Flexurlinie fehlen die Zwischenbildungen, und der Malmkalk steht in direktem Kontakt mit dem kristallinen Untergrund. Es hat sich gezeigt, dass sich aus dieser Synklinale am Schwarzen Berg gegen W der Pfaffenkopf-Laubstock-Keil entwickelt, aus welchem dann die Sedimentmulde unter dem Glecksteinlappen und endlich der untere Jungfrau keil hervorgehen.

Neben der Sedimentmulde am Schwarzen Berg sind es besonders die Gadmerbänder (Gadmer Doppelschlingen nach A. BALTZER), welche weitere tektonische Bewegungen am Kontakt von Kristallin und Sedimentmantel dokumentieren.

Das oberste, am höchsten in die Wand hinaufreichende Dolomitband gehört zum Hangendschenkel einer emporgepressten Gneislamelle (Glecksteinlappen) und steht in sichtbarer Verbindung durch einen erhaltenen, laminierten Mittelschenkel mit dem nächst tieferen Triasband. Zwischen dem letzteren und dem

untersten (normalen) Dolomitband liegen verkehrt gelagertes Aalénien und etwa 50 m mächtiger geschieferter Malmkalk (Äquivalent der Keilmulde am Schwarzen Berg und somit des Pfaffenkopfkeils). Am Aufbau dieser charakteristischen, tief greifenden Muldenzone des Pfaffenkopfkeils beteiligt sich in der Titliskette der gesamte Malm-Öhrlikalk-Komplex (am Pfaffenkopf bei Innertkirchen wurde Öhrlikalk im Kern des Keils durch FR. MÜLLER nachgewiesen), was durch den Verlauf der in dieser Arbeit untersuchten Grenzschichten bestätigt wird.

Die eben kurz zusammengefassten tektonischen Verhältnisse der Zwischenbildungen im Gadmental, wie sie K. ROHR (Lit. 55) so vorzüglich zur Darstellung gebracht hat, sind nun auch für die Tektonik der Malm-Kreide-Sedimente von grundlegender Bedeutung. Die tektonischen Bewegungen des Untergrundes klingen nämlich nicht in dem mächtigen Komplex des „Hochgebirgskalkes“ nach oben allmählich aus, sondern die Tektonik der Gadmerbänder und der Keilmulde am Schwarzen Berg (Pfaffenkopfkeil) drückt der ganzen Sedimenttektonik der Titliskette ihren charakteristischen Stempel auf.

Wohl war bekannt, dass der autochthone Kalkmantel in zahlreichen Zickzackfalten gegen NW absteigt, die besonders im Querprofil an der Titlis-Ostwand und in der Region des Klein Gletscherli deutlich sichtbar und auch von P. ARBENZ (Lit. 72—74) schon dargestellt worden sind. Inwieweit es sich aber bei diesen Faltenscharnieren um Antiklinalen und Synklinalen handelt, konnte erst jetzt durch die stratigraphische Gliederung des einförmigen „Hochgebirgskalkes“ in Malm und Kreide und durch den klar gelegten Verlauf der Grenzschichten in den steilen Südwänden der Titliskette entschieden werden.

In der Region zwischen Sättelipass und Tellistock, wo die vollständigste Gliederung der Gebirgskette durchgeführt werden kann, sind von oben nach unten folgende Faltelemente auseinanderzuhalten (vgl. auch Fig. 2, S. 29):

Synklinale 3	„Titlis-Synklinale“ mit Tertiärkern (Wendenstöcke)
Antiklinale II	„Obere Tellistock-Antiklinale“ (= Gstellihornlappen)
Synklinale 2	„Klein Gletscherli-Synklinale“ (= Dossenkeil)
Antiklinale I	„Untere Tellistock-Antiklinale“ mit kristallinem Kern der Gadmerbänder (Glecksteinlappen)
Synklinale 1	„Sättelipass-Synklinale“, Kreideanteil der Mulde am Schwarzen Berg (= Pfaffenkopf-Laubstock-Keil) Basaler Malmkalk Zwischenbildungen Innertkirchner Kristallin } (= tiefstes Autochthon).

Am Sättelipass selbst (Weg nach Birchlaualp) ist der Öhrlikalk von Synklinale 1 noch durch eine dünne Schuppe von Malmkalk mit dazugehörigen Grenzschichten (Schichten 9—13 des Sätteliprofils) gedoppelt.

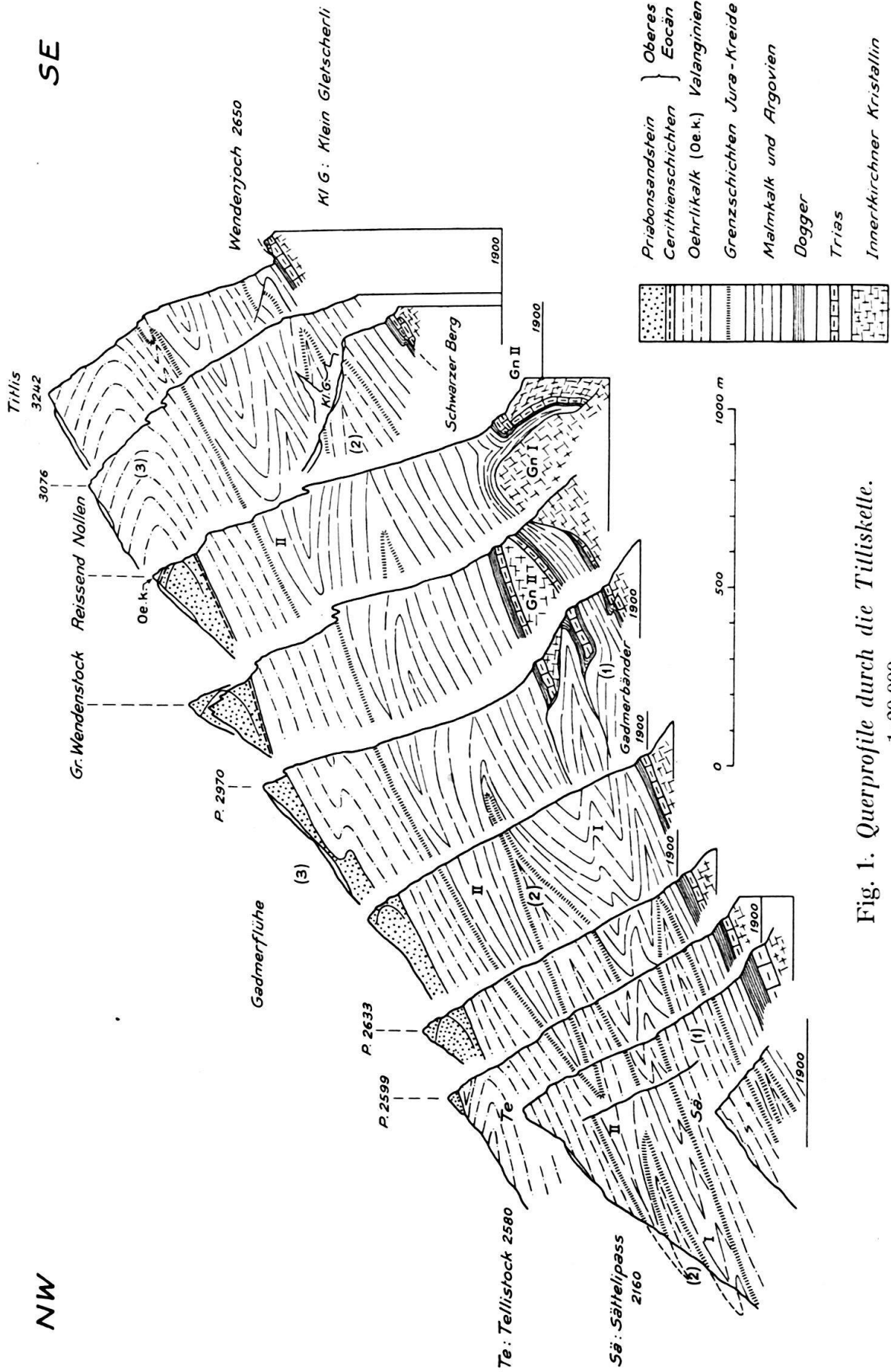


Fig. 1. Querprofile durch die Tittliskette.

1:20.000.

Die Streichrichtung der Titliskette und insbesondere ihres grossen Südabsturzes gegen das Gadmental geht dem ost-nordöstlichen Faltenstreichen nicht ganz parallel, sondern weicht im allgemeinen etwas gegen S ab. Dadurch wird die Tatsache erklärt, dass sich im Längsprofil der mächtigen Südwand der Kette die Synklinale gegen E hin allmählich ausspitzen und Antiklinalumbiegungen gegen SW schief aus der Wand herausstreichen. Dementsprechend ist die tektonische Gliederung der Kalkwand im SW (Sättelipassgegend) am deutlichsten, während nach NE (Titlis) die Öhrlikalksynklinale verschwinden und man sich einer nicht zu gliedernden Malmkalkmasse gegenüber sieht, mit Ausnahme des Profils am Klein Gletscherli, wo die tiefste Mulde von Öhrlikalk fensterartig angeschnitten ist.

Bei den Begehungen der Südwand des Tellistocks und der Gadmerflühe (P. 2633) fällt vor allem die geringe Mächtigkeit des normalen, zu den Zwischenbildungen gehörenden Malmkalkes auf. Denn schon nach 50—100 m folgt der bis zu 120 m mächtige Öhrlikalk von Synklinale 1, der genau in die tiefere Keilmulde der Gadmerbänder hinweist, also den Öhrlikalkanteil des auf der anderen Talseite bei Innertkirchen allerdings viel mächtiger gewordenen Pfaffenkopf-Laubstock-Keils darstellt. Südlich und nördlich des Sättelipasses finden sich überdies in entsprechender Lage siderolithische Bildungen (rosafarbene, marmorisierte Kalke mit grünen Tonschieferlagen), welche schon auf der Karte Engelberg-Meiringen von P. ARBENZ (Lit. 72) angegeben worden sind. Am Muldencharakter dieser Zone ist somit nicht zu zweifeln. In der Region der Gadmerbänder und der Mulde am Schwarzen Berg kommt infolge der Ausbuchtung der Kette nach S dieser Öhrlikalk nicht mehr zum Vorschein.

Nach den Beobachtungen von P. ARBENZ und K. ROHR (Lit. 55) ist die Störung der Zwischenbildungen am Firnalpeli (Engelbergertal) als das tektonische Äquivalent der Keilmulde am Schwarzen Berg zu bezeichnen. In dem bis zum Kristallin blossgelegten Talkessel zwischen Firnalpeli und dem Schlossberg wäre somit das erste Einsetzen der nach W immer mehr an Bedeutung zunehmenden Muldenzone des Pfaffenkopfkeils anzunehmen. Der von mir beobachtete, wenig über der Malmbasis am Grossen Spannort auftretende Öhrlikalk (etwa 50 m mächtig) kann infolge seiner relativ viel südlicheren Lage nicht dieser Muldenregion angehören. Man hat es demnach dort mit einer anderen, südlicheren Keilmulde zu tun, und der Gedanke liegt nahe, diese tief greifende Öhrlikalksynklinale mit dem Kalkkeil von Färnigen oder der Windgällenfalte in Zusammenhang zu bringen.

Über dem eingefalteten Öhrlikalk der eben beschriebenen Keilmulde im Gadmental folgt die Malmantiklinale I (Untere Tellistock-Antiklinale), welche als Stirnumhüllung zu dem Gneislappen gehört, der die untere Keilmulde der Gadmerbänder als selbständige Schuppe (Glecksteinlappen) überlagert. Die aufgeschlossene Mächtigkeit dieses Malmkalkes in den Südwänden der Titliskette schwankt je nach dem Verlauf der Felswände gegenüber dem exakten Faltenstreichen zwischen 100 und 200 m. Östlich der Gadmerbänder ist diese Antiklinale nicht erkennbar, da hier, wie schon erwähnt, durch das Vorspringen der Wand der Öhrlikalk von Synklinale 1 nicht mehr zum Vorschein kommt, so dass der Malm von Antiklinale I und der basale (normale) Malmkalk zu einem Komplex zusammenfliessen.

Eine nächsthöhere Öhrlikalkmulde 2 greift tiefer nach SE in den Gebirgsbau ein, jedoch offenbar nicht überall gleich tief. Denn auch diese Öhrlikalkzone ist nicht als ununterbrochenes Band durch die ganze Südwand zu verfolgen, sondern von SW her nur bis an die Gadmerflühe und dann erst wieder weiter im NE im

tektonischen Fenster am Klein Gletscherli. Wegen ihres Auftauchens am Klein Gletscherli zwischen Reissend Nollen und Titlis habe ich diese Muldenregion auch als Klein Gletscherli-Synklinale bezeichnet. Auf Grund ihrer tektonischen Stellung (südlich des Glectsteinlappens) und ihrer deutlich ausgeprägten Muldenatur ist diese Synklinale wohl mit dem Dossenkeil in Parallele zu setzen.

Am Zungenende des genannten kleinen Kargletschers, sowie in den aus der Gletschermitte herausragenden Felsköpfen steht der zu dieser Mulde gehörende Öhrlikalk an. Die Synklinale schliesst sich gegen S als eine unauffällige Ausspitzung in den mächtig vorspringenden Wänden des Reissend Nollens und Titlis.

Westlich der Gadmerbänder, in den Wänden der Gadmerflühe, kommt die Klein Gletscherli-Synklinale 2 wieder zum Vorschein. Die brecciösen Grenzschichten gegen den liegenden und den darüber folgenden Malmkalk konnten beim Aufstieg zu P. 2633 der Gadmerflühe in 2160 m und 2230 Höhe angeschlagen werden. Am Südaufstieg zum Tellistock wurden die Grenzhorizonte Malm-Kreide in 2130 m Höhe gefunden (Verkehrtschenkel der Mulde 2).

Die höher folgende Antiklinale II = Gstellihornlappen i. W setzt im W der Titliskette am Tellistock ein (Obere Tellistock-Antiklinale). Infolge des starken Zurückschwenkens der Kette nach N reicht der Malmkalk dieser Antiklinale östlich des genannten Gipfels eine Strecke weit nicht mehr in die Wand hinein. Er erscheint dann wenige 100 m weiter östlich wieder und lässt sich nach NE durch die ganze Wand der Gadmerflühe verfolgen, wo er (westlich von P. 2970) wegen der schon genannten Ausspitzung der tieferen Kreidesynklinale 2 mit dem Malmkalk von Antiklinale I verschmilzt. Erst beim Klein Gletscherli, wo die Klein Gletscherli-Synklinale wieder auftaucht, kann diese Antiklinale (II) wieder unterschieden werden.

Traversiert man den Ostabsturz des Reissend Nollens gegen das Titlisjoch, so gelangt man zu zwei auf dem T. A. nicht eingezeichneten Felshöckern, welche in etwa 2500 m Höhe am Gletscherrande aus dem Eis ragen. Hier nun finden sich die brecciösen Grenzschichten, welche die Antiklinale II vom hangenden Öhrlikalk trennen. Am anderen Ufer des Klein Gletscherlis konnten die entsprechenden Trennungsschichten ebenfalls aufgefunden werden. Sie lassen sich schräg südwärts durch die Titlis-Westflanke verfolgen und ziehen dann in ca. 2800 m Höhe durch die Südwand des Titlis, gegen das Wendenjoch zu leicht ansteigend.

Die ganze obere Hälfte des Titlis wird durch die grosse Synklinale 3 von Öhrlikalk gebildet, die ich aus diesem Grunde als Titlis-Synklinale bezeichne. Der ganze Öhrlikalkkomplex zwischen der Malmantiklinale II und dem die steilen Kalkwände krönenden Priabonsandstein der Wendenstöcke und Gadmerflühe stellt den Liegendschenkel dieser grossen Mulde dar. Als Muldenkern ist der genannte Priabonsandstein aufzufassen. Am Reissend Nollen ist diese Muldenatur besonders ausgeprägt, indem der Gipfelgrat wieder aus überfalteten Cerithienschichten und Öhrlikalk²⁾ besteht. Nach W hin (Gadmerflühe) entwickelt sich im Liegendschenkel dieser Synklinale noch eine Spezialfalte, indem eine kleine Öhrlikalkschuppe nach N vorstösst. Die einfache Synklinale gewinnt dadurch den Typus einer Doppelmulde, die jedoch nach E rasch in die dominierende Titlis-Synklinale übergeht.

Vom Titlisgipfel (3242 m) stürzen die Kalksedimente in einer gewaltigen, 600 m hohen Kante zum Wendenjoch (2650 m) ab. Die brecciös-dolomitischen

²⁾ In der geol. Karte Engelberg-Meiringen infolge eines Druckfehlers ohne Farbe geblieben.

Grenzsichten sieht man in der Titlis-Südwand von etwa 2800 m langsam gegen die SE-Kante des Titlis zu ansteigen, wo sie in ungefähr 2900 m Höhe durch eine kleine Schuppung des liegenden Portland-Malmkalkes in ihrer Lagerung gestört sind. Aus dem gleichen Grunde wurden im begangenen Profil der Titlis-Südwand die Grenzsichten des Portland zweimal angetroffen. Zwischen beiden Breccienhorizonten (2820 m und 2850 m) liegt siderolithisch infiltrierter Öhrlikalk (siderolithische Breccien und Sandsteinlinsen). Über die mächtige, durch Steinschlag gefährdete Ostflanke des Titlis können leider keine sicheren Angaben gemacht werden.

Der Verlauf der Grenzsichten durch die Wand ist ohne Begehung derselben nicht zuverlässig anzugeben. Auch der Fuss des Wandabsturzes (dem Firnalpeligletscher entlang) ist infolge der grossen Randklüfte zwischen Fels und Gletscher sehr selten der direkten Beobachtung zugänglich. Nur am Fusse des bekannten „Grossen Couloirs“ (das vom Firnalpeligletscher bei etwa 2400 m die ganze Wand durchzieht und in der Gratverschneidung zwischen Titlisgipfel und P. 2939 mündet) konnte der anstehende Fels angeschlagen werden. Aber gerade hier sind die Sedimente so intensiv gefaltet, dass die hieraus resultierende Laminierung und Calcitisierung des Gesteins stratigraphische Studien ohnedies nicht gestatten (vom Handstück selbst kann nicht einmal sicher entschieden werden, ob es aus den Grenzsichten stammt, Portland- oder Öhrlikalk darstellt; es sieht aus wie irgend ein alpiner Mylonit vom Typus Lochseitenkalk).

Eine sichere Parallelisierung der einzelnen Faltelemente der Ostwand mit denen der Titlis-Südwand (und -Westwand) wird erst möglich, wenn der Verlauf der Grenzsichten am Titlis-Egg (Nordostflanke) sichergestellt ist. Und dieses Problem ist vorläufig noch ungelöst.

Die jurassisch-kretazischen Grenzsichten ziehen vom Titlis-Südostgrat (Titliskante) in schönem Faltenwurf durch die Ostflanke, sich der kristallinen Basis immer mehr nähernd, wodurch der liegende Malmkalk (wie im Gadmental) beträchtlich an Mächtigkeit einbüsst und beim Zungenende des Firnalpeligletschers unter einer tief eingreifenden Mulde von Öhrlikalk (2) 50 m kaum übersteigen dürfte.

Von dieser bis nahe ans Kristallin reichenden Öhrlikalkmulde über dem Firnalpeligletscher verlaufen die Grenzsichten durch den Wandabsturz des Titlis-Egg und erreichen schliesslich in weit ausholenden Falten über die Alpen Hohfad (1436 m) und wieder zurückbiegend über Böldmen (1318 m) den Talboden von Engelberg bei Herrenrüti.

Mit ziemlicher Sicherheit dürfte die tiefe Öhrlikalksynklinale, die sich in geringer Höhe über dem Firnalpeligletscher schliesst, der Klein Gletscherli-Synklinale 2 entsprechen, die beim Klein Gletscherli in der Titlis-Westflanke verschwindet und auch mit den tiefen Grenzniveaux Br_1 und Br_2 der Titlis-Südwand (vgl. Profil Titlis-Südwand, Seite 50) in Verbindung gebracht werden muss. Demnach würde der liegende Malmkomplex (Fuss des Titlis-Egg) der Antiklinale I (Glecksteinlappen) entsprechen.

Die Keilmulde vom Schwarzen Berg (Pfaffenkopfkeil) ist hier im Ausklingen begriffen und tritt uns nur in Form einer geringfügigen Störung der Zwischenbildungen (unterhalb der Zunge des Firnalpeligletschers) entgegen. Als Kreideanteil dieser Mulde (entsprechend der Sättelipass-Synklinale 1 im W) darf wohl der lange Öhrlikalkzug gelten, der am Weg von Böldmenalp nach Hohfad ansteht. Ob die beim Firnalpeligletscher in 1830 m Höhe beobachteten siderolithischen Bildungen in diese Synklijalregion hinweisen, kann noch nicht sicher entschieden werden.

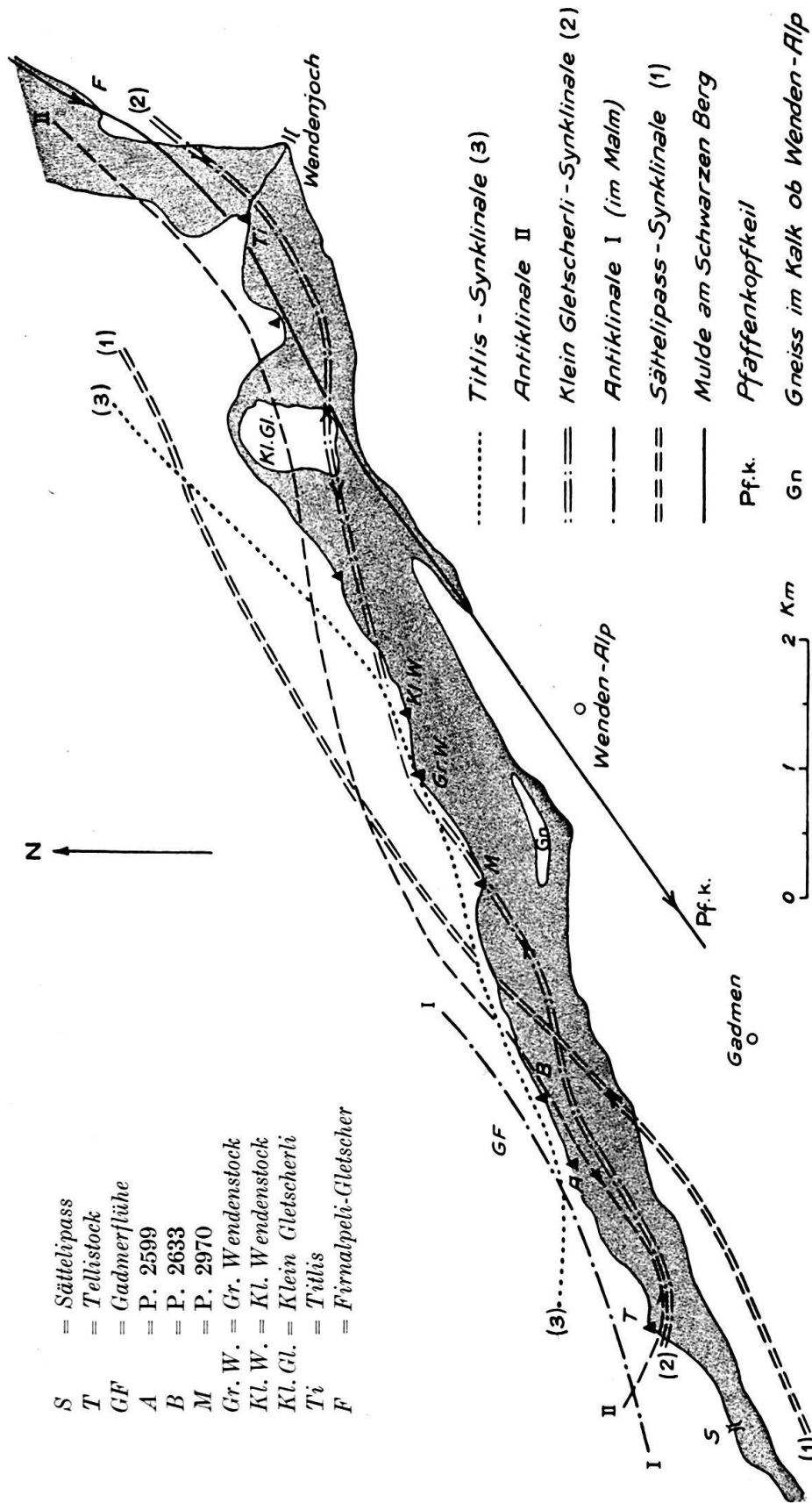


Fig. 2. Axenrichtungen der Fallenelemente in der Südwand der Titliskette.

Nach dem Verlauf der Grenzschichten von Jura zu Kreide.

Grau: Südwall der Titliskette.

Die Pfeile innerhalb der Wand bezeichnen die Einstichpunkte der Synklinalen (Öhrlikalk) und Austrittspunkte der Antiklinalen.

Die Malmpartie über der oben beschriebenen Öhrlikalkmulde 2 (Klein Gletscherli-Synklinale, Muldenkern des Dossenkeils) würde somit die Fortsetzung von Antiklinale II bilden, die also durch die ganze Titliskette zu verfolgen und als Äquivalent des Gstellihornlappens der Engelhörner (FR. MÜLLER) zu deuten ist.

Auf der anderen Talseite bilden die Grenzschichten nördlich von Herrenrüti eine nach NW schauende Antiklinale mit Malmkern. Durch die grosse, die ganze Wand schräg nach links (NW) durchziehende Überschiebung (Lit. 72, 74) werden dann höher oben der Hangendschenkel zerrissen und die Grenzschichten des überschobenen Komplexes um etwa 40 m höher gestellt. Von hier an ziehen sie weiter ostwärts gegen Gross Wald und Ebnetalp (1694 m) zum Schlossberg hinüber.

Verfolgt man die Axenrichtungen der in der Titliskette festgestellten Antiklinalen und Synklinalen (s. Fig. 2), so kommt man zu interessanten Schlüssen.

Dass Faltenrichtungen und morphologisches Streichen der Südwand z. T. recht beträchtliche Winkel miteinander bilden, wurde schon erwähnt. Indes zeigen sich nun deutlich gesetzmässige Richtungen gewisser Faltenaxen. Aus der tiefsten Keilmulde des Autochthonen (Synklinale vom Schwarzen Berg) entwickelt sich nach W hin der Pfaffenkopf-Laubstock-Keil (Äquivalent des unteren Jungfraukeils). Seine Muldenlinie weicht vom allgemeinen alpinen Streichen ziemlich stark ab (10—15°) und nähert sich dem hercynischen Streichen des Massivs. Sie überquert infolgedessen das Gadmental in schräger Richtung (Streichen N 55° E nach K. ROHR).

Weiter oben haben wir gesehen, dass die Sättelipass-Synklinale 1 als Muldenkern dieses Sedimentkeils aufzufassen ist. Aus diesem Grunde wird der annähernd parallele Verlauf der beiden Muldenaxen verständlich.

Die südliche Kristallinschuppe, die über den Rücken der Pfaffenkopfmulde hinweggeschoben wurde (s. Fig. 1, Gn II), bildet den Kern des Glecksteinlappens. Wie schon gezeigt wurde, kann unsere Antiklinale I (untere Tellistock-Antiklinale) als Malmstirne des Glecksteinlappens gelten, welcher ungefähr gleiche Streichrichtung besitzt wie der Pfaffenkopfkeil.

Im Gegensatz dazu streicht die Klein Gletscherli-Synklinale typisch alpin, ihre Axenrichtung geht folglich der Titliskette fast parallel. Dadurch erklärt sich auch das Wiederauftauchen dieser Mulde im Fenster des Klein Gletscherlis. Eine etwas abweichende Richtung nimmt die Synklinale 2 nur im W, im Gebiete des Tellistocks, ein, indem sie stark nach NW abbiegt.

Die höher folgende Antiklinale II (Gstellihornlappen) schliesst sich in bezug auf ihre Axenrichtung eng an die liegende Klein Gletscherli-Synklinale 2 an und zeigt im Streichen ebenfalls das eigentümliche Herausschwenken nach NW (Tellistock).

Die Titlis-Synklinale 3, das höchste tektonische Element in der autochthonen Titliskette, weist im Vergleich mit Antiklinale II ein etwas abweichendes Axenstreichen auf, indem sie nicht nur im W (Klein Tellistock), sondern auch im NE aus ihrer Streichrichtung nach N abbiegt.

Aus dem Gesagten geht hervor, dass sich die tieferen Falten (Sättelipass-Synklinale und Antiklinale I) eng an die Tektonik des kristallinen Untergrundes (Keilmulden) anlehnen, während die südlicheren Falten, 2, II, 3, über die unteren hinweggeglitten sind.

Auffallend ist, dass die Streichrichtungen der Öhrlikalksynklinalen verschieden verlaufen. Es scheint, dass sie jeweilen mit den Faltenaxen der nächst höheren Antiklinale im Einklang stehen. So zeigen Pfaffenkopfkeil (plus Sättelipass-Synklinale) und Antiklinale I untereinander ähnliche Axenrichtungen, ebenso Klein Gletscherli-Synklinale 2 und Antiklinale II. Demnach besitzen diese kom-

plementären Faltelemente (Synklinale und höher folgende Antiklinale) eine gewisse tektonische Selbständigkeit, welche nach W hin stark zunimmt. Denn es entwickeln sich ja aus Pfaffenkopfkeil (und Sättelipass-Synklinale) die mächtige Sedimentmulde im Liegenden des Glecksteinlappens, aus Antiklinale I der Glecksteinlappen und aus Antiklinale II der Gstellihornlappen, beide durch eine tiefe Synklinale voneinander getrennt (Klein Gletscherli-Synklinale und Dossenkeil). Die oben (vgl. S. 24) angenommene Parallelisation der Faltenysteme östlich der Aare und der Sedimentlappen der Engelhörner steht somit im Einklang mit den Resultaten, die beim Vergleichen der verschiedenen Axenrichtungen der Falten in der Titliskette gewonnen werden konnten.

II. Lithologie der Grenzsichten.

Wie schon in der Einleitung bemerkt wurde, sind innerhalb der eigentlichen Titliskette nur am Sättelipass, an der Westseite des Tellstocks und im Engelberger-Tal (Hohfad-Herrenrüti-Ebnetalp) leicht zugängliche Jura-Kreide-Profile anzutreffen. Im übrigen musste ich mich begnügen, bei den wenigen möglichen Aufstiegen durch die Südwand der Titliskette einfach festzustellen, in welcher Höhe die Grenzsichten durchziehen. Von einem ausgedehnten und gründlichen Studium derselben musste leider hier infolge der Exponiertheit der Wände abgesehen werden. Immerhin konnte ich jeweilen bei diesen Aufstiegen kleine Gesteinsproben der Grenzhorizonte mitnehmen, so dass anhand von Dünnschliffen diese Schichten einer weiteren Untersuchung zugänglich gemacht werden konnten.

Innerhalb der mächtigen Kalkmasse (Hochgebirgskalk) der Titliskette kann folgende stratigraphische Gliederung durchgeführt werden:

Tertiärsandstein (Wendenstöcke) } Cerithienschichten }	Priabonien
Siderolithische Bildungen im Öhrlikalk .	Lutétien oder ?Valanginien
Öhrlikalk	Unt. Valanginien
Grenzsichten	Ob. Portlandien
Malmkalk	Portlandien-Argovien

Zur Charakterisierung der angeführten Sedimente seien folgende Angaben gemacht:

Malmkalk: Hellgrau anwitternd, tiefschwarz, mit muscheligen Bruch. Gestein massig, nach der Basis zu (Schiltschichten) dünnebankig. Perisphincten der Tenuilobatus-Zone (Kimeridgien) bei Engelberg. Radiolarien, Schwammnadeln.

Portlandkalk: Unterscheidet sich vom eigentlichen Malmkalk durch seinen bräunlichen, oft rötlich oder hell gefleckten Bruch. Meist marmorisiert. Rekrystallisierte Calpionellen.