Zeitschrift: Mitteilungen der Naturforschenden Gesellschaft Bern

Herausgeber: Naturforschende Gesellschaft Bern

Band: - (1936)

Artikel: Stratigraphie der Balmhorngruppe mit Einschluss des Gemmipasses (Berner Oberland)

Autor: Tavel, Hans von

DOI: https://doi.org/10.5169/seals-319381

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften auf E-Periodica. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen sowie auf Social Media-Kanälen oder Webseiten ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Mehr erfahren

Conditions d'utilisation

L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. La reproduction d'images dans des publications imprimées ou en ligne ainsi que sur des canaux de médias sociaux ou des sites web n'est autorisée qu'avec l'accord préalable des détenteurs des droits. En savoir plus

Terms of use

The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. Publishing images in print and online publications, as well as on social media channels or websites, is only permitted with the prior consent of the rights holders. Find out more

Download PDF: 11.12.2025

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

Hans von Tavel

Stratigraphie der Balmhorngruppe
mit Einschluss des Gemmipasses
(Berner Oberland)

(Mit 1 Tafel und 13 Figuren im Text)

Vorwort

Die vorliegende Arbeit wurde im Jahre 1933 abgeschlossen und 1934 als Dissertation der philosophischen Fakultät II der Universität Bern eingereicht. Leider kam der Autor nach Ablegung seines Doktorexamens wegen Militärdienst und ferner wegen schwerer Erkrankung nicht mehr dazu, Text und graphische Beilagen druckfertig zu machen. Zu unserem grossen Schmerz wurde er uns am 22. Dezember 1935 durch den Tod entrissen. Es entsprach nun nicht nur dem Wunsch der Angehörigen des Verstorbenen, sondern schien uns eine Pflicht der Pietät zu sein, die Arbeit für den Druck vorzubereiten, um deren Veröffentlichung zu ermöglichen. Dabei hat sich der Unterzeichnete besonders mit dem Text, der Auswahl der Graphika und der stratigraphischen Literatur befasst, während Herr Dr. Günzler-Seiffert die Bearbeitung der Graphika übernommen hatte. Vor allem musste aus den stratigraphischen Einzeldarstellungen nach den Vorlagen, die der Verfasser entworfen hatte, eine Tafel gezeichnet werden (Tafel I). Andere graphische Darstellungen konnten leider nicht verwendet werden, so vor allem nicht eine wandgrosse Serie von Blockdarstellungen zur Veranschaulichung der geologischen und stratigraphischen Entwicklung des Untersuchungsgebietes. Zwar hatte der Verstorbene schon eine Auswahl für den Druck getroffen und einen Entwurf gemacht, aber es blieben, auch unter Benützung des Textes und der Notizen, manche wichtigen Punkte

rätselhaft. So schien es uns geraten, diese Darstellungen im Manuskript aufzubewahren und von der Veröffentlichung abzusehen, da eine solche doch nicht nach Absichten des Autors, dessen Rat und Auskunft uns auf Schritt und Tritt fehlten, hätte ausfallen können. Die Durchsicht der mikroskopischen Präparate hatte Herr Dr. Leupold besorgt.

Hans von Tavel wurde als Sohn von Herrn Albert von Tavel-von Erlach am 7. Juni 1907 geboren. Seine Schulbildung genoss er am Freien Gymnasium in Bern, wo er nach Besuch der humanistischen Abteilung 1926 die Maturitätsprüfung bestand. Als Naturfreund hatte er, anknüpfend an frühere Liebhabereien, das Studium der Naturwissenschaft, speziell der Geologie, gewählt. Er widmete sich diesen Studien an der Universität Bern. Seine hauptsächlichsten Lehrer waren die Herren Prof. Hugi, Baltzer, Fischer und der Unterzeichnete. 1930 begann er mit den Feldaufnahmen für die vorliegende Arbeit im Balmhorn-Gemmigebiet, wobei er vor keiner körperlichen Anstrengung zurückschreckte, Das Wintersemester 1930/31 brachte er an der Technischen Hochschule Berlin zu, wo er an der Abteilung für Bergbau bei den Herren Prof. Born (†), Potonié, Reich u. a. arbeitete. Im Anschluss an diesen Studienaufenthalt folgten Reisen an die Ostsee und in die Eifel, und auch im Bergbau sehen wir ihn als Volontär tätig. Reich beladen mit Eindrücken und Sammlungsobjekten kam er von diesem Studienaufenthalt zurück. Es folgten zwei weitere Sommer, die, soweit sie nicht durch Militärdienst ausgefüllt waren, der Feldarbeit in seinem Untersuchungsgebiet gewidmet waren. Die geologische Aufnahme auf Grund der neuen Topographie, im Masstabe 1:25 000, war sozusagen abgeschlossen, und auf einer Exkursion mit Studenten war er anfangs September 1932 unser erfahrener Führer und zeigte uns die Resultate seiner Studien. Im Februar 1934 reichte er seine Dissertation ein und am 3. Mai 1934 legte er die Doktorprüfung in den Fächern Geologie, Mineralogie-Petrographie und Zoologie ab.

Geologie und Naturwissenschaft füllten aber diesen tätigen, verantwortungsfreudigen jungen Menschen nicht aus. Die höchste Aufgabe sah er darin, den wehrfähigen Bürger zum wahren Soldaten zu erziehen und so entschloss er sich, nach beendetem Studium ganz in den Dienst der Armee zu treten. Dass er dort seine Fähigkeiten nicht voll entfalten konnte und wenig Verständ-

nis für seine Ideen fand, war die grosse Enttäuschung seines Lebens, über die er nicht mehr hinwegkommen sollte. Er trat im Spätsommer 1935 zurück und gedachte, sich mit neuem Eifer der Wissenschaft zu widmen. In der freien Zeit zwischen den Militärdiensten hatte er in den Sommern 1934 und 1935 im Auftrag der Generaldirektion der eidgenössischen Postverwaltung ein Panorama vom Spitzhorn am Simplon gezeichnet, das kürzlich herausgegeben worden ist und allgemeine Anerkennung gefunden hat.

Da befiel ihn im Herbst 1935 eine schwere Krankheit (Darmtuberkulose), die zwei Operationen nötig machte. Doch diese konnten das Leiden nicht mehr meistern, es nahm unerbittlich seinen Fortgang, und am 22. Dezember 1935 verschied er. Das Leben eines jungen, reichbegabten Menschen, auf den alle seine akademischen Lehrer und Freunde grosse Hoffnungen gesetzt hatten, fand damit ein viel zu frühes Ende. Wir trauerten mit den schwer geprüften Eltern und der jungen Gemahlin über den Verlust dieses vielversprechenden jungen Berner Naturforschers, dieses prächtigen Menschen und werden sein Andenken dankbar und treu bewahren.

Dem Vorstand und dem Redaktor der Naturforschenden Gesellschaft Bern sind wir für die Aufnahme dieser Arbeit in ihren „Mitteilungen‘ zu Dank verpflichtet.

Bern, Geologisches Institut der Universität,
im November 1936. *P. Arbenz.*

Einleitung

Die vorliegende Arbeit wurde auf Anregung von Prof. Dr. P. ARBENZ hin in Angriff genommen.

Das bearbeitete Gebiet umfasst die Gipfelgruppe von Balmhorn, Altels und Rinderhorn und die westlich daran anschliessende Einsenkung des Gemmipasses. (Topographischer Atlas der Schweiz, 1:50 000, Blatt Adelboden 463, Blatt Gemmipass 473 und Blatt Kippel 492.) Es handelt sich hauptsächlich um eine stratigraphische Untersuchung von Teilen der Doldenhorndecke, der Gellihorndecke und der Wildhorndecke. Im Anschluss daran wurde das ganze Gebiet auf Grund der neuen Topographie im Masstab von 1:25 000 kartiert. Die Originalkarte, sowie die

Sammlungsbelege und Dünnschliffe sind im Geologischen Institut Bern deponiert.

Die Grenze des Untersuchungsgebietes (s. Fig. 1) folgt von Kandersteg aus dem Lauf der Kander durch die Klus und das Gasterntal bis zur Einmündung des Leitibaches, von da geht sie über Lötschenpass und Gitzifurgge und dem Lauf der Dala folgend bis Leukerbad. Als westliche Grenzen wurde die Linie Kandersteg - Alpschelenhubel - Auf den Säumen - Engstligengrat - Steghorn - Lämmernhorn - Schwarzhorn - Daubenhorn - Leukerbad gewählt.

Als ein Glied in der Kette der nördlichen hohen Kalkalpen führt die Balmhorngruppe vom schmalen Grat der Blümlisalp im E hinüber zu den westlich anschliessenden weiten Firnfeldern des Wildstrubels. Oestlich des Balmhorns sind es die Gipfel des Kristallins, denen die Wasserscheide zwischen Rhone und Aare folgt; vom Lötschenpass an aber übernehmen diese Rolle die an das untertauchende Aarmassiv nördlich angelehnten parautochthonen Kalkmassen, welche die Gipfelreihe Balmhorn, Altels-Rinderhorn-Plattenhorn aufbauen. Die Lagerung dieser Sedimente schmiegt sich deutlich sichtbar der Oberflächengestalt der kristallinen Aufwölbung an.

In diesen Schichten schnitten sich die Quertäler der Kander, des Schwarzgletschers und des Furkentäli ein. Die dazwischen stehengebliebenen Gipfelgruppen von Balmhorn und Altels, der beiden Rinderhörner und der Plattenhörner führen uns in der grossen Aehnlichkeit ihrer Formen den ursprünglichen Zusammenhang auf's eindrücklichste vor Augen. Besonders Altels und Gr. Rinderhorn fallen schon aus der Ferne durch ähnliche Gestalt und ihre grossen westwärts geneigten, dreieckigen Firnfelder auf.

In den frühesten Beschreibungen wird nach alter Ueberlieferung der Ortsname „Gemmi" von lateinisch gemini (die Zwillinge) hergeleitet, was mit der beschriebenen Gleichartigkeit der beiden Gipfel in Zusammenhang gebracht wird. In den Gipfelhöhen dieser Kalkkette kommt das Absteigen des kristallinen Untergrundes zum Ausdruck. Dass das Balmhorn auch die höchsten Gipfel der Blümlisalp- und Wildstrubelgruppe überragt, ist in gleicher Weise in seiner Stellung zum Kristallin begründet.

Die Gemmipassfurche erscheint als ein durch das nordwestliche Schichtfallen in seiner Richtung und seinen Formen bestimmtes

Isoklinaltal, und zwar ein ausgesprochenes Deckenrandtal, das der Grenze zwischen Wildhorndecke resp. Gellihorndecke (Diableretsdecke) oben und der liegenden Doldenhorndecke in seiner Anlage folgte, dabei aber etwas in die Doldenhorndecke eingetieft wurde.

Der tief eingeschnittene Oberlauf der Kander, das bekannte Gasterntal, trennt das Doldenhorn von Balmhorn und Altels. Durch dieses schmale, beidseitig von grossartigen Steilwänden flankierte Tal wird uns ein Einblick in die Tektonik dieser Gebirge ermöglicht.

Die ältesten Beschreibungen unseres Gebietes bezogen sich auf die geographische Erforschung der Passübergänge und die Herkunft der grösseren Gewässer. Solche Darstellungen verfassten WAGNER, 1680, SCHEUCHZER, 1716, und S. GRUNER, 1760. In den Jahren 1786 und 1808 befassten sich BESSON und EBEL in einer Art von Reisehandbüchern schon mit Schichtfolge und Versteinerungen längs des Gemmiweges, ohne jedoch vom Gebirgsbau eine Vorstellung zu besitzen. 1834 gab BERNHARD STUDER in seinem Werk über die westlichen Schweizeralpen eine Menge wichtiger und vorzüglich beschriebener Beobachtungen aus dem Untersuchungsgebiet. So finden wir schon dort eine Beschreibung von der anormalen Ueberlagerung des Tertiärs der Doldenhorndecke durch Kreide und Jura bei Schwarenbach. Im Jahre 1877 nahm DE LA HARPE mit Hilfe gesammelter Fossilien zwischen Kandersteg und Leukerbad grundlegende Altersbestimmungen der anstehenden Schichten vor. Mit einem Fund von *Parkinsonia Parkinsoni Sow.* konnte der Dogger, mit *Cidaris pretiosa Desor* das Neokom nachgewiesen werden. Ferner beobachtete schon dieser Autor den toxasterführenden Kieselkalk und Korallen enthaltendes Tertiär. Im gleichen Jahre erschien eine Publikation von ISCHER, die den Gebirgsbau der Balmhorngruppe zum Gegenstand hat. Zum erstenmal wird hier auf die deutlich sichtbaren Falten in den Dogger- und Malmschichten aufmerksam gemacht. Auch die geologischen Verhältnisse des Lötschenpasses werden in bilderreicher Sprache geschildert. Sachlicher und eingehender wurden diese Probleme 1873 und 1893 von v. FELLENBERG erörtert. Diesem hervorragenden Forscher verdanken wir die Ueberlieferung eines sehr reichen Beobachtungsmaterials.

Vor allem aber hat sich M. LUGEON um die geologische Erfor-

schung der Balmhorngruppe verdient gemacht. 1905 publizierte er eine summarische Darstellung der Stratigraphie und der Tektonik. BUXTORF und TRUNINGER entdeckten 1909 den Verkehrtschenkel der Doldenhornfalte und damit die Deckennatur der ganzen parautochthonen Gebirge. 1910 erschien die grosse geologische Karte „Les Hautes Alpes calcaires entre la Lizerne et la Kander" von LUGEON, worin er seine frühere Auffassung hinsichtlich der Tektonik nach der durch BUXTORF und TRUNINGER neu gewonnenen Erkenntnis berichtigte. Dieser ausgezeichneten Karte folgten in den Jahren 1914—1918 die zugehörigen Textbände. In ihnen finden wir eine meisterhafte und nahezu erschöpfende Darstellung unseres Gebietes. Es sei an dieser Stelle auch auf den ausführlichen historischen Bericht hingewiesen, den LUGEON seiner Arbeit vorausschickt.

1925 verfasste KREBS eine ausführliche Darstellung der stratigraphischen Verhältnisse in der benachbarten Doldenhorn- und Blümlisalpgruppe. Dank dieser eingehenden Beschreibung konnten in vorliegender Arbeit zwischen den beiden nahestehenden Gebieten viele Vergleiche gezogen werden. Wichtige Beiträge zur Kenntnis der Stratigraphie in der Doldenhorndecke lieferte auch die geologische Beschreibung des Haut de Cry durch BONNARD 1926. In weiteren benachbarten Gebieten arbeiteten ADRIAN 1915, BRUDERER 1924, SWIDERSKY 1919 u. a., auf deren Publikationen im Text häufig verwiesen werden wird. [1])

Es stellte sich nun zunächst die Aufgabe einer Neuaufnahme der geologischen Karte auf der von der Eidgenössischen Landestopographie photogrammetrisch neu erstellten Unterlage. Da der Arbeit keine präzisen Fragestellungen von vornherein zugrunde gelegt werden konnten, richtete sich die Aufmerksamkeit vor allem auf allerlei Einzelheiten, die in den Publikationen der früheren Bearbeiter nicht zum Ausdruck gebracht waren.

Es wurde versucht, die Stratigraphie genauer d. h. detaillierter festzulegen. So konnte anhand von gesammeltem Fossilmaterial z. B. die Gliederung des Doggers präzisiert werden. In

---

[1]) Nach Abschluss dieser Arbeit ist der von der Schweizerischen Geologischen Gesellschaft herausgegebene Geologische Führer 1934 erschienen, in welchem von M. LUGEON die Route Kandersteg-Gemmi-Loèche-Torrenthorn (Exkursion Nr. 23, p. 450—454) und Kandersteg-Loetschenpass-Goppenstein (Exkursion Nr. 24, p. 455—458) beschrieben sind.

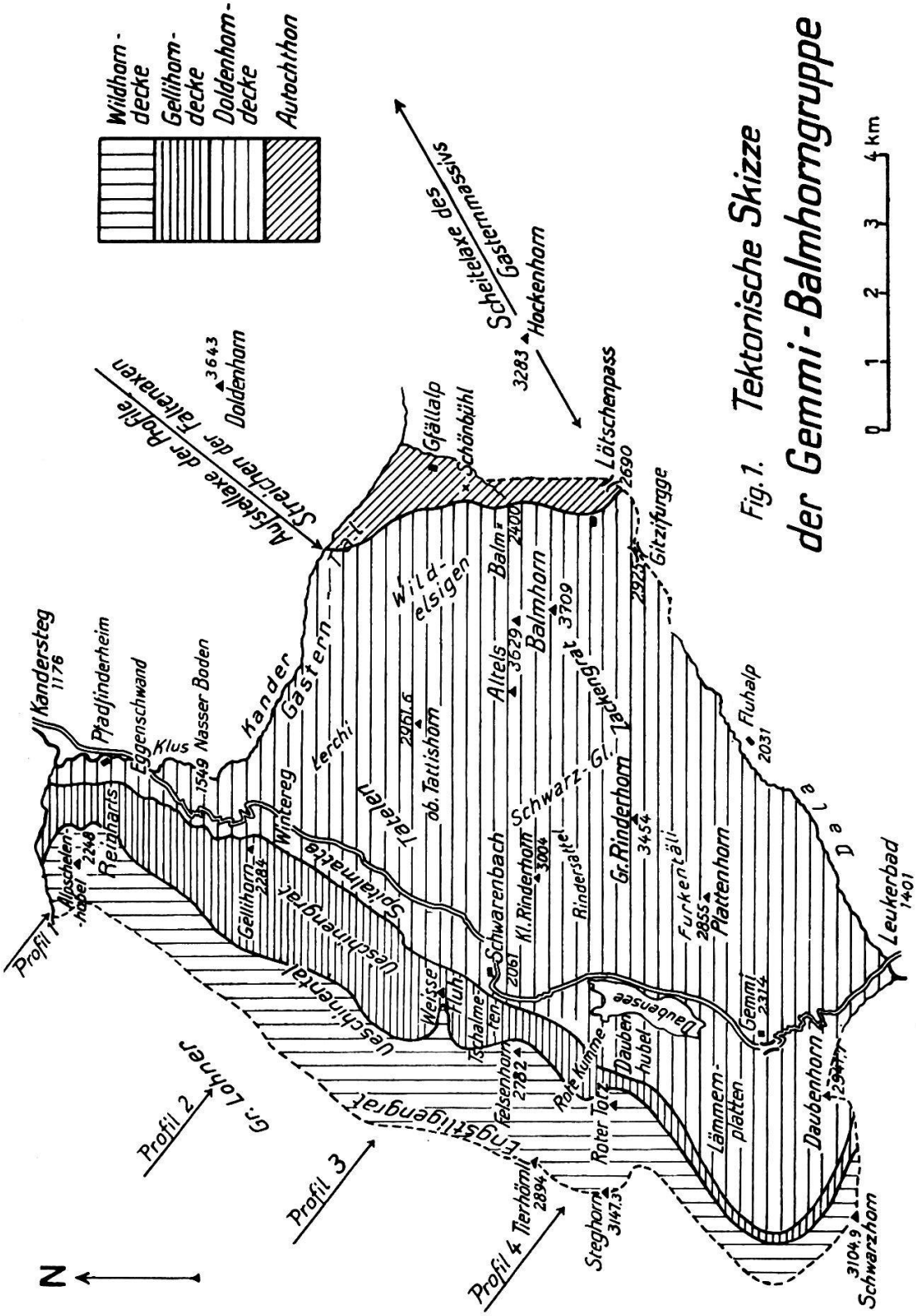
den meisten Fällen aber reichte weder die Zahl noch der Erhaltungszustand der Fossilien zu einer erfolgreichen Bearbeitung der Altersfrage aus. Eine Bestimmung der Spezies wurde nur bei den wenigen Exemplaren durchgeführt, deren Merkmale einwandfrei erhalten waren und über die eine umfassende Bestimmungsliteratur zur Verfügung stand.

Die Zusammenhänge der verschiedenen Fazies in räumlicher und zeitlicher Hinsicht sollten abgeklärt werden. Durch Abwicklung der Falten wurden die Sedimentationsräume soweit möglich rekonstruiert. Dabei gelangten sämtliche Anhaltspunkte, die Mächtigkeit und Fazies betreffend zur Verwendung. Auf diese Weise konnte eine Vorstellung von den Ablagerungs- resp. Abtragungsverhältnissen zu einer Reihe von bestimmten Zeitpunkten gewonnen werden. Dabei wurde das Ziel verfolgt, festzustellen, welcher Art die Veränderungen waren, denen die Sedimentationsräume von der Trias bis zum Tertiär unterworfen waren. Es sollte die Frage geprüft werden, ob innerhalb der untersuchten Ablagerungsgebiete orogenetisch bedingte Deformationen des Untergrundes nachgewiesen werden können, und in welcher Beziehung sie zu den Trans- und Regressionen stehen. Endlich bestand die Absicht, aus den vorhandenen Anhaltspunkten einen oder mehrere Bewegungsvorgänge zu ermitteln und diese nach Zeit, Ort und Richtung zu definieren. Die zum eben erwähnten Zwecke durchgeführten Untersuchungen erforderten zunächst die Erstellung von detaillierten Faziesprofilen.

Zu Dank bin ich vor allem meinem verehrten Lehrer, Herrn Professor Dr. P. ARBENZ, verpflichtet, der sich die Mühe nahm, mich an Ort und Stelle in die Geologie des Untersuchungsgebietes einzuführen. Ebenso möchte ich Herrn Dr. H. GUENZLER meinen Dank aussprechen für sein Interesse und manche Anregung, mit der er die Arbeit stets zu fördern wusste. Herr Dr. W. LEUPOLD war mir bei der Bestimmung der Nummuliten behilflich. Auch seiner sei an dieser Stelle dankbar gedacht.

Tektonische Uebersicht

Zum Zwecke eines allgemeinen Ueberblickes über die Geologie unseres Gebietes mögen einige Angaben über dessen Tektonik mit spezieller Berücksichtigung der bei der letzten Kartierung neu gewonnenen Daten folgen (s. Fig. 1 und 2).



Am Aufbau der Balmhorngruppe beteiligten sich folgende tektonische Einheiten:

der autochthone Granitkomplex von Gastern,

die Doldenhorn- (Dent de Morcles-) Decke,
die Gellihorn- (Diablerets-) Zwischendecke,
die Wildhorndecke.

Der autochthone Gasterngranit tritt in der Form eines hochgewölbten Rückens an der Ostecke des Gebietes unter dem Erosionsrand der ihn überlagernden Sedimentmassen zu Tage. Die Kammlinie dieser Erhebung folgt der allgemeinen alpinen Streichrichtung und fällt mit 11 Grad regelmässig axial gegen SW ein. In der Gegend des Querprofils Lötschenpass-Gasterntal und unmittelbar westlich davon wird diese kontinuierliche Neigung allerdings durch eine flexurartige, steilere Stufe von 15 Grad unterbrochen. Die nördliche Abdachung ist bei durchschnittlich 30 Grad Gefälle in ihrem oberen Teile schwach konvex gewölbt, in und unter dem Gasterntal beginnt sie aber auszuflachen. Tektonische Verschuppung, wodurch die Oberfläche des Granitkörpers gestört wird, spielte beim Bau des Lötschbergtunnels eine wenig geschätzte Rolle. Im Untersuchungsgebiet befindet sich nur bei Schönbühl eine unbedeutende, steil südfallende Verstellung der Granitoberfläche, wobei der nördliche Teil zirka 30 m tiefer steht als der südliche.

Nach E setzt sich der Granit, axial immer höher emporsteigend, im Fusse des Doldenhorns und des Hockenhorns fort.

Die autochthone Sedimentbedeckung des Gasternmassivs ist im Wesentlichen nur durch unbedeutende Massen triasischer Schichten vertreten.

Ueber diesen gewölbten Rücken legt sich unmittelbar die Doldenhorndecke mit ihren nach N tauchenden Stirnfalten, die in der Profilserie Fig. 2 von unten nach oben mit den Nummern I bis VII bezeichnet sind.

Falte I steht mit dem Sedimentkeil von Oberferden in Verbindung. (Vgl. LUGEON und SWIDERSKY.) Als Kern dieser Falte reicht eine Amphibolitlamelle in der Gegend des Lötschenpasses gerade noch ins Untersuchungsgebiet hinein; die Stirnregion aus Lias, Dogger und Malm steht bei Gfällalp und Schönbühl an. Die antiklinale Umbiegung der liasischen Schichten beschreibt fünf digitationsartige Sekundärfalten. In der Orientierung ihrer Axen weichen diese von den übrigen Falten der Doldenhorndecke um zirka 60° ab und streichen N 15° E. Es wird der Eindruck erweckt, als habe bei der Entstehung dieser Sekundärfalten ein Zu-

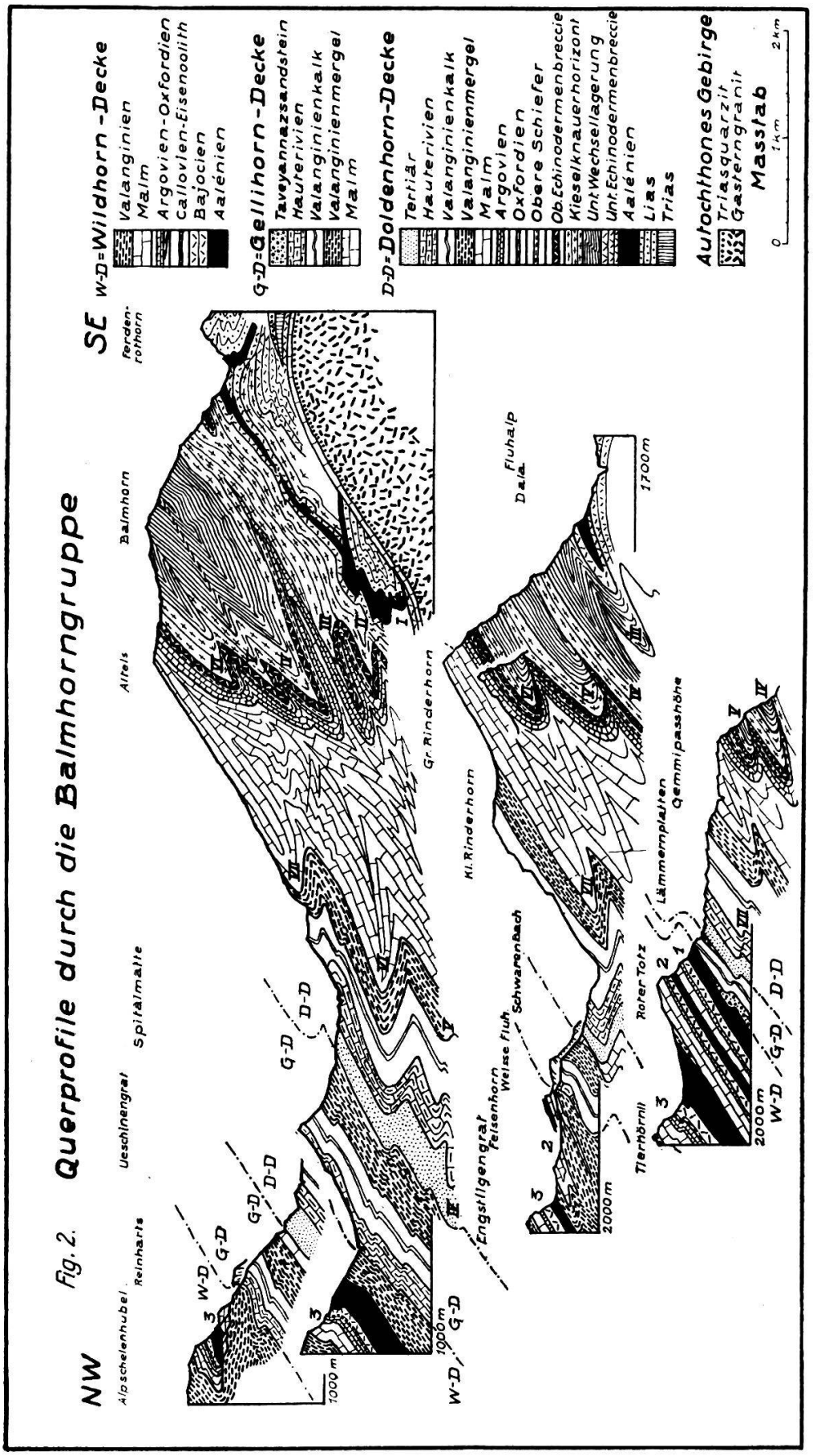


Fig. 2. Querprofile durch die Balmhorngruppe
NW
SE
Alpschelenhubel
Reinharts
Ueschinengrat
Spitälmälte
Altels
Balmhorn
Ferdenrothorn
W-D=Wildhorn-Decke
Valanginien
Malm
Argovien-Oxfordien
Callovien-Eisenoolith
Bajocien
Aalénien
G-D=Gellihorn-Decke
Taveyannazsandstein
Hauterivien
Valanginienkalk
Valanginienmergel
Malm
D-D=Doldenhorn-Decke
Tertiär
Hauterivien
Valanginienkalk
Valanginienmergel
Malm
Argovien
Oxfordien
Obere Schiefer
Ob. Echinodermenbreccie
Kieselknauerhorizont
Unt. Wechsellagerung
Unt. Echinodermenbreccie
Aalénien
Lias
Trias
Autochthones Gebirge
Triasquarzit
Gasternggranit
Massstab
0
1 km
2 km
1000 m
1900 m
2000 m
1700 m
Engstligengrat
Felsenhorn
Weisse Fluh
Schwarzenbach
Gr. Rinderhorn
Kl. Rinderhorn
Fluhalp
Dala
Roter Totz
Lämmernplatten
Gemmipasshöhe
Tierhörnli

sammenschub in allgemein axialer Richtung resp. ein Abgleiten der ganzen überschobenen Sedimentmasse an der Stelle der erwähnten flexurartigen Absenkung des kristallinen Untergrundes nach SW stattgefunden.

Aehnlich orientiert ist eine sekundäre Rückfalte mit Aalénienkern, die den Normalschenkel der Falte I lokal kompliziert. Diese Erscheinung ist im Fusse der Balmhorn-Ostwand über dem Lötschberggletscher in schiefem Längsschnitt sichtbar.

Dass Falte I als Ganzes sich dennoch dem allgemeinen Faltenbau der Decke einfügt, beweist ihre Fortsetzung auf der rechten Seite des Gasterntals im „Dolden".

Dogger und Malm der Falten II bis V bauen die Ost- und Südwand der ganzen Balmhorngruppe auf. Die Doggerstirnen von IV und V werden da, wo sie ins Gasterntal hinaustreten, vom Balmhorngletscher verdeckt; diejenigen von II und III sind in der hohen Felswand sichtbar, die sich vom Gasterntal nach Wildelsigen (Balmhornhütte des S. A. C.) und zu dem Grat mit den quotierten Punkten 2621, 2821,7 und 3008 erhebt.

Dank des axialen Anstieges sämtlicher Falten nach NE, kommen Kreide und Tertiär von IV und V auf der Nordseite des Stock noch zum Vorschein.

Die östliche Fortsetzung der Doggerstirnen von II bis V erkennen wir in etwas modifizierter Form im Fusse des Doldenhorns auf der Ostseite des Sillerengrabens zwischen 1800 und 2400 m ü. M.

Falte VI hat vor den andern den Vorzug, dass ihre Doggerstirne nicht nur vom Gasterntal, sondern auch vom Schwarzgletscher und Furkentäli angeschnitten wird. Dieser Umstand ermöglicht es, Streichrichtung und Axialgefälle der Falte an drei Punkten zu messen. Der axiale Anstieg beträgt zwischen Furkentäli und Schwarzgletscher nur 3 bis 4 Grad, nimmt aber von da nordwärts gegen die Altels hin mehr und mehr zu, er geht mit 20^0 Anstieg unter dem Gipfel derselben hindurch und über das Gasterntal in die Luft hinaus. Wir sehen also auch im Verlauf der Falten das bereits am Granitmassiv festgestellte flexurartige Aufbiegen. Die N 55^0 E betragende Streichrichtung der Falte konvergiert mit der Axe des Gasternmassivs gegen SW.

Die Doggerstirn von VI wurde als Aufstellaxe der tektonischen Profile gewählt.

Im Querprofil des Gasterntals und der Klus sind die zu VI gehörigen Stirnumbiegungen von Malm, Kreide und Tertiär aufgeschlossen. Mit Hilfe dieser Anhaltspunkte können wir feststellen, dass der tauchende Charakter der Falte von anfänglich 35° gegen N bald in die Horizontale ausklingt.

Aus VI bauen sich Altels, Rinderhorn, Plattenhorn und z. T. der Stock auf.

Im Normalschenkel der Falte VII liegen die Gemmipasshöhe, der Daubensee, Schwarenbach und die Tatlishörner, im Verkehrtschenkel die Spitalmatte. Falte VII enthält als eine obere Abspaltung der Falte VI keinen eigenen Doggerkern und zeichnet sich bloss in den jüngern Schichten, vor allem im Malm ab. Das regelmässige Einfallen der Schichten (35° NW) im Normalschenkel von VII verleiht der Landschaft längs des Gemmiweges den Charakter eines Isoklinaltales. Axialgefälle und Streichrichtung verhalten sich gleich wie II bis VI, so dass wir die Malmstirn des grossen Tatlishornes jenseits des Gasterntales im Gipfel des Doldenhorns, d. h. 500 m höher, wiederfinden.

Die Gellihorndecke schiebt sich, nach NW einfallend, über das Tertiär der beschriebenen Falten V bis VII der Doldenhorndecke. Sie besteht aus einer einfachen, normalen, meist unvollständigen Schichtreihe von oberstem Malm, unterer Kreide und Tertiär. Dadurch erklärt sich die geringe, 500 m nie übersteigende Gesamtmächtigkeit dieser Zwischendecke. Im Gellihorn, im Ueschinengrat und in der Weissen Fluh ist sie als Wasserscheide zwischen Ueschinental und Spitalmatte auch orographisch selbständig. Nördlich und südlich dieser Kette, bei Reinharts im Felsenhorn, am Roten Totz und Daubenhorn dagegen ist diese Decke nur in untergeordneten Fels- und Schuttbändern erkennbar. Zwischen Reinharts und der Weissen Fluh beobachten wir drei, das regelmässige Einfallen der Schichten unterbrechende kaskadenartige Falten von nur unbedeutenden Ausmassen.

Die Basis der Wildhorndecke bilden grosse Massen schwarzer Tonschiefer des Aalénien mit eingelagerten, vielfach verworfenen Malmplatten. Dieser Komplex ist im hintern Ueschinental, in der Gegend des Schwarzgrätli aufgeschlossen.

Darüber folgt der mit einigen Graden nach NW tauchende Dogger und Malm des Felsenhorns, des Roten Totzes, des Lämmerngrates und Schwarzhorns mit den Falten 1 und 2 der Wildhorn-

decke. Nördlich des Schwarzgrätli heben sie sich gegen NE in die Luft hinaus. Ihre axiale Orientierung schliesst sich der Gellihorndecke und dem Faltenbau der Doldenhorndecke an.

Falte 3 besteht aus einer besser entwickelten tauchenden Antiklinale mit einigen sekundären, treppenförmigen Verbiegungen des Normalschenkels. Im Querprofil aufgeschlossen finden wir diese Falte einzig in der Nordwand des Alpschelenhubels, wo auch der reduzierte und durch Brüche gestörte Verkehrtschenkel sichtbar ist. Von da zieht sich die Falte, schief angeschnitten und sich immer mehr öffnend, durch den Fuss des Lohner, bildet den Engstligengrat, das Tierhörnli und das Steghorn. Im Bereich des Untersuchungsgebietes liegen nur die Kernpartien, nämlich Dogger, Malm und unterste Kreide.

Brüche. In der Südwand der Balmhorngruppe beobachten wir zwei NE fallende Gleitflächen, d. h. Querbrüche die auf der topographischen Karte deutlich zum Ausdruck kommen, die eine im Zackengrat, die andere im Gr. Rinderhorn. Beide durchsetzen sämtliche hier sichtbaren Falten, d. h. II bis VI, bewirken aber keine wesentliche Verstellung.

Zwei ebenfalls nach NE einfallende Querbrüche gehen von der Einsattelung zwischen Platten- und Rinderhorn durch die Wand und enden unten, der westliche im Lemenglengraben, der östliche im Taubgraben. Um die direkte Fortsetzung dieser Störungen dürfte es sich bei den Brüchen an der Roten Kumme und bei Schwarenbach handeln. Längs des auf der Karte als Rote Kumme bezeichneten Fussweges zwischen Daubensee und Punkt 2628,3 verläuft eine 110° streichende Bruchfläche mit einem nördlichen Einfallen von 75°. Hierbei ist der nördliche Teil abgesunken; die vertikale Sprunghöhe beträgt 230 m. Der Bruch bei Schwarenbach durchschneidet, morphologisch deutlich sichtbar, 145° streichend Kreide und Tertiär ohne bedeutende Verwerfung. Ueber den Westsporn des Gr. Rinderhorns, wo dadurch Malm und untere Kreide in anormalen Kontakt kommen, steht der Bruch mit dem erwähnten Taubgraben in Verbindung. Kleinere ähnlich orientierte Querbrüche mit heruntergestelltem nördlichen Teil treten in der Lämmernalp und der Klus zutage.

Scherflächen, die parallel dem Tauchen der Falten, d. h. nach den Axialflächen, orientiert sind, sehen wir in Falte VI am Stock und im Gasterntal.

Kristallin und untere Trias

Kristallin

Kristallin tritt nur im östlichen Teil des Untersuchungsgebietes zutage. Es handelt sich um den zum autochthonen Aarmassiv s. s. gehörigen Batholithen des Gasterngranits. In Gestalt eines hochgewölbten Rückens verschwindet derselbe mit westlichem Axialgefälle auf der Linie Brandhubel (Gasterntal) - Gfällalp - Schönbühl-Balm-Lötschenpass unter den Sedimentmassen des Balmhorns und des Ferdenrothorns. Das hintere Gasterntal ist in diese Aufwölbung des Kristallins tief eingeschnitten.

Der Gasterngranit ist in der Hauptsache ein wenig veränderter Biotitgranit, der im südlichen Teil des Massivs (Lötschenpass und südlich davon) zahlreiche Gänge von Quarzporphyr enthält.

Südlich ausserhalb des Untersuchungsgebietes grenzt an den Gasterngranit eine Zone von Paragneisen und Amphiboliten mit eingefaltetem Karbon in stark gestörter Lagerung. Diesen wenig widerstandsfähigen Gesteinen entlang hat sich das Längstal des Lötschentals eingetieft.

Eine Reihe von Autoren (STUDER, ISCHER, v. FELLENBERG, BALTZER, HUGI, BUXTORF und TRUNINGER, LUGEON, BECK, BUXTORF und COLLET, SWIDERSKI) wählten das Kristallin des Gasterntals und der anstossenden Gebiete zum Gegenstand ihrer Untersuchungen. Aus diesen zum Teil sehr eingehenden Arbeiten sei nur erwähnt, dass die Intrusion des Gasternbatholithen vor dem Oberkarbon erfolgte und dass dieser Granitstock, sowie die hercynisch gefalteten Paragneise des Lötschentals schon vor Beginn der Trias teilweiser Abtragung verfallen waren. Die Oberfläche des heute stark aufgewölbten Kristallins ist also eine alte, d. h. praetriadische Abtragungsfläche.

Praetriadische Verwitterung

Die Grenzfläche, die den Granit von dessen Hangendem trennt, ist bei den Lokalitäten Lötschenpass, Balm, Schönbühl, und westlich Gfällalp aufgeschlossen und zugänglich (Fig. 10).

Diese Grenzfläche zeigt in allen Fällen Zersetzungserscheinungen, wobei sich eine nördliche Fazies von einer südlichen unterscheiden lässt. Nördliche Fazies (Gfällalp, Schönbühl): inten-

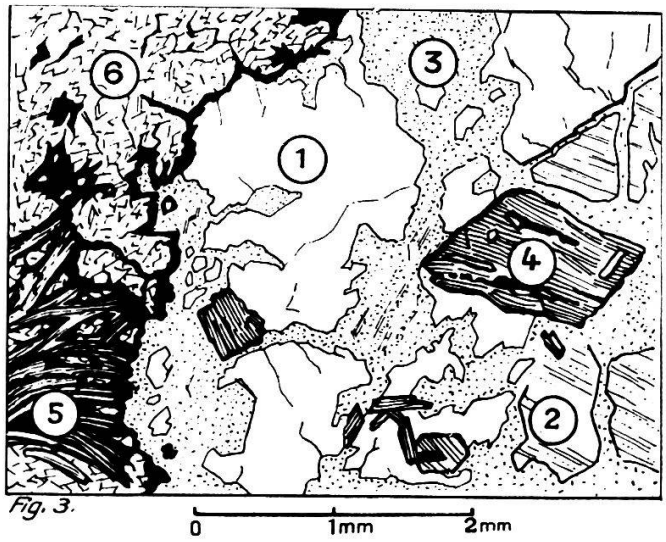


Fig. 3. **Praetriadisch verwitterter Granit** (Gasterntal)

1. Quarz. 2. Feldspat. 3. Umsetzungsprodukte des Feldspats, vorwiegend Serizit. 4. Biotit. 5. In Auflösung begriffener Biotit. 6. Karbonatische Infiltration.

sive Chloritisierung des Granits und karbonatische Infiltrationen bis zu einer Tiefe von mehreren Metern. Viel Pyrit in kleinen Würfeln. Grüne Gesamtfarbe des Gesteins (Fig. 3). Südliche Fazies (Lötschenpass): Auflösungen des Granites in Grus, wenig Chlorit, wenig Pyrit, Glimmer. Eisenschüssig. Braune Gesamtfarbe des Gesteins.

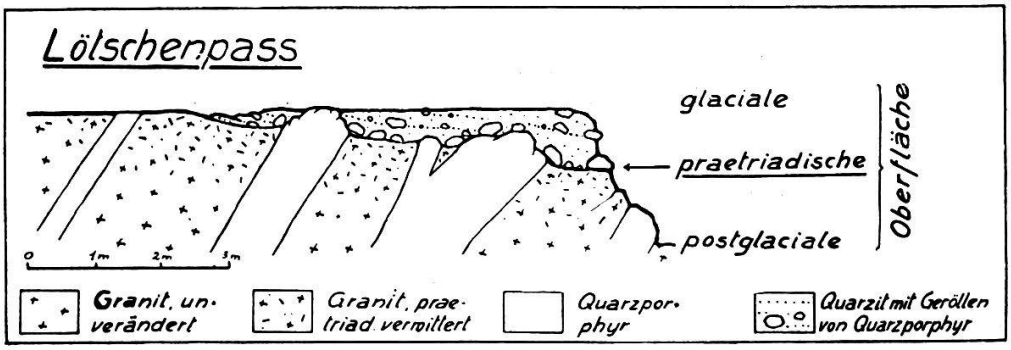


Fig. 4. **Praetriadische Oberfläche des Kristallins und der Triasquarzit** (südliche Fazies)

Relief der praetriadischen Oberfläche

Am Lötschenpass, wo vereinzelte Gänge von Quarzporphyr auftreten, überragen sie die Oberfläche des Granites und reichen als ruinenhafte Gebilde in das Hangende hinein (Fig. 4). Im Gegensatz dazu erscheint die Oberfläche des Granits in dem nördlichen Teil vollständig ausgeglichen (Fig. 5).

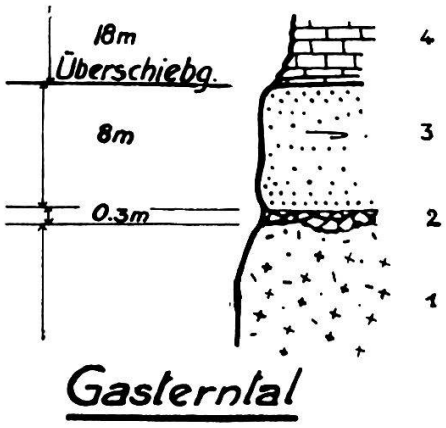


Fig. 5. **Praetriadische Oberfläche des Kristallins und Triasquarzit** (Gasterntal).
1. Praetriadisch verwitterter Granit. 2. Quarzporphyrkonglomerat. 3. Triasquarzit. 4. Laminierter Malmkalk (Verkehrtschenkel der Doldenhorndeckfalte)

Triasquarzit

In seiner ganzen Ausdehnung wird das Kristallin von einer 6—8 m mächtigen, massigen Bank eines sedimentären Quarzites überlagert. An diesen sandigen Bildungen beobachten wir von S nach N: Abnahme der Korngrösse, zunehmende Rundung der Körner, Abnahme vereinzelt auftretender Glimmer, Bindemittel von eisenschüssigen Aggregaten übergehend in Serizit, sekundär gebildeten Quarz mit dispers verteiltem Chlorit und reichlich Pyrit.

Auffallend sind, namentlich in den nördlichen Aufschlüssen, zahlreiche intensiv rotgefärbte Quarzkörner von unbekannter Herkunft, die den farblosen beigemengt sind. Im Dünnschliff erweisen sich die rotscheinenden Quarze als besonders reich an Gas- und Flüssigkeitseinschlüssen (Libellen). Mit Ausnahme dieser roten Quarzkörner entstammt das gesamte Material des Quarzites vermutlich unmittelbar dem liegenden Kristallin (Aufbereitungszone). Das Kristallin wird im ganzen Bereiche des Aarmassivs von diesen sandigen Bildungen überlagert. In den meisten Fällen liegt über diesem Quarzit mittlere Trias (Rötidolomit). Auf Grund dieser Schichtfolge und wegen seiner stratigraphischen Selbständigkeit wird der Quarzit von den meisten Autoren als Aequivalent des germanischen Buntsandsteins betrachtet. Einzig K. ROHR glaubt in diesen sandigen Ablagerungen z. T. nur eine Transgressionsfazies des Muschelkalkmeeres zu sehen. Da Fossilien nicht vorhanden sind, können über das Alter des Quarzites keine genauen Angaben gemacht werden. Immerhin kann in Analogie mit den benachbarten Gebieten der Quarzit als Vertreter des germanischen Buntsandsteins aufgefasst werden. Da im Be-

reich des Gasternmassivs nirgends Uebergänge zwischen Quarzit und Dolomit, wie Wechsellagerungen und dergleichen festgestellt werden können und da der Triasdolomit auf die Lötschentaler Paragneise direkt transgrediert, so scheint für das untersuchte Gebiet die Deutung Rohrs unwahrscheinlich.

Grobklastische Einlagerungen

Die Quarzitbank enthält, namentlich an ihrer Basis grössere Komponenten, die fast ausnahmslos aus Quarzporphyr bestehen.

Auf dem Lötschenpass liegen Porphyrbruchstücke verschiedenster Grösse regellos im Quarzit eingebettet. Besonders zahlreich finden sie sich in unmittelbarer Nähe der anstehenden Quarzporphyrgänge, aus dem sie durch Abtragung und Zerfall offensichtlich hervorgegangen sind (Fig. 4). Nicht selten weist die Gestalt der Porphyrstücke die Merkmale von Windkantern auf: geglättete Facetten, zugeschärfte Kanten u. a.

Im Gasterntal dagegen sind die groben Gemengteile von gleichmässiger Grösse (3—5 cm) und bilden eine zusammenhängende, zirka 30 cm mächtige Schicht, die als deutlicher und weit verbreiteter Horizont das liegende Kristallin von dem hangenden Quarzit trennt (Fig. 5).

Tonschiefer

Bei Schönbühl ist dem Quarzit gelegentlich ein grüner Tonschiefer eingelagert. Derselbe tritt in dünnen Lagen von beschränkter Ausdehnung auf. An solchen Tonlagen wurden sogenannte „Trockenrisse“ beobachtet (Fig. 6).

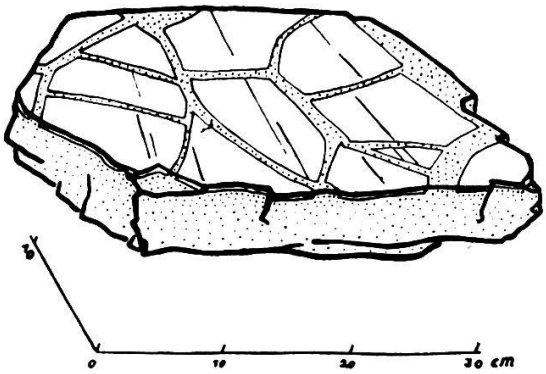


Fig. 6. **Trockenrisse im Sandstein der unteren Trias von Schönbühl**
Punktiert: Quarzit. Hell: Eine durch Kontraktion in Vielecke zerlegte Tonschicht

Schlussfolgerungen

Der ganze Granitkomplex von Gastern zeichnet sich durch seine stark konvexe Oberfläche aus. Aus der Lagerungsform des Quarzites geht aber hervor, dass zur Zeit seiner Sedimentation keine solchen Böschungen vorhanden gewesen sein können. Vielmehr weist die gleichmässige Verbreitung des Quarzites mit seinen Tonlagen auf einen flachen Sedimentationsraum von geringer Böschung hin.

Ueber die Richtung des Gefälles geben uns Korngrösse des Quarzites und Verteilung der Quarzporphyrgerölle einigen Aufschluss. Die Porphyrgänge sind auf den südlichsten Teil des Granitkomplexes beschränkt, d. h. wir finden ihre Hauptverbreitung heute auf der Südseite der kristallinen Aufwölbung. Die Abtragungsprodukte dieser Gänge aber liegen auf der nördlichen Abdachung des Gasterngranites. Es muss also wohl für die praetriadische Abtragungsperiode und die unmittelbar anschliessende Sedimentationszeit des Quarzites eine gleichmässige Neigung der ganzen Oberfläche des Kristallins nach N angenommen werden.

An den praetriadischen Zersetzungs- und Abtragungsvorgängen war, wie aus den nördlichen Aufschlüssen hervorgeht, offenbar Wasser und Wassertransport beteiligt. Ebenso spricht im nördlichen Teil die Lagerung des Quarzites und vor allem diejenige des geringmächtigen und weitverbreiteten Konglomerathorizontes für Ablagerung aus fliessendem Wasser. Endlich sind die Trockenrisse als Kontraktionserscheinungen austrocknender, unverfestigter Tonschichten aufzufassen, was auf Ueberflutungen von kurzer Dauer und bloss lokaler Bedeutung schliessen lässt. Alle Erscheinungen, die auf Einwirkung von Wasser und Wassertransport deuten, sind auf den nördlichen Teil des untersuchten Gebietes beschränkt.

Die Oberfläche der Lötschentaler Paragneise ist bis auf ein vereinzeltes Vorkommen bei Feschel völlig frei von konglomeratischen und quarzitischen Sedimenten (LUGEON). Dort dominierte offenbar die Abtragung bis zur Transgression der marinen mittleren Trias (Rötidolomit).

Auf die hercynische Faltung folgte somit weitgehende Einebnung der Granitmasse von Gastern. Die heutige Erscheinungsform dieses Kristallinkomplexes stellt eine mechanische Deformation

der alten, eingeebneten Oberfläche als Folge der alpinen Gebirgsbildung dar (Fig. 7).

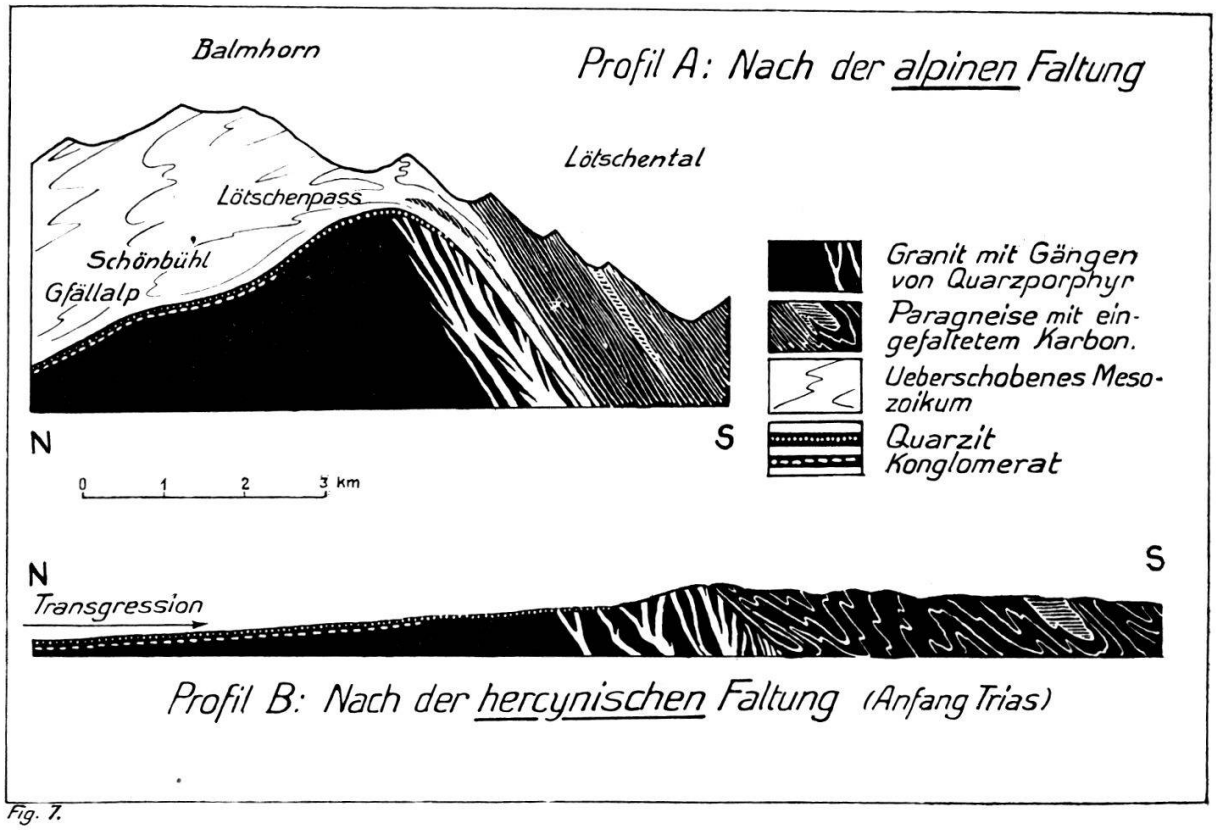


Fig. 7. **Das Gasternmassiv im postherzynischen und postalpinen Stadium**

Mittlere und obere Trias

Vorkommen im Untersuchungsgebiet

Schönbühl

Nur vereinzelte Spuren von Dolomit liegen in normaler Schichtfolge auf dem autochthonen Triasquarzit und sind als autochthon zu betrachten. Als Hangendes legt sich mit anormalem Kontakt der Verkehrtschenkel der parautochthonen Doldenhorndeckfalte (Malm) direkt darüber. Mit diesen spärlichen Dolomitvorkommen findet demnach die autochthone Serie des Gasternmassives hier ihren endgültigen Abschluss.

Auf der rechten Seite des Gasterntales („im Dolden") zeigt sich nach KREBS, BRUDERER 1924, p. 11 u. a. dieselbe Erscheinung.

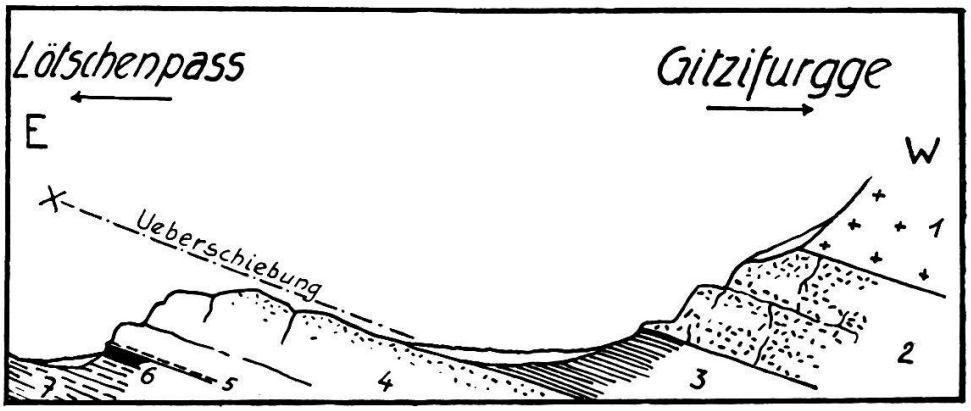


Fig. 8. **Parautochthones Triasprofil am Lötschenpass**
(Legende siehe im Text)

Lötschenpass (Fig. 8)

Steigt man von der Passhöhe (Kreuz) in westlicher Richtung gegen die Gitzifurgge an, so stösst man nach 250 m auf die Schichtköpfe massiger Dolomitbänke mit Rauhwacke und einem kleinen Aufschluss grünlicher Quartenschiefer. Streichen und Fallen sind dem Axialgefälle des Kristallins angepasst, die Lagerung der Schichtreihe ist verkehrt: im Hangenden Kristallin, im Liegenden jüngere Sedimente. Das ganze Vorkommen stellt den Kern der tiefsten parautochthonen Falte dar und wird seinerseits selbst durch eine Ueberschiebungsfläche in zwei übereinanderliegende Komplexe getrennt. Dieser schon von v. FELLENBERG, LUGEON u. a. erwähnte Triasaufschluss gliedert sich wie folgt (von oben nach unten):

1. Kristallin (gebänderter Amphibolit), 10—x m
2. Vorwiegend Rauhwacke, lokal in kompakte Dolomitpartien übergehend, 25 m
3. Schwarze Tonschiefer jüngeren Alters (Lias bis Dogger?), 15 m
   Ueberschiebung
4. Dolomit, gelb und staubig verwitternd, im Bruch grauviolett, oben in Rauhwacke übergehend, 20 m
5. Dolomit, geschiefert, 0,5 m
6. Grünlicher Quartenschiefer, 1 m
7. Rauhe, graubraune Spatkalke (Lias), 10—x m

Verbreitung in den anstossenden Gebieten

Während mittlere und obere Trias auf dem Rücken des Gasternmassivs nur spärlich und lückenhaft auftritt, ist sie in den angrenzenden Gebieten weit verbreitet.

Der Lötschbergtunnel durchfuhr auf der Nordseite des autochthonen Kristallins mächtig entwickelten (200 m) Dolomit mit Gips, Anhydrit und Rauhwacke (BUXTORF).

Oestlich des Gasterntales sind die genannten Sedimente in der autochthonen Schichtreihe regelmässig zu treffen. Es findet sich hier u. a. eine rote Varietät des Dolomites (KREBS). Die höheren Horizonte des Dolomites zeichnen sich gelegentlich durch oolithische Struktur aus.

Südlich sind es die Gneise des Lötschentales, auf denen Triasdolomit und Rauhwacke allgemein und gleichmässig verbreitet sind.

Eine Ausnahme hievon macht der Grat des Ufersin und Mannlihorns, wo Trias fehlt und Lias direkt auf Kristallin transgrediert (LUGEON, Karte).

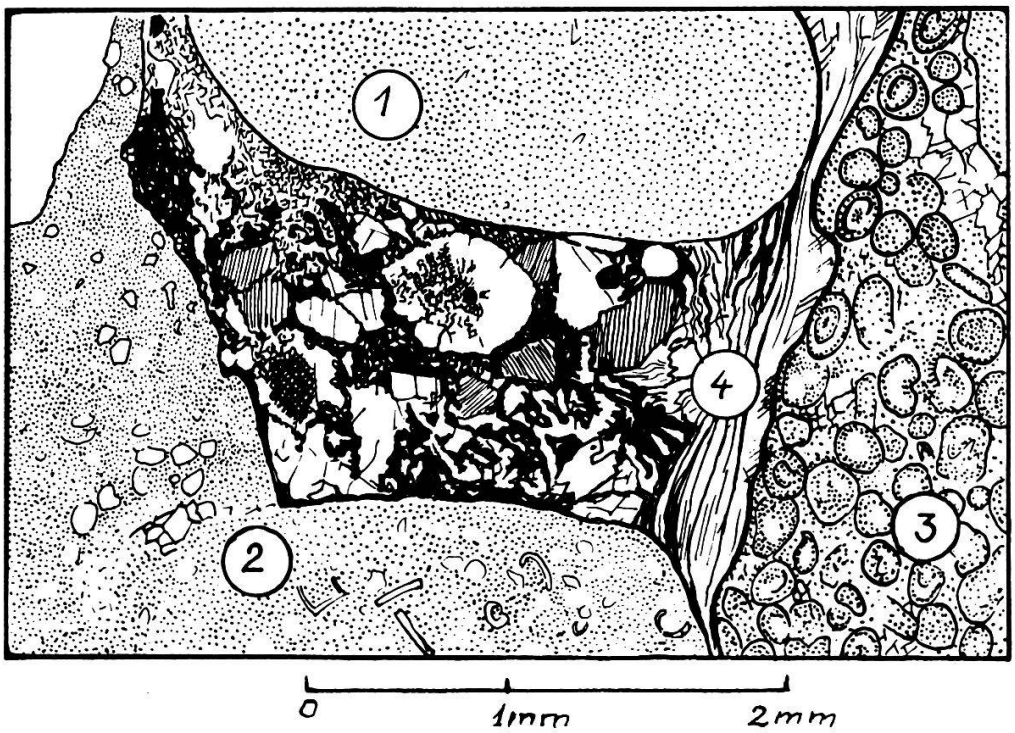


Fig. 9. **Bajocien, Konglomerathorizont**

1. Dichter Dolomit. 2. Dolomit mit organischen Einschlüssen. 3. Oolithischer Dolomit. 4. Bindemittel: Echinodermenbreccie

Konglomerathorizonte mit triadischen Elementen

Schichten mit Dolomitgeröllen sind im Lias und Dogger der Doldenhorndecke nicht selten. Besonders im untern Bajocien (s. d.) tritt ein auffallender Konglomerathorizont zutage, der sich aus Komponenten von Triasdolomit und Quartenschiefern aufbaut.

Unter den Dolomitfragmenten treten uns neben hellen, dichten auch rotgefärbte Varietäten und solche von oolithischer Struktur entgegen. Nicht selten enthalten sie Schalentrümmer einer Mikrofauna (Fig. 9).

Schlussfolgerungen

Das Fehlen von autochthonen jurassischen, kretacischen und tertiären Schichten auf dem Gasternmassiv gab schon früher Anlass zu Erörterungen. Es stellt sich die Frage, ob dieses Fehlen primärer Natur sei, oder ob es auf Abtragung oder gar auf tektonische Abscherung zurückzuführen sei.

Zur Annahme einer rein tektonischen Ursache fehlen uns die nötigen Anhaltspunkte und es scheint wenig wahrscheinlich, dass das Gasternmassiv hinsichtlich seines tektonischen Verhaltens dem ganzen übrigen Aarmassiv gegenüber eine Sonderstellung einnehmen sollte. Tiefgreifende Abtragung allein verantwortlich zu machen, wäre ebenso unangebracht; wie wäre sonst der Triasquarzit auf so weite Strecken hin intakt geblieben? Auf primäres Fehlen schloss BRUDERER, der auf Grund stratigraphischer Studien dem Gasternmassiv im praealpinen Relief eine Ausnahmestellung, nämlich die einer isolierten Erhebung, einräumt. Diese Deutung scheint uns am besten begründet, wir schliessen uns derselben an. Es sei aber damit nicht bestritten, dass Abtragung und Abscherung an der heutigen Schichtlücke ebenfalls beteiligt waren.

Im N, E und S war die Erhebung des Gasternmassivs vom Meere der mittleren Trias umgeben. Auffallend ist, dass der Gasterngranit und die Lötschentaler Gneise um die Wende von der unteren und mittleren Trias ihre Rolle als Sedimentationsraum bezw. Abtragungsfläche gewissermassen vertauschten: Das Gebiet des Lötschentaler Kristallins, in dem während der unteren Trias keinerlei Ablagerung stattfand, wurde nun der Schauplatz einer weitgehenden Ueberflutung durch das wenig tiefe Triasmeer. Bei diesem Anlass kam das Relief des Sedimentationsraumes z. T. als Inseln oder Halbinseln zum Ausdruck. So zeichnet sich im Fehlen der Trias in der Ufersin-Mannlihornkette eine Erhebung ab, die den Meeresspiegel überragte. Dieser Höhenzug verlief, einige km südlich vom Gasternmassiv entfernt, diesem ungefähr parallel. Zwischen den beiden Erhebungen be-

fand sich ein schmaler Meeresraum, in dem unsere parautochthone Trias zur Ablagerung kam, während südlich des Ufersin-Mannlihornrückens sich das offene Meer erstreckte, dem die ausgedehnten Dolomitbildungen der Lötschentaler Zone entstammen.

Die Rauhwacke scheint, wie BRUDERER 1924 anderwärts gezeigt hat, auch im Untersuchungsgebiet die Erscheinungsform tektonisch stark beanspruchten Dolomites zu sein.

Quartenschiefer finden sich nur in Anlehnung an die festländischen Erhebungen. Denkt man sich diesen helvetischen Keuper als regressive Randfazies des Dolomitmeeres, so ist die genannte Verbreitung ohne weiteres einleuchtend.

Lias

Südlich des Dalatales

Mächtig entwickelter autochthoner Lias baut die Ketten des Torrenthorns, Ferdenrothorns, Restirothorns und des Faldunrothorns auf. Im ganzen helvetischen Lias steht dieses Vorkommen nicht nur durch seine Mächtigkeit, sondern auch durch seine lithologische und palaeontologische Reichhaltigkeit einzig da. Deswegen wurde es schon frühzeitig zu einem besondern Anziehungspunkt für die stratigraphische Erforschung der Alpen. Durch die Arbeiten von v. FELLENBERG 1893, LUGEON 1914—1918 u. a. wurde die nachstehende Altersfolge dieser liasischen Sedimente bekannt:

Hangendes: Schwarze Tonschiefer, glimmerführend, eisenschüssig	Aalénien
Lias: Tonschiefer, seitlich übergehend in Mergel und Kalke und fossilführende Echinodermenbreccie	Toarcien
Quarzit	Domérien
Sandkalke mit Fossilien	Pliensbachien
Quarzit	Lotharingien
Quarzit, Gryphäenbank	Sinémurien
Kalke und Schiefer mit fossilreichen Sanden .	Räth, Hettangien
Liegendes: Dolomit und Kristallin	Trias und Aelteres

Nach E, S und N nehmen die Mächtigkeit ab, im S nimmt detritische Fazies überhand.

Lötschenpass

Ohne Zusammenhang mit der eben erwähnten Schichtreihe findet sich ein parautochthones Liasprofil unmittelbar südlich der Passhöhe am Ausfluss des kleinen Sees. LUGEON konnte in dieser geringmächtigen Schichtfolge die lithologische Gliederung des autochthonen Lias wiedererkennen:

1. Tonschiefer, mächtig	Aalénien
2. Quarzit, 15 m	Domérien
3. Kalk, 5—10 m	Pliensbachien
4. Quarzit, 3 m	Lotharingien
5. Kalke, Schiefer, z. T. sandig, 5 m	Räth bis Sinémurien
6. Dolomit, mächtig	Trias

Balm-Schönbühl (Falte I)

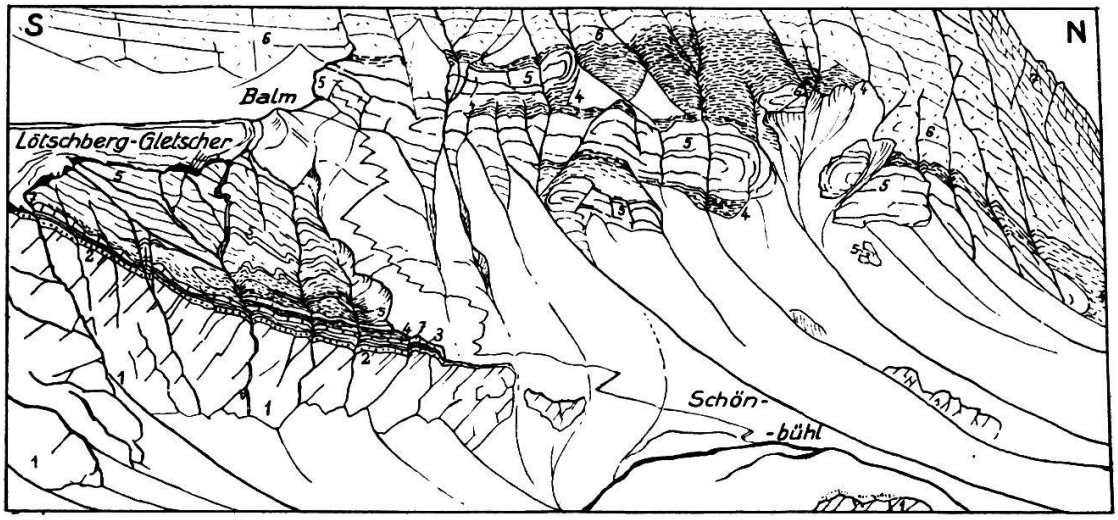


Fig. 10. Fuss der Balmhornostwand von E gesehen

1. Gasterngranit. 2. Triasquarzit. 3. Triasdolomit. 4. Aalénientonschiefer. 5. Lias. 6. Bajocien. 7. Malm

Das Untersuchungsgebiet enthält nur ein einziges isoliertes Liasvorkommen, das schon das Interesse v. FELLENBERG's erregte und später von LUGEON einer näheren Betrachtung unterzogen wurde. Mit dem Felsen „Balm" im S beginnend, bilden diese Schichten die Wände, welche Schönbühl und Gfällalp beherrschen. Im ganzen Liasaufschluss sind einige übereinanderliegende Tauchfalten zu erkennen. Auffallend ist die Tatsache, dass die Streichrichtung der Faltenaxen sich von derjenigen der übrigen Doldenhorndecke unterschei-

det. Die Abweichung beträgt zirka 60°, wodurch die Axen der Liasfalten ob Schönbühl nahezu hangparallel zu liegen kommen (Fig. 10). Wir beobachten folgende Entwicklung der Schichten (vom Jüngeren zum Aelteren):

1. Schwarze, glimmerführende, z. T. sandige Tonschiefer, eisenschüssig, mächtig	Aalénien
2. Echinodermenbreccie, 0,5 m	Aalénien
3. Sandkalk, schwach, spätig, orange angewittert; erfüllt von erbsengrossen Dolomit- und Quarzitgeröllchen, 0,5 m	Aalénien
4. wie 3., jedoch ohne Einschlüsse, 1,5 m . .	Aalénien
5. Spätiger Kalk, etwas kieselig, 15 m . . .	Toarcien
6. Unregelmässig Schichtfläche mit Taschen, die erfüllt sind von Phosphoritknollen, Belemniten und Schalenfragmenten	
7. Sehr zäher, feinspätiger Kalk. Nach unten zunehmender Kieselgehalt. Schlecht erhaltene Ammoniten, 10 m	Toarcien
8. Quarzit und kieseliger Kalk, 20 m . . .	Domérien
9. Gebankter, kieseliger Kalk mit sandigen Lagen .	Pliensbachien

v. FELLENBERG erwähnt bei der Balm im Schutt unbestimmbare Ammoniten. Ich fand daselbst phosphoritische Fragmente von solchen, die aus Nr. 6 stammen. Es handelt sich um kleine (1 bis 4 cm Durchmesser) arietitenartige Exemplare mit wenigen, kräftig entwickelten Rippen. Die Altersbestimmung obiger Schichten geht auf LUGEON zurück auf Grund von lithologischen Analogien mit dem autochthonen Lias südlich des Dalatales.

Eine ähnliche Lias-Doggergrenze beschreibt ARBENZ (1907) aus der Gegend von Engelberg.

Tektonische Stellung

Wie aus Fig. 11 ersichtlich, steht der autochthone Lias südlich des Dalatales mit einer Wurzelzone in Verbindung, aus der wiederum die Falte I der Doldenhorndecke hervorgeht. Diesem südwärts in die kristallinen Schiefer einfallenden Sedimentkeil schenkten schon verschiedene Autoren ihre besondere Aufmerksamkeit. In den Arbeiten von BUXTORF und COLLET (1921) wird gezeigt, dass dieser Keil eine östliche Fortsetzung im oberen Jungfraukeil besitzt. LUGEON (1914—1918) gibt uns eine ausführliche Beschreibung der komplizierten tektonischen Struktur dieses Keils,

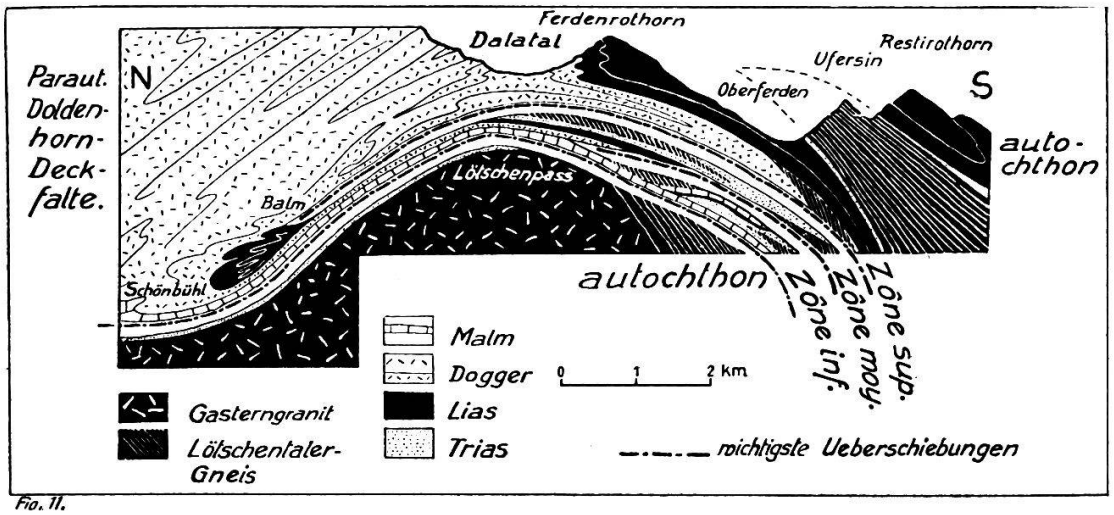


Fig. 11.

Fig. 11. **Tektonisches Strukturschema der Wurzelregion zwischen Oberferden und Lötschenpass** (z. T. nach LUGEON)

wie sie in der Gegend zwischen Oberferden und Lötschenpass anzutreffen ist. Danach handelt es sich um eine Serie übereinandergeschobener Schuppen, an denen sowohl Kristallin wie Sedimente beteiligt sind. Er gliedert den ganzen Komplex in drei „Zônes" (Zône inférieure, moyenne und supérieure) sedimentärer Natur, die jeweilen durch kristalline Lamellen von einander getrennt werden. In der Zône inférieure kann Lias nicht mit Sicherheit nachgewiesen werden. Vgl. auch SWIDERSKI (1919). Das zitierte Profil vom Lötschenpass gehört zur Zône moyenne. Ebenfalls dieser Zone ist der bei Balm-Schönbühl anstehende Lias zuzuweisen, und zwar stellt dieser die losgetrennte und nach N verschleppte Stirnregion der Zône moyenne (Falte I) dar. Die Zône supérieure hängt mit dem grossen autochthonen Liaskomplex südlich des Dalatales zusammen.

Abwicklung

Denken wir uns die Sedimente in jene Lage und Anordnung zurückversetzt, die sie vor dem alpinen Zusammenschub innehatten, so müssen wir uns die tiefste Schuppe unmittelbar südlich ans Gasternmassiv anschliessend denken und jeden tektonisch höhern Komplex jeweilen südlich an den vorhergehenden tiefern anfügen. Auf diese Weise erhalten wir folgende ursprüngliche Anordnung unserer stratigraphischen Profile:

N S

		Autochthon und Zône inférieure	Falte I (s. Fig. 11)			
			Zône moyenne (LUGEON)		Zône supérieure (LUGEON)	
			Wurzel	Stirn	Wurzel	Stirn
Lokalität:			Lötschenpass	Balm-Schönbühl	Oberferden	Ferdenrothorn
Hangendes		nicht nachgewiesen	Aalénien		Aalénien	
Lias	Toarcien			Kalk, z. T. kieselig 25 m		Kalke bis Tonschiefer 70 m
	Domérien		Quarzit 15 m	Quarzit 20 m		Quarzit 40 m
	Pliensbachien		Kalk 5—10 m	Kalk 20+x m	Kalk 20 m	Kalk 80 m
	Lotharingien		Quarzit 3 m		Quarzit, mächtig	Quarzit 120 m
	Hett.-Sinémurien Rhät.		Kalke, Schiefer Sande 5 m		Kalk u. Schiefer 10—14 m	Kalk u. Schiefer 100 m
Liegendes		Kristallin	Trias — Dolomit			

Schlussfolgerungen

Mächtigkeiten und Fazies des ganzen Liasvorkommens lassen auf einen Meeresraum schliessen, der, nach W hin tief und offen, ostwärts enger und flacher wurde. LUGEON schildert ausserdem eine Echinodermenbreccie des Toarcien, die sich nur im E aus mergeligen Kalken entwickelt. Er vermutet als Ursache dieser Erscheinung die Nachbarschaft des Gasternmassives.

Die Erhebung der Mannlihorn-Ufersin-Kette, die uns während der Trias beschäftigte, war im Lias unter Wasser. Das Gasternmassiv dagegen wurde nicht überflutet.

BUXTORF und COLLET 1921 weisen auf die Tatsache hin, dass südlich des Aiguilles Rouges-Massivs sich ein ähnliches, jedoch bathyaleres liasisches Meer befand.

Dogger

1. Tektonische Stellung

(Vgl. Tafel 1 und Fig 2.)

Im Untersuchungsgebiet fehlt autochthoner Dogger, denn, wie schon erwähnt, trägt das Gasternmassiv mit Ausnahme von Trias keine autochthonen Sedimente. Dagegen setzt in den überschobenen Deckengebirgen der Dogger ein und entwickelt sich zu bedeutender Mächtigkeit.

Vom autochthonen Gebirge von der Ostseite des Balmhorns gelangt man westwärts ansteigend zunächst in die tieferen, dann in die höheren Teile der Doldenhorndecke. Auf dem Lötschenpass, bei Balm und Schönbühl finden wir den Dogger als dünne Schicht sich am verkehrten Schenkel der tiefsten Falte (I) beteiligen. Dieser Verkehrtschenkel geht aus den tiefsten Teilen (Zône inférieure nach LUGEON) der Wurzelzone von Oberferden hervor. Die zugehörige Stirnumbiegung liegt westlich Gfällalp. Den normalen Schenkel der Falte I bildend, steigen die Schichten des Doggers von da zur Gitzifurgge empor.

Unter der Gitzifurgge befindet sich die Synklinale, welche die tiefste Falte mit der nächst höheren (II) verbindet. Diese Umbiegung zieht sich unter dem Ferdenrothorn hindurch bis in die Wurzelzone (Zône supérieure nach LUGEON) hinunter.

Auf diese kompliziert gestaltete tiefste, türmen sich die Tauch-

falten II—VI, die als einfache Antiklinalen nach Norden ausholen. Sie bauen die gewaltigen Wände auf, die sich vom Lötschberggletscher und von der Dala zu den Höhen des Balmhorns, des Rinderhorns und des Gemmipasses erheben. Diese ganze Masse wird vom Dogger bestritten, der hier, neben seiner mehrfachen Wiederholung, über beträchtliche primäre Mächtigkeiten verfügt. Die plastischen Massen des unteren Doggers erfüllten den grossen Zwischenraum zwischen dem Lias des Torrenthorns und der Südwand des Balmhorns. Heute sind sie grösstenteils abgetragen; an ihrer Stelle klafft das Dalatal.

Falte VI wird vom Schwarzgletscher und vom Furkentäli abgeschnitten. Eine südliche Fortsetzung dieses höchsten Normalschenkels erkennen wir jenseits des grossen Luftsattels über dem Dalatale im Dogger des Galm, der seinerseits wieder mit einem Südschenkel im Rhonetale in Verbindung steht.

Die Gellihorndecke enthält innerhalb der Grenze des Untersuchungsgebietes keinen Dogger. Malm und untere Kreide bilden hier das tiefste Glied dieser Zwischendecke.

Die Falten 1 und 2 der Wildhorndecke, aus denen sich das Felsenhorn aufbaut, weisen als Aeltestes Dogger auf. Ebenso enthält die Falte 3 einen Doggerkern, der vom Steghorn der ganzen Westseite des Ueschinentals entlang bis zur Lokalität Reinharts ansteht.

2. Historisches

Aus dem Untersuchungsgebiet sind uns eine Reihe stratigraphischer Beobachtungen überliefert, deren Anfänge ins 18. Jahrhundert zurückgehen. Die Südseite des Gemmipasses, jene 600 Meter hohe Wand mit ihren wildzerklüfteten Felstürmen und Abgründen lenkte dank des gangbaren, in Fels gehauenen Weges schon frühe die Aufmerksamkeit von Gelehrten auf sich, die in den warmen Bädern von Leuk zur Kur weilten.

So beschrieb schon BESSON 1786 die ganze Stufenfolge zwischen Leukerbad und Passhöhe, wobei ihm besonders die schwarzen Schiefer des Aalénien und Schichten mit kieseligen Knollen auffielen. EBEL erwähnt 1804 aus demselben Profil versteinerte Terebrateln. Beide Autoren hielten die ganze enorme Sedimentmasse für eine Schichtfolge in normaler Lagerung.

BERNHARD STUDER erwähnt 1834 den Dogger des Felsen-

horns, wo derselbe jüngere Schichten der tieferen Decken überlagert.

Die Erkenntnis des gestörten Schichtverlaufs im Dogger des Balmhorns kommt erstmals bei ISCHER (1877) zum Ausdruck. Aus demselben Jahre stammt eine Fossilliste von DE LA HARPE, die dieser anhand von Funden ebenfalls längs des Gemmiweges aufstellte: *Terebratula, Am. Parkinsoni Sow. (?), Belemnites Fleuriausus d'Orb. (?), Trigonia, Ostrea Marshi Sow.*

In seiner Arbeit über das Westende des Aarmassivs erwähnt v. FELLENBERG (1893) Kalkgerölle mit zahlreichen Einschlüssen von Dolomit aus der Gegend der Gfällalp.

BUXTORF und TRUNINGER (1909) fanden dieses Gestein anstehend im Dogger der Doldenhorndecke.

Schon 1905 publizierte LUGEON eine kurze stratigraphische Uebersicht der Balmhorngruppe. Im E derselben wird der ganze Dogger als Aalénien-Tonschiefer und Echinodermenkalk charakterisiert, in dem sich Breccien voll triasischer Elemente entwickeln. In der Gegend der Gemmi dagegen beschreibt LUGEON vier lithologisch selbständige Doggerstufen; von oben nach unten:

Schwarzer Kalkschiefer
Schichten mit Kieselknollen
Wechsellagerung von Kalk und Schiefer
Schwarze Tonschiefer (Aal.)

Ohne Angabe der Horizonte werden zu diesem Profil folgende Fossilien zitiert:

Belemnites unicanaliculatus Hart., Ammonites sp., Aptychus, Alectryonia marshi Sow., Zeilleria ornithocephala (?) Sow.

Im Galm ist der Dogger vorwiegend in Tonschieferfazies ausgebildet. An der Basis wurde eine wenig mächtige Echinodermenbreccie mit Fossilien festgestellt. Darin fand sich u. a. eine der *Ludwigia murchisonae Sow.*, nahestehende Ammonitenform.

In seiner 1910 erschienenen geologischen Karte bezeichnet LUGEON die Wechsellagerung und die Echinodermenbreccie als Bajocien, den Kieselknollenhorizont als Bathonien und die Kalkschiefer als Callovo-Oxfordien.[1]) Eine Gliederung des Doggers aus dem Bereich der Wildhorndecke gibt LUGEON 1916:

[1]) Zusatz während des Druckes: LUGEON gibt im Geologischen Führer der Schweiz, Exkursion Nr. 23, p. 451, eine ähnliche Einteilung des Dogger für die Gemmiwand.

Ech.-Kalke, gebankt	Bathonien
Schiefer mit unregelmässiger Oberfläche, glimmerführend	Bajocien

Anschliessend sei noch auf die Resultate stratigraphischer Untersuchungen in den Nachbargebieten hingewiesen.

In der Doldenhorndecke östlich des Gasterntales werden die Tonschiefer des Aalénien von dolomitführender Echinodermenbreccie überlagert (Baj.), diese wieder von einer Konglomeratbank und oolithischen Kalken (Call.), vgl. KREBS (1925).

Im W dagegen, da, wo die Doldenhorndecke als Morclesdecke wieder emportaucht, im Haut de Cry, folgt nach BONNARD (1926) über dem Aalénien eine Wechsellagerung von Spatkalk mit glimmerführenden Schiefern; darüber liegen Sandkalke mit Silex und eine Echinodermenbreccie mit grossen unbestimmbaren Ammoniten.

Ebenfalls im Haut de Cry führt die Diableretsdecke, die mit der Gellihorndecke parallelisiert wird, Dogger, der dieselbe Ausbildung zeigt wie derjenige der Wildhorndecke, vgl. LUGEON (1914), BONNARD (1926).

Der Dogger der Wildhorndecke besteht in den anstossenden Gebieten aus Aalénienschiefern, die nach oben in Echinodermenbreccie (Bajocien) übergehen. Im Hangenden derselben stellt sich zuweilen Callovien-Eisenoolith ein.

3. Detail-Profile

(Hiezu Tafel I)

A. Doldenhorndecke

Lötschenpass (Falte I):

Hangendes: Malmähnliche Kalkschiefer . . .	Malm
1. 1 m. Grobsandige bis konglomeratische Echinodermenbreccie mit Körnern von Quarz, Dolomit, schwarzem Kalk und Quarzit	Bajocien
2. 1 cm. Echinodermenbreccie mit aufgearbeitetem Substratum: flache, längliche Gerölle von schwarzen Tonschiefern des unteren Doggers.	
3. 15 m. Schwarze Tonschiefer, glimmerführend, eisenschüssig. Enthaltend eine 1 m mächtige Bank von Echinodermenbreccie mit Pentacrinus-Stielgliedern und Stacheln von Cidariden; aufgearbeitete Tonschiefer	Aalénien
Liegendes: Spatkalk mit sandigen Lagen . .	Lias

W Gfällalp (Stirnregion der Falte I):

Hangendes: Schiltkalk	Argovien
1. 4,5 m. Spatkalk, braun anwitternd . . .	Bajocien
2. 1 m. Spatkalk, mit kleinen Dolomitkörnern .	Bajocien
3. 2 m. Echinodermenbreccie, feinspätig, gebankt	
4. 1 m. Echinodermenbreccie, mit Dolomitkörnern bis 5 mm gross	Bajocien
5. 7 m. Echinodermenbreccie mit vereinzelten Dolomitgeröllen	Bajocien
Scharfe Grenze.	
6. 1,5 m. Konglomerat aus nussgrossen Dolomitgeröllen bestehend. Bindemittel kalkig, grobspätig	Bajocien
Scharfe Grenze.	
7. Plattige Spatkalke enthaltend: kleine Dolomitkörner, grössere, gerundete Bruchstücke von dunkeln, sandigen Tonschiefern des Aalénien, nach unten an Grösse und Zahl zunehmend .	Bajocien
Diskordanz.	
8. ? m. Gefältelte, schwarze Tonschiefer, sandig, eisenschüssig, glimmerführend. Vor der Ablagerung von Nr. 7 zum Teil abgetragen und eingeebnet	Aalénien
Liegendes: Kompakter Kieselkalk	Toarcien?

Zwischen Nr. 1 und Nr. 2 setzt im höhern Teil der Stirnumbiegung die Fazies mit den Kieselknollen ein.

Balm (normaler Schenkel der Falte I):

Hangendes: Untere Echinodermenbreccie . .	Bajocien
1. x m. Dunkle, eisenschüssige Tonschiefer, glimmerführend	Aalénien
2. 0,5 m. Echinodermenbreccie mit vereinzelten Dolomitkörnchen	Aalénien
3. 0,5 m. Massiger Kieselkalk, intensiv orangefarben anwitternd, erfüllt von kleinen (5 mm) Dolomitgeröllchen und vereinzelten dunklen Quarziten	Aalénien
4. 1,5 m. Dito, ohne Einschlüsse	ob. Toarcien
Liegendes: Spätiger, z. T. kieseliger Kalk . .	Toarcien

Gitzifurgge (Synklinale zwischen Falte I und II):

Hangendes: Nicht zugänglich: sandige Kalke mit Kieselknollen, nach unten in gebankte Spatkalke übergehend, hellgraue, monotone Wände bildend .	Bajocien
1. 40 + x m. Dickbankige, graue Echinodermenkalke.	
2. 7 m. Bunte Konglomeratbank: Weisse, gelbe und rote Dolomitkörner und	

schwarze Kalkgerölle; erbs- bis faustgross, dichtgedrängt. Untergeordnet Quarzkörner, Belemniten. Bindemittel tonig, dunkel, rot-violett gefärbt (Quartenschiefer) mit eingestreuten, guterhaltenen, weissen Echinodermenstielgliedern. Pyrit in kleinen Würfeln.
Discordanz, Abtragung vor Nr. 2.

3. 0,5 m. Sandiger, dolomitischer Spatkalk, erfüllt von weissen Crinoidenstielgliedern und Seeigelstacheln. Keilt nach W aus. (Dalatal.)
4. 0,1 m. Weisse Crinoidenstielglieder und Seeigelstacheln schwimmen in dunkelroter, toniger Grundmasse. Keilt nach W aus.
5. 30 m. Echinodermenbreccie, z. T. mit dünnen, tonigsandigen Zwischenlagerungen.
6. Einige cm Macro-Oolith, typisch. Aufgearbeitetes Aalénien. Grundmasse grobspätig. Crinoidenstielglieder mit ausgezeichnet pigmentiertem Gitter.
Discordanz, Abtragung vor Nr. 6.
7. Mächtig. Schwarze Tonschiefer, eisenschüssig, glimmerführend . . . . . Aalénien

Liegendes: Spatkalk (Ferdenrothorn) . . . Toarcien

Furkentäli (Normalschenkel der Falte VI):

Hangendes: Hellgraue, feine, glänzende Tonschiefer, fleckig . . . . . Oxfordien

1. 15 cm. Schiltkalkähnliche Schicht, erfüllt von Belemniten und abgerollten, phosphoritisierten Ammoniten und Bruchstücken von solchen.
Parkinsonia parkinsoni Sow., *Parkinsonia parkinsoni Sow.* var. *densicosta Quenst.*, *Perisphinctes* sp, *Phylloceras* sp. . . . . ob. Bajocien
2. 2,3 m. Feinkörniger Spatkalk in Bänken von 10 bis 20 cm Mächtigkeit, wechsellagernd mit grauen Tonschiefern in 10 bis 40 cm, mächtigen Lagern mit eingeschwemmten, Phosphoritknollen. („Obere Wechsellagerung“).
Die höheren Kalkbänke enthalten:
Parkinsonia neuffensis Opp. in grossen Exemplaren (40 cm Durchmesser).
Parkinsonia sp. in kleinen phosphoritisierten Exemplaren (20 cm Durchmesser).
Belemniten, grosse Pyritkonkretionen.
3. 14 m. Dunkle Mergelschiefer, glimmerführend.
Scharfe Grenze.

4. 13,5 m. Obere Echinodermenbrecie, gebankt. In den oberen Partien: *Parkinsonia radiata Renz., Coeloceras humphriesi Sow.* Uebergang. — Bajocien
5. 60 m. Feinspätiger, sandig-kiesliger Kalk in undeutlichen Bänken. Kieselknollen. Oben Belemniten, Schalenquerschnitte von *Terebratula, Alectryonia* u a. Vereinzelte Stielglieder von *Pentacrinus* (Kieselknauerschicht) Uebergang.
6. 70 + x m. Dunkler, feinspätiger Kalk in massigen 0,5 m mächtigen Bänken, wechsellagernd mit glimmerführenden Mergelschichten („untere Wechsellagerung").

Liegendes: Tonschiefer des Aalénien (nicht erhalten).

B. Wildhorndecke

Felsenhorn (Falte 1):

Hangendes: Schiltkalk . . . . . — Argovien
1. 20 m. Eisenoolith mit kalkigem Bindemittel. *Phylloceras sp., Oppelia subcostaria Oppel, Rhynchonella sp.* . . . . . — Callovien
2. 10 m. Glimmerführender Spatkalk, oben gebankt, unten massig, ungeschichtet. . . . — Bajocien
3. 10 + x m. Schwarze Tonschiefer, eisenschüssig, glimmerführend . . . . . — Aalénien

Liegendes: Nicht erhalten.

Reinharts (Falte 3):

Hangendes: Schiltkalk . . . . . — Argovien
1. 4 m. Kalk mit Eisenoolithen und schlecht erhaltenen Fossilien *(Terebratula, Rhynchonella,* Ammoniten, Belemniten) . . . . . — Callovien
2. 4 m. Grauer Spatkalk . . . . . — Bajocien
3. 20 m. Spatkalk mit Kieselknollen, gebankt.
4. Mächtig. Schwarze Tonschiefer, eisenschüssig, gelegentlich leicht sandig . . . . . — Aalénien

Liegendes: Nicht erhalten.

Steghorn (Falte 3):

Hangendes: Hellgraue, feine, fleckige Tonschiefer — Oxfordien
1. 4 m. Dunkle, sandige Spatkalke mit Lagern von Dolomit und Quarzgeröllen. Phosphoritknollen, z. T. als abgerollte Ammoniten kenntlich: *Parkinsonia* sp., *Stephanoceras* sp., Belemniten . — Bajocien

2. 70 m. Grobsandige Echinodermenbrieccie, plattig.
3. Mächtig. Schwarze Tonschiefer, eisenschüssig, glimmerführend . . . . . Aalénien

Liegendes: Nicht erhalten.

4. Stratigraphie und Faziesverteilung im Dogger

Aalénien

Infolge der Plastizität seines Materials befindet sich das Aalénien als Ganzes wie im Einzelnen in gestörter Lagerung. Deshalb ist es zu stratigraphischen Studien nicht geeignet. Mächtigkeiten sind aus demselben Grunde nicht messbar; in der Wildhorndecke fehlt zudem das Substratum. Immerhin kann für die Doldenhorndecke im Hinblick auf das tektonische Querprofil (Dalatal) auf beträchtliche Massen geschlossen werden.

In Uebereinstimmung mit dem ganzen übrigen Helveticum bestehen die Sedimente des Aalénien im Untersuchungsgebiet aus schwarzen, zuweilen sandigen, eisenschüssigen, glimmerführenden Tonschiefern in knaueriger, wulstiger Lagerung mit Tongallen. Im nördlichsten Sedimentationsbereich der Doldenhorndecke finden wir an der Basis und innerhalb der Schiefer einzelne Bänke von Echinodermenbreccie mit *Pentacrinus* und Seeigelstacheln. Vgl. Profile Lötschenpass und Balm. ARBENZ (1907, 1913) und BRUDERER (1924) erwähnen ähnliche Echinodermenbreccie mit Aalénien-Fossilien, u. a. *Leioceras opalinum* im autochthonen Dogger der Innerschweiz.

LUGEON (1905) beobachtete „rares *Harpoceras*" im Aalénien der Balmhorngruppe.

In den Moränen auf dem Lötschenpass finden sich Aalénientonschiefer, die Gerölle von Triasdolomit enthalten.

Das Bajocien der Doldenhorndecke

a) Untere Echinodermenbreccie und untere Wechsellagerung.

Basis. Auf die Aalénientonschiefer folgt im nördlichen Teil der Doldenhorndecke eine Echinodermenbreccie. Die Schiefer sind hier in Falten gelegt, die oben abgeschnitten erscheinen (Falte I). Ueber dieses Substratum geht die Echinodermenbreccie diskordant hinweg. Die basalen Schichten derselben führen aufgearbeitete Tonschiefer des Aalénien und ebenso Bruchstücke einer schwarzen,

sehr grobspätigen Echinodermenbreccie. Zum Teil erscheinen diese Einschlüsse im Querschnitt ein- oder mehrmals konzentrisch umrandet, wodurch sie einen Uebergang zwischen den gewöhnlichen Geröllen und den Macro-Oolithen darstellen.

Macro-Oolith. Durch die Untersuchung von W. STAUB (1911), VAN DER PLOEG (1912), ARBENZ (1913), und ROHR (1923) ist uns aus dem autochthonen Dogger der Zentralschweiz ein Horizont bekannt geworden, den diese Autoren als Macro-Oolith bezeichnen. Stratigraphisch befindet sich dieser an der Basis der unteren Echinodermenbreccie. Das Gestein enthält dort zahlreiche eisenschüssige, rundliche Gebilde, die, oft grösser als 1 cm, konzentrischen Aufbau besitzen. In deren Mitte befinden sich Quarzkörner oder verkieselte Schalentrümmer. Die konzentrischen Schichten werden zum Teil durch Lagen von Eisenooiden gebildet.

An der Gitzifurgge enthalten die untersten Schichten der Echinodermenbreccie ebenfalls ein bis mehrere cm grosse Einschlüsse von oolithischer Struktur. Das einzelne Gebilde besteht zur Hauptsache aus einem Dolomit- oder Kalkgeröll als Kern, den eine dunkle, wenige mm dicke, konzentrisch gebaute Rinde umgibt. Gelegentlich liegen mehrere Gerölle in einer gemeinsamen Hülle.

Die kernbildenden Kalkgerölle bestehen vorwiegend aus sandigen, spätigen oder dichten Kalken, die frisch gebrochen, tief schwarz, angewittert aber braun bis lebhaft orange gefärbt sind, wodurch sie an gewisse Gesteine des oberen Lias erinnern. Vgl. Profil Balm.

Unter dem Mikroskop erscheinen die konzentrischen Schichten gefältelt und ineinander verknetet. Die Echinodermenbreccie, die als Bindemittel den Raum zwischen den Ooiden erfüllt, setzt sich aus Crinoidenstielgliedern mit deutlich pigmentiertem Gitter zusammen. (Fig. 12.)

Der Macro-Oolith ist im Untersuchungsgebiet an die Transgressionsfläche zwischen den Tonschiefern und der Echinodermenbreccie gebunden.

Untere Echinodermenbreccie. Diese setzt im Norden als dünne Schicht ein und nimmt nach Süden an Mächtigkeit stets zu bis zur Gitzifurgge, wo sie ihr Maximum mit 80 m erreicht. Weiter südlich, in den Falten II und III (Gitzigrat) verliert sie rasch an Bedeutung und keilt aus. Nach Westen zu bleibt ihre

Fig. 12. **Macro-Oolith, Bajocien,** Gitzifurgge, Dünnschliff. Vergr. ca. 8×

Mächtigkeit in der tiefsten Falte nahezu konstant. An der Gitzifurgge führt die Echinodermenbreccie Schichten, die sich aus gut erhaltenen Crinoidenstielgliedern und Seeigelstacheln aufbauen. In ihrer ganzen Ausdehnung enthält sie Horizonte mit angebohrten Geröllen von Triasdolomit und Quartenschiefern. Ein Maximum hinsichtlich Grösse und Menge besitzen diese im Profil der Gitzifurgge. Nach NW und S werden die Gerölle von hier aus spärlicher und kleiner. Am raschesten nehmen sie in südlicher Richtung ab, am kontinuierlichsten halten sie sich gegen Westen.

Das Alter der untern Echinodermenbreccie und des Macro-Ooliths konnte nicht genauer fixiert werden. Diese Schichten mögen, gleich wie an andern Orten, zum Teil noch dem Aalénien angehören.

Wechsellagerung. In den Falten II—VI des Balmhorns sind an Stelle der Echinodermenbreccie dunkle Spatkalke vorhanden, die mit glimmerführenden Mergel- und Tonschiefern wechsellagern.

Im Balmhorngipfel erreicht der Horizont zugleich seine grösste Mächtigkeit und seine südlichste Fazies. Hier nehmen die tonigen Bestandteile der Wechsellagerung überhand, so dass das Gestein das Aussehen eines schwarzen, blättrigen Tonschiefers mit mergeligen Lagen erhält.

Diese wechsellagernden Schichten, sowie die untere Echinodermenbreccie gehen nach oben in die Kieselknauerschichten über. Der seitliche Uebergang von Echinodermenbreccie in Wechsellagerung vollzieht sich zwischen der tiefsten und der nächsthöheren Falte. Er verläuft in der Streichrichtung, so dass immer die tiefste Falte die Echinodermenbreccie, die höhern die Wechsellagerung enthalten.

b) Kieselknauerschichten.

Vorkommen. Sandige Kalke mit Kieselknauern sind im Sedimentationsgebiet der Doldenhorndecke weit verbreitet. Einzig an dessen nördlichem Saum in unmittelbarer Nähe des Gasternmassivs sind diese Gesteine nicht entwickelt.

Die Silexkalke bilden den Hauptanteil der östlichen und südlichen Balmhornwand, wo sie die Steilstufen verursachen. Ebenso bilden sie im Tal des Schwarzgletschers senkrechte Wände.

Lithologie. Das Gestein ist ein feinsandiger, gebankter Spatkalk mit rauher Oberfläche, der in den tiefern Partien graue, in den höhern bräunliche Anwitterungsfarbe zeigt.

Die Kieselknauer treten an der Oberfläche als langgezogene, helle Knollen erhaben hervor. Die Grenze zwischen dem dichten Material im Innern der Knollen und dem umgebenden Sandkalk ist oft auf der einen Seite eines und desselben Individuums scharf, auf der andern verwischt. Sehr häufig ist nur die Oberfläche der Knollen verkieselt, so dass dieselben bei der Verwitterung als zusammengedrückte, brotlaibähnliche Ringe erscheinen, die gelegentlich nach einer Seite hin offen sind. Bei geringer Neigung der Schichten sind die Kieselknauer oft untereinander verbunden und bilden so wie die Glieder einer Kette aneinander gereiht, ganze Lagen, die der Schichtung parallel gehen. In steiler Schichtlage jedoch bleiben die einzelnen Knollen selbständig und orientieren sich meist nach der Schieferungsebene. Besonders auffällig ist diese Erscheinung an der obersten antiklinalen Umbiegung, an welcher der Gemmiweg südlich der Passhöhe vorbeiführt. Hier stehen alle Kieselknollen unter sich parallel, unbekümmert um die scharfe Umbiegung der Schichten.

Unter dem Mikroskop erweisen sich die Kieselknollen als vorwiegend organischen Ursprungs, vgl. die Schwammnadeln in Fig. 13.

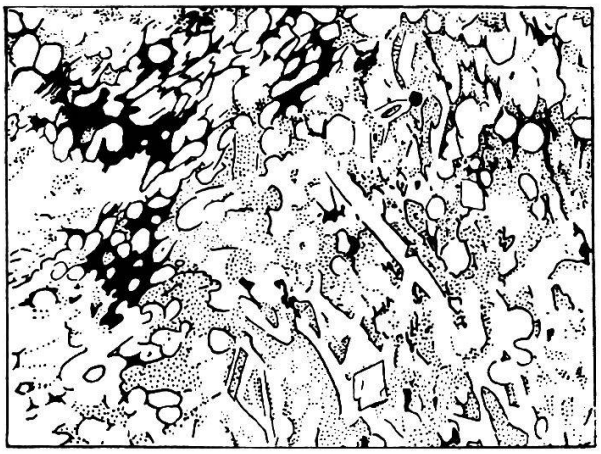


Fig. 13. **Kieselknauer mit Schwammnadeln, Bajocien,** Furkentäli, Dünnschliff, Vergr. 32×

Auf der rechten Seite des Furkentäli machen sich in den sandigen Kalken dünne, unregelmässige Einlagerungen von stumpf-karminroter Farbe bemerkbar. Sie durchziehen zuweilen das Gestein netzartig, beschränken sich aber meistens auf die welligen Schichtflächen, die sie als millimeterdünne Haut überkleiden. Die mikroskopische und chemische Untersuchung des roten Materials ergab Göthit, $Fe_2O_3 + 1 H_2O$.

Da, wo die Sandkalke nach oben in die obere Echinodermenbreccie übergehen, finden sich verkieselte Pentacrinussterne, Schalenfragmente und Belemniten. Vgl. Profil Furkentäli.

c) Obere Echinodermenbreccie.

Sie ist in der östlichen Balmhornwand unterhalb Wildelsigen, im Tal des Schwarzgletschers, im Furkentäli und an der Gemmi zugänglich. Die Echinodermenbreccie bildet das Hangende des Kieselknauerhorizontes; ihre Mächtigkeit nimmt von Norden nach Süden zu.

In den obern Partien des Sandkalkes schalten sich zuerst spätige Bänke ein, die seitlich in denselben übergehen. Unter stetiger Abnahme des sandigen Elementes geht aus diesem Sandkalk allmählich die Echinodermenbreccie hervor.

Das Gestein ist mittel- bis feinspätig, seine Anwitterungsfarbe braun und oft durch kleine dolomitische Körner fein gelb gesprenkelt. In den oberen Partien finden sich kleine phosphoritisierte Exemplare von *Parkinsonia radiata Renz* des obern Bajocien.

d) Obere Schiefer und obere Wechsellagerung.

Verbreitung und Fazies. Infolge seiner geringen Widerstandsfähigkeit gegen die Verwitterung wird der Schieferhorizont im Landschaftsbild durch Schutt- und Schneebänder oder aber durch Abflussrinnen für Eis und Wasser gekennzeichnet.

Die schwarzen Mergelschiefer sind, wenn wir bei unserer Betrachtung von den tieferen zu den höheren Falten der Doldenhorndecke vorgehen, erstmals in der Antiklinalstirn von III unterhalb Wildelsigen nachweisbar, wo sie ein dunkles, unter Balmen einspringendes Felsband von 10 m Mächtigkeit bilden. In den nächsthöheren Falten ist kein Einblick in diesen Horizont möglich, da er durch den Balmhorngletscher verdeckt wird. Im normalen Schenkel der Falte VI jedoch kann der Schieferhorizont von E nach W durch das ganze Untersuchungsgebiet verfolgt werden.

An der Ostwand der Altels veranlassen die Schiefer in Falte VI die Bildung eines breiten Firnbandes, das sich zum Sattel zwischen Altels und Balmhorn emporzieht.

Zu beiden Seiten des Schwarzgletschers hat der Schieferhorizont die Oberflächengestalt der Steilwände weitgehend beeinflusst. Auf der rechten Talseite verursacht er eine vom genannten Sattel nordwärts absteigende Wandstufe, die unten, mit der antiklinalen Umbiegung der Schichten, durch ein schmales Couloir auf den Schwarzgletscher ausgeht. Gegenüber, an der Ostflanke des Grossen Rinderhorns gaben die Schiefer Anlass zur Bildung eines 400 m breiten und 1 km langen Gletscherbandes, das von P. 3236 dem Gefälle der Schichten folgend auf erhöhter Terrasse neben dem Schwarzgletscher hergeht. Der antiklinalen Umbiegung folgt der Gletscher ebenfalls, indem er da, wo die Schieferschichten aus der geneigten Schichtlage steil nach unten abbiegen, sich in prächtigem Absturz mit dem Schwarzgletscher vereinigt.

Von P. 3236 führen die Schiefer durch die Südwand des grossen Rinderhorns nach W ins Furkentäli hinüber und von da in gleicher Weise unter den Plattenhörnern hindurch auf die Südseite des Gemmipasses. Im ganzen Bereiche der Falte VI enthalten die Schiefer in ihren oberen Partien regelmässig eingelagerte Kalkbänke („obere Wechsellagerung").

Im westlichen Teil der Wildhorndecke treffen wir ein gleichaltriges, ähnlich ausgebildetes Schichtglied. (Vgl. Profil Steghorn.)

Faziesverbreitung. Aus der dargestellten Verbreitung und aus den Detailprofilen ergibt sich nach Abwicklung und Ausglättung der Falten folgendes Bild für die Faziesverteilung im obern Bajocien in der Doldenhorndecke:

Auf der oberen Echinodermenbreccie liegt mit scharfer Grenze eine wenig mächtige Lage dunkler Mergelschiefer, die, im südlichen Teil des Beckens regelmässig verbreitet, den Rand des Gasternmassives nicht erreichen. In ihrer nördlichen Fazies enthalten die Schiefer reichlich Sand, in der südlichen dagegen Glimmer.

Ausserdem ist der südlichste Bereich dieser Schiefer durch die Anwesenheit einer (obern) Wechsellagerung gekennzeichnet. In den mergeligen Schiefern entwickeln sich regelmässige kalkige Einlagerungen, die sich in den oberen Schichten immer schärfer abgrenzen, derart, dass mit zunehmender Höhe das kalkige Element immer kompakter und kalkiger, das schiefrige immer toniger wird.

Phosphoritisierte Ammoniten und rostige Pyritkonkretionen sind besonders in den obersten Kalkbänken häufig vorhanden. Die Schieferlagen dagegen enthalten nur unförmliche Phosphoritknollen.

Der ganze Schichtkomplex wird oben schwach diskordant abgeschnitten. Im nördlichen Faziesbereich folgt darüber mit scharfer Grenze der Malm; im südlichen jedoch wird die „obere Wechsellagerung" von einer schiltkalkähnlichen Transgressionsschicht von nur einigen cm Mächtigkeit überlagert. Diese Ablagerung ist erfüllt von tief schwarzen Phosphoritknollen, die aus der grau und braun gefleckten Oberfläche des Gesteins hervortreten. Gelegentlich geben sie sich als abgerollte Ammoniten zu erkennen. Bruchstücke einzelner Umgänge mit gerundeten Kanten, rundliche Phosphoritgerölle, auf denen Suturlinien zutage treten und weisse Fragmente von Belemniten treten lokal geradezu gesteinsbildend auf. Ganze Exemplare finden sich sehr selten, die Bruchstücke sind oft deformiert und ihre Ornamentierung ist vielfach verwischt.

Alter. Nach den in diesen Schichten auftretenden Ammoniten (*Parkinsonia parkinsoni Sow.* und Varietäten, siehe unten), handelt es sich um Formen des obern Bajocien, die Aufarbeitung selbst mag später (im Bathonien) erfolgt sein.

Das Bajocien der Wildhorndecke

Das Bajocien der Wildhorndecke weicht in seiner Entwicklung von derjenigen der Doldenhorndecke ab. (Vergl. Taf. I).

Zwischen den Schiefern des Aalénien und den Kalken des Bajocien sind an Stelle einer scharfen Grenze allmähliche Uebergänge vorhanden. Denkt man sich die Falten abgewickelt, so beginnt das Bajocien im Norden (1, 2) mit geringer Mächtigkeit und schwillt nach S und W erheblich an.

Lithologisch ist es im Norden (1, 2) als glimmerreicher Spatkalk ausgebildet. Südwärts (3) entwickelt sich Echinodermenbreccie und Silexkalke. (Vgl. Profile Felsenhorn, Reinharts, Steghorn).

Dunkle, mit reichlichem Sand vermischte, mergelige Spatkalke überlagern nur im SW die Echinodermenbreccie. Zu dieser detritischen Ausbildung gesellen sich noch eingeschwemmte Quarz- und Dolomitgerölle von Erbsengrösse. Genau wie in der Doldenhorndecke zeigen sich rostige Pyritkonkretionen und phosphoritisierte, abgerollte Ammoniten.

Die Ammoniten des Bajocien

Parkinsonier. In den höchsten Partien der oberen Echinodermenbreccie und in der obern „Wechsellagerung" der Doldenhorndecke sind, wie schon erwähnt, gelegentlich kleine Parkinsonier enthalten. In der Regel ist nur ein Umgang oder ein Bruchteil eines solchen vorhanden. Diese Fragmente bestehen ausschliesslich aus Phosphorit. Die Rippen sind scharf und deutlich erhalten, Suturen jedoch selten sichtbar. Da meist nur einzelne Umgänge ohne Suturen vorhanden sind, dürfte es sich wohl um Wohnkammern handeln, die sich bei der Gattung Parkinsonia auf ungefähr einen Umgang erstrecken. Der organische Inhalt der Wohnkammern würde in diesem Falle die Bildung von Phosphorit veranlasst haben, während die leeren Kammern der innern Umgänge der Zerstörung anheimfielen. Mit zunehmender stratigraphischer Höhe nehmen die Parkinsonier der Kalklagen an Grösse und Zahl zu.

Das gesammelte Material wurde nach den Gesichtspunkten der von NICOLESCO 1928 publizierten „Monographie du genre Parkinsonia" untersucht. Anhand des klassischen Materials von Bayeux ist es NICOLESCO gelungen, sämtliche Spezies und Va-

rietäten der Gattung einer kontinuierlichen, phylogenetischen Evolutionsreihe einzugliedern.

Auszugsweise sei hier die Stellung einzelner Formen, die uns beschäftigen werden, wiedergegeben:

Jüngere *Park. compressa Quenst.* var. *württembergica Opp.* emend. *Nicol.*

↑

Park. neuffensis Opp.

↑ → *Park. parkinsoni Sow.* var. *densicosta Quenst.* emend. *Nicol.*

Park. parkinsoni Sow.

↑

Park. parkinsoni Sow. var. *pseudoparkinsoni Wetzel* emend. *Nicol.*

↑

Park. orbignyana Wetzel

↑

Aeltere *Park. radiata Renz* emend. *Wetzel*

Die Entwicklung beginnt mit weitgenabelten und endet mit enggenabelten Individuen. Die Umgänge der älteren Formen besitzen einen wenig umfassenden, rundlichen, die der jüngeren einen stark umfassenden, hohen schmalen Querschnitt. Die maximale Breite desselben rückt dabei von der Mitte gegen den innern Teil des Umganges. Anzahl und Krümmung der Rippen nehmen im Verlauf der Reihe zu und verschwinden schliesslich wieder. Die anfänglich nahe der Externseite gelegene Gabelungsstelle der Rippen verschiebt sich allmählich einwärts.

Bei ihrem stratigraphischen Auftreten weist NICOLESCO auf das frühere Einsetzen der phylogenetisch älteren und die längere Lebensdauer der jüngeren Formen hin. Während ihrer Hauptentwicklung laufen aber sämtliche Spezies in denselben Schichten nebeneinander her.

In unserem Untersuchungsgebiet sind die wenigen ausgeprägten Formen dagegen deutlich getrennt und auf verschiedene Horizonte beschränkt. So findet sich z. B. *Park. parkinsoni Sow.* und deren Varietät *P. densicosta Quenst.* emend. *Nicol.* einzig an der Obergrenze der „obern Wechsellagerung", während *Park. radiata Renz* emend. *Wetz.* schon zu Ende der (obern) Echinodermenbreccie endgültig verschwindet.

Von der einen zur andern Spezies führt durch die ganze Wechsellagerung eine zahlreich vorhandene Uebergangsform, die mit

keiner der bei NICOLESCO dargestellten Formen einwandfrei identifiziert werden kann. Es handelt sich um kleine Parkinsonier, deren Grösse mit zunehmender stratigraphischer Höhe anwächst, so dass sie sich hinsichtlich Umfang von der alten Form *Park. radiata Renz* (Durchmesser 2 cm) ausgehend allmählich der jungen Spezies *Park. parkinsoni Sow.* (Durchmesser 6—7 cm) nähert. In Form und Wachstum entsprechen diese Zwischenformen den bei NICOLESCO beschriebenen und abgebildeten Exemplaren von *Park orbignyana Wetzel* und *Park. parkinsoni Sow.* var. *pseudoparkinsoni Wetzel* emend. *Nicol.*

Die Anzahl der vorhandenen primären Rippen weist aber auf ältere, die Bifurkationsstelle jedoch auf jüngere Formen hin.

Erwähnt seien hier noch die in der obern Wechsellagerung auftretenden Riesenexemplare von *Parkinsonia neuffensis Opp.* (Durchmesser 40 cm).

In den aequivalenten, sandigen Spatkalken der Wildhorndecke sind die phosphoritisierten Parkinsonier in noch schlechterem Zustande erhalten.

Die sämtlichen im Untersuchungsgebiet vorhandenen Formen sind für oberstes Bajocien (Zone der *Garantia garanti)* charakteristisch, einzig *P. neuffensis Opp.* wird auch aus dem Bathonien angegeben.

Stephanoceraten.

Stephanoceras ist sowohl in der Doldenhorn- als auch in der Wildhorndecke vorhanden.

Im Profil Furkentäli (Doldenhorndecke) fand ich an der Oberfläche der oberen Echinodermenbreccie einen teilweise erhaltenen, nicht phosphoritisierten Ammoniten, der *Coeloceras humphriesi Sow.* nahe steht.

Aufgearbeitete, phosphoritisierte Stephanoceraten finden sich ebenfalls an der Oberfläche der obern Wechsellagerung, in der schiltkalkähnlichen Transgressionsschicht (Bath.?)

Aus dem Profil am Steghorn (Wildhorndecke) stammt ein Exemplar von *Stephanoceras,* das ebenfalls der Spezies *C. humphriesi Sow.* entsprechen dürfte.

Callovien-Eisenoolith

Eisenoolithlager sind in der Doldenhorndecke nicht ausgebildet. Gelegentlich, vorwiegend im östlichen Teil der tieferen

Falten, finden sich einzelne aufgearbeitete Eisenooide im Schiltkalk (unt. Argovien), die von abgetragenen Eisenoolithen herrühren müssen.

Die in den südlichsten Teilen der Doldenhorndecke des Untersuchungsgebietes (Gemmi) an der Basis des Malm auftretenden Mergelschiefer enthalten als ältestes Schichtglied Oxford, Callovien ist darin nicht nachweisbar.

In der Wildhorndecke jedoch haben wir den Callovien-Eisenoolith in den Profilen vom Felsenhorn (Falte 1) und von der Lokalität Reinharts (Falte 3) erwähnt.

Bei Zurückversetzung der gefalteten Schichten in ihre ursprüngliche Lage zeigt es sich, dass der Eisenoolith auf den nordöstlichen Teil des Sedimentationsraumes der Wildhorndecke beschränkt ist. Die im vorhergehenden Kapitel beschriebenen sandigen, dunklen Spatkalke dagegen beherrschen die Südwestecke. Die beiden Ablagerungen überdecken sich nirgends; sie reichen auch nirgends seitlich aneinander heran, sondern sie sind durch eine breite Zone getrennt, in der weder der Eisenoolith noch die dunklen Kalke vorhanden sind.

In der nördlichen Fazies (Falte 1) besitzt der Eisenoolith eine Mächtigkeit von nur einigen cm. Zahlreiche Eisenooide von der Grösse eines halben Millimeters erfüllen nesterweise einen dunklen, violetten Kalk. In der südlichen Fazieszone (Falte 3) nimmt das kalkige Bindemittel stark überhand und zeigt die für die Callovienkalke des Helveticums so charakteristischen grünen, roten und violetten Färbungen. Die Eisenooide erreichen eine Grösse von 2 mm und liegen einzeln im Gestein eingestreut.

Fossilien sind im Eisenoolith nicht selten, doch sämtliche schlecht erhalten, so dass eine annähernde Speziesbestimmung in wenigen Fällen gelang: *Oppelia subcostaria Oppel, Phylloceras mediterraneum Neumayr,* ferner *Oppelia sp., Phylloceras sp.,* Rhynchonellen und Terebrateln.

5. Zusammenfassung über den Dogger

Die Verbreitung des Aalénien geht weit über die Grenzen des Liasmeeres hinaus. Die Ueberflutung erreicht blossliegende Trias (Dolomitgerölle in den basalen Schichten). Das Gasternmassiv bleibt hier frei von Sedimentation. Unmittelbar südlich desselben finden wir spärlich Crinoiden und Seeigel.

Doldenhorndecke: Vor der Transgression des Bajocien erlitt das Aalénien am Südfuss des Gasternmassives tektonische Störungen und Abtragung (Faltung, Diskordanz, aufgearbeitetes Substratum). Im untern Bajocien beobachten wir zwei deutlich getrennte Faziestypen der Doldenhorndecke: Echinodermenbreccie im N und eine Wechsellagerung von Kalk und Schiefer im S. Bei der Abwicklung der Falten kommt die Trennungslinie genau auf jene alte Ufersin-Mannlihorn-Erhebung zu liegen, die sich schon in der Trias abzeichnete. Die Faziesdifferenz scheint durch eine Schwelle bedingt gewesen zu sein.

Im nördlichen Becken finden wir organogene und klastische Ablagerungen. Die Komponenten der konglomeratischen Horizonte haben den Charakter von Ablagerungsprodukten, die nach kurzem Transport wieder zur Ablagerung kamen. Das Bajocien muss in unmittelbarer Nähe mit dem Triasdolomit transgressiv in Berührung gekommen sein. Eine solche Transgression ist aber nirgends sichtbar. Aus der Richtung der beobachtbaren Grössenabnahme der Gerölle können wir jedoch schliessen, dass die Heimat derselben in der östlichen Fortsezung der erwähnten Schwelle liegt, d. h. in einer Gegend, die uns heute nicht mehr erhalten ist.

Südlich der Schwelle liegt, wie wir aus den betreffenden Sedimenten schliessen können, ein Meeresraum, der südwärts allmählich in immer beträchtlichere Tiefen hinabführt. Die Ablagerungsbedingungen waren einem periodischen Wechsel unterworfen („Wechsellagerung").

Die Schwelle besass eine flache Süd- und eine steilere Nordböschung. Nach E muss sie infolge axialen Anstieges den Meeresspiegel überragt haben. An ihrer steilen nördlichen Seite verfiel sie der Abtragung und lieferte Geröll in das Meer der Echinodermenbreccie.

Eine ähnliche Faziesgrenze beschreibt W. STAUB (1911) aus der Region südlich des Erstfelder Massivrückens (Windgällerükken).

Westlich ausserhalb des Untersuchungsgebietes, im Haut de Cry, ist nach BONNARD (1926) im untern Bajocien nur unsere südliche Fazies ausgebildet.

In der Zeit des Kieselknauerhorizontes und der oberen Echinodermenbreccie bietet das Becken der Doldenhorndecke das Bild eines einheitlichen Sedimentationsraumes. K.

ROHR (1923) definiert die Silexkalke als landfernere Fazies einer gleichaltrigen Echinodermenbreccie. Diese Betrachtungsweise erklärt uns das Fehlen des Kieselknauerkalkes in unmittelbarer Nähe des Gasternmassives, wo nur Echinodermenbreccie ausgebildet ist.

Die nun folgenden oberen Schiefer (S. 75, Nr. 3) zeigen zwar eine plötzliche Aenderung der Ablagerungsbedingungen an, fügen sich aber dem alten Relief vollkommen ein, indem sie auf den Süden des ganz flachen Beckens beschränkt sind. Nach Norden laufen sie in einen sandigen Saum aus, im Süden macht sich zunehmende Tiefe geltend.

In der „oberen Wechsellagerung" (S. 75, Nr. 2) treten abgerollte Phosphoritammoniten und -knollen auf, und zwar liegen die unkenntlichsten, offenbar am weitesten transportierten Fossilien in den tieferen tonigen Lagen. Nach oben sind die aufgearbeiteten Fossilien zusehends vollkommener erhalten.

Die Phosphoritgerölle sind die Zeugen einer irgendwo stattfindenden Aufarbeitung des Untergrundes. Die nach oben zunehmende bessere Erhaltung der Fossilien weist darauf hin, dass der Transportweg derselben immer kürzer wurde.

Wir sehen also in der „obern Wechsellagerung" die Sedimentation eines spätigen Kalkes, die periodisch von tonigem Absatz mit zunehmenden Symptomen sich nähernder, dem Litoral eigenen Abtragung unterbrochen wurde, die in der obersten Bank (S. 75, Nr. 1) am deutlichsten zum Ausdruck kommt.

Das periodische Schwanken der Sedimentationsbedingungen um die Gleichgewichtslage Ablagerung $\rightleftarrows$ Abtragung (resp. Aufarbeitung) kann bei langer Dauer die Entstehung bedeutender Schichtlücken veranlassen, ohne dass dieselben im Profil deutlich bemerkbar werden. Im Bereich der Doldenhorndecke befindet sich in diesem Niveau tatsächlich eine grosse Schichtlücke: Bathonien und Callovien sind nicht vertreten.

Aus diesen Ueberlegungen geht hervor, dass die Abtragung, durch welche die ganze Schichtreihe des Doggers abgeschnitten wird, nicht das Resultat plötzlich umschlagender Sedimentationsbedingungen war, sondern vielmehr durch kontinuierlich und langsam sich abwickelnder Vorgänge eingeleitet worden ist.

Wildhorndecke. Das Bajocien ist mit dem Aalénien durch Uebergänge verbunden. Die Schichtreihe läuft im N in relativ

geringe Mächtigkeit aus: Ganzer Dogger (ohne Aalénien) zirka 10 m. Nach S zunehmende Tiefe.

In den oberen Schiefern erscheinen Dolomitgerölle, die vermutlich von einer Erhebung stammen, die den Sedimentationsraum im N begrenzte.

Die sämtlichen im Bajocien enthaltenen Abtragungsprodukte (vorwiegend Geröll von Triasdolomit) stammen zum grössten Teil nicht vom Gasternmassivrücken selbst, sondern von den beschriebenen südlichen Schwellen, wo vor allem Trias in den Bereich der Denudation geriet. Diese lokale Entblössung und Abtragung älterer Schichten kann nicht allein mit Trans- und Regressionen erklärt werden. Gebirgsbildende Bewegungen müssen die Hebung solcher alter Schwellen veranlasst haben. Tektonische Deformationen sind uns ja auch aus dem Aalénien bekannt, dessen Schiefer vor der Ablagerung des Bajocien am Südfusse des Gasternmassivs gefaltet wurden.

Malm und Untere Kreide

1. Tektonische Stellung

(Vgl. Fig. 2 und Fig. 11.)

Doldenhorndecke. In der „Zône inférieure" der Wurzelregion finden wir den Malm als marmorisiertes Kalkband von einigen Metern Mächtigkeit. Von da führt dieser Marmor ohne Unterbrechung als extrem reduzierter Verkehrtschenkel der ganzen Deckfalte über das Autochthon des Lötschenpasses bis ins Gasterntal hinunter. Hier schwillt die Mächtigkeit rasch an, Kreide stellt sich ein, und in den mächtigen tauchenden Stirnfalten I bis VI führt der Schichtverlauf zum Gipfel der Altels empor. Die Gasternklus, Lerchi und Wildelsigen liegen in den tieferen Falten I bis VI, Tatlishörner, Spitalmatte, Daubensee und Gemmipasshöhe in Falte VII.

Gellihorndecke. Untere Kreide und einzelne Linsen von Malm bauen die Kette des Gellihorns und der Weissen Fluh auf. In südwestlicher Fortsetzung laufen diese Schichten unter steter Abnahme ihrer Mächtigkeit durch den Sockel von Felsenhorn und Rotem Totz in den Lämmernboden und von da bis auf den Grat des Daubenhorns.

Wildhorndecke. Malm und Kreide sind an der Falte 3 (Lohner, Steghorn) beteiligt; in den tieferen (1—2, Felsenhorn, Roter Totz) ist zwar Malm enthalten, die untere Kreide jedoch erscheint nur im hinteren Ueschinental als tiefstes tektonisch unabhängiges Element des ganzen Faltenkomplexes.

2. Historisches

Die ältesten Gesteinsbeschreibungen vom Gemmipass beziehen sich auf das Karrenfeld im Malmkalk nördlich der Gemmipasshöhe. SCHEUCHZER (1752), GRUNER (1760) und EBEL (1804) setzen sich schon im 18. Jahrhundert mit der Entstehung dieser Kalkbildungen auseinander.

Von siderolithisch infiltriertem Hauterivien-Kieselkalk mit Spatangen am Stock gibt B. STUDER 1834 eine ausführliche Beschreibung. Vor allen aber war es DE LA HARPE, der 1877 stratigraphische Beobachtungen von der Gemmi publizierte. Dieser Autor unterschied Argovien, Malmkalk und Neokom. In den kretazischen Kalken fand er Korallen, Nerineen, *Cidaris pretiosa* (Valanginien) und *Toxaster* (Hauterivien). Die Stratigraphie von DE LA HARPE wurde 1909 von BUXTORF und TRUNINGER bestätigt.

M. LUGEON (1905 etc.) gliedert die Schichtreihe folgendermassen:

Kieselige Sande und Kalke, Echinodermenbreccie .	Hauterivien
Mächtige oolithische und kompakte Kalke . . .	Valangien sup.
Schiefer mit Kalklagen	Valangien inf.
Dichter grauer Kalk	Malm
Fleckenkalk	Oxfordien

Den marmorisierten Kalk auf dem Lötschenpass kannten schon STUDER (1851) und v. FELLENBERG (1873), als Malm gedeutet wurde er zuerst von BUXTORF und TRUNINGER (1909).

3. Detailprofile

(Vgl. Tafel I)

A. Doldenhorndecke

Lötschenpass. Beim Kreuz auf der Passhöhe beobachten wir folgende verkehrtliegende Schichtreihe:

1. Dolomitische Breccie, 1 m . . . . . Bajocien
2. Dichter malmähnlicher Kalk mit mergelig-spätigen Partien, an der Basis laminiert, marmori-

siert, grau und weiss geflammt, oft gelblich oder rötlich. Lokal deutlich korallogen, 5 bis 30 m	Malm und ? Valanginien
Anormaler Kontakt.	
3. Autochthoner Triasquarzit	Unt. Trias

Stock, Klus. Hier ist die Grenze zwischen Tertiär und Kreide in Falte I am besten auf der Nordseite des Nassen Bodens aufgeschlossen:

1. Bituminöser schwarzer Kalk, mergelig, stengelig zerfallend	Priabonien
2. Kieselkalk, siderolithisch infiltriert, meist regelmässig gebankt, seltener diagonal geschichtet. Querschnitte von *Toxaster*, mächtig . .	Hauterivien

Der Uebergang des Kieselkalkes in Valanginienkalk kann an der Strasse in der Klus studiert werden. Von Kandersteg herkommend, führt die Strasse bis zum Eingang des zweiten Tunnels durch Valanginienkalk.

Beim **Tunneleingang** sehen wir:

1. Kieselkalk, grün, gebändert, mächtig . .	Hauterivien
2. Grob- bis feinspätiger, dunkler Kalk, lokal mit Sandgehalt, 2—8 m	Valanginien s. s.
3. Dunkler, riffartiger, dichter Kalk, 10 m .	Oehrlikalk
4. Oolithisch-organogen-spätiger Kalk, mächtig .	Oehrlikalk

Dieselben Grenzverhältnisse zwischen Hauterivien und Valanginien findet man auch in einem Aufschluss bei Kandersteg gegenüber dem Hotel Gemmi auf der linken Seite der Kander.

Die untersten Partien des mächtigen Oehrlikalk- und -mergelkomplexes stehen bei Gornigel an. Ein Fussweg, der vom Gasternholz zur Spitalmatte hinaufführt, bringt uns mitten in die Stirnfalten aus Uebergangsschichten zwischen Malm und Kreide. Im Lerchi lässt sich dieser Grenzhorizont bis unter das Tatlishorn verfolgen (von oben):

Gornigel, Lerchi (Falte VI):

1. Oolithisch-organogener Spatkalk, mergelig, mächtig	Oehrlikalk
2. Mergelschiefer, 10—20 m	Oehrlimergel
3. Mergelige Kalkbänke, 4 m	
4. Tonschiefer, 8 m	
5. wie 3, 4—12 m	
6. Tonschiefer, 8 m	
7. wie 3, 4—6 m	
8. Tonschiefer, 10 m	
9. Mergelschiefer, 0—3 m	

10. Massige Kalkbank, oben spätig mit Organismen. *Clypeina jurassica Favre*, 2–20 m . . . . Infravalanginien
11. Tonschiefer, 15 m
12. wie 3, 2—5 m
13. Tonschiefer, 4—10 m
14. Kalk, spätig mit *Clypeina jurassica* in den obersten Partien in Mergel übergehend, wandbildend. Vom Malmkalk orographisch nicht zu unterscheiden, 55 m
15. Kalkgerölle in dolomitischem Bindemittel, nach oben und unten in Pseudobreccien übergehend (anstehend auf Höhe 2400), Perisphincten, zirka 4 m . . . . . Tithon
16. Grauer, dichter Kalk, in den obersten Partien mit dolomitischen Schlieren und Bänderungen.

NW. Gfällalp (Falte III). Um zu den zugehörigen Basisschichten des Malm zu gelangen, sucht man am besten in den Wänden norwestlich Gfällalp die Dogger-Malmgrenze auf:

1. Dichter, grauer Kalk, mächtig . . . . Sequan-Kimeridge
2. Kalkschiefer, auf den Schichtflächen durch dolomitische Beimengungen, gelb gesprenkelt, 20 bis 40 m . . . . . Argovien
3. Fleckenkalk (Schiltkalk) aufgearbeitete Eisenooide, 1 m
4. Braun anwitternder Spatkalk oder dunkle, sandige Mergel . . . . . Bajocien

Schwarenbach, Rindersattel (Falte VII). Vom Tertiär der Doldenhorndecke auf Höhe 2150 bis hinunter zum kleinen See steht die folgende Schichtreihe an:

1. Dunkler bituminöser Kalk mit Korallen und Nummuliten . . . . . Priabonien
2. Hellgrau anwitternder, im Bruch organogener dichter Kalk. Siderolithisch infiltriert, 2—10 m Hauterivien
3. Kieselkalk. Oben sehr kalkig, siderolithisch infiltriert, mit roten, grünen, violetten Anwitterungsfarben, im Bruch grauviolett. *Toxaster* . Hauterivien
   Nach unten zunehmender Kieselgehalt, braun und rauh anwitternd, im Bruch dunkelgrau. Kieselig-sandige Knollen und Bänder. Oft diagonal geschichtet *Toxaster*. 60–70 m . . . Hauterivien
   Uebergang.
4. Sandig spätiger Kalk mit einzelnen Lagen von Echinodermenbreccie mit verkieselten Schalenfragmenten. Nach unten abnehmender Kieselgehalt, übergehend in Mergelkalke. 17 m . Valanginien s. s.

5. Dichter blauer Kalk mit *Nerinea* und dickschaligen Muscheln ? *Heterodiceras* u. a., 10 m . .	Oehrlikalk
6. Riffkalk mit schlecht erhaltenen Korallenstökken. 30 m	
7. Kalke und Mergel spätig, mit Crinoidenstielgliedern und Bryozoen. Eingeschaltet oolithische Schichten. Mächtig.	

Aus Nr. 7 baut sich das Kleine Rinderhorn auf. Auf dem Rindersattel folgen im Liegenden dieser mächtigen Kalk-Mergelmasse schwarze Tonschiefer mit Spuren von Ammoniten (Hopliten). In den tonigen Schiefern erscheinen drei kompaktere kalkige Bänke, deren eine einen perisphinctoiden Hopliten lieferte. Unter dem ganzen Komplex folgen Kalke mit dolomitischen Schlieren und kalkig-dolomitische Trümmerhorizonte. Helle koralligene massige Kalke leiten aus diesem Komplex in den liegenden dunkeln Malmkalk über (Grosses Rinderhorn).

Lämmernplatten, nahe dem Gemmipass (Falte VII). Zu stratigraphischen Studien besonders geeignet ist der westliche Teil des Untersuchungsgebietes, wo die Schichten von Malm bis Tertiär in normaler Lagerung ununterbrochen aufgeschlossen sind:

1. Bolus, Bohnerz	Eozän
2. Hellgrau anwitternder organogener Kalk, 2 bis 8 m	Hauterivien
3. Bunter, marmorartiger Kieselkalk, siderolithisch infiltriert; in Taschen und auf Klüften Bohnerz. Nach unten zunehmender Kieselgehalt. Schichtweise detritisch mit verkieselten Schalentrümmern. Crinoiden. Seeigelstacheln. *Toxaster retusus Ag.* Ferner eine zwischen *Discoidea* und *Holectypus* stehende Seeigelform. 70 m.	
4. Spätiger Kieselkalk, hellbraun anwitternd. Seeigelquerschnitte. 10—20 m	? Valanginien s. s.
5. Riffkalk mit Korallen, *Alectryonia* und anderen Zweischalern. Nerineen und andere Gastropoden. *Cidaris pretiosa Desor.* 40 m . . .	Oehrlikalk
6. Mergelige Kalkbänke, massig, einige m mächtig, wechselnd mit tonig mergeligen Lagen. 185 m.	
7. Dünnplattige Mergel und Schiefer. 52 m .	Oehrlimergel
8. Organismenreiche Mergelkalke voller Schalentrümmer, Crinoiden, Bryozoen, Serpula. Schwach dolomitisch. 17 m.	
9. Mergeliger, schwach spätiger Kalk mit 8 dolomitischen Zwischenlagen von 0,3 bis 1 m Mächtigkeit. 70 m	(Infravalanginien)

10. Dichter blauer Kalk mit kieseligen Konkretionen (Silexknollen), 8,5 m	Tithon
11. Faustgrosse, graue Kalkgerölle in gelblich anwitternder dolomitischer Grundmasse. 3 m.	
12. Grauer Kalk mit dolomitischen Schlieren und Bändern. Perisphincten vom Typus *P. richteri* u. a. 20 m	Tithon
13. Kalkeinschlüsse in dolomitischer Grundmasse nach unten in Schlieren übergehend. 2 m.	
14. Kalk mit dolomitischen Einschlüssen, übergehend in dolomitischen Kalk mit grauen Kalkeinschlüssen.	
15. Dichter, grauer Malmkalk.	
16. wie 13.	
17. Zuckerkörniger Dolomit, dunkel anwitternd. 0,3 m.	
18. wie 13., mit Bruchstücken von Schneckenschalen.	
19. Dichter, blaugrauer Malmkalk mit Belemniten. Mächtig	Sequan, Kimeridge

Plattenhorn (Falte VI). Die basalen Schichten des Malm zu obigem Profil finden wir im Furkentäli am Fuss der Plattenhörner und ebenso am Südfuss dieser Gipfel:

1. Dichter, blaugrauer Malmkalk mit Belemniten. Mächtig	Sequan, Kimeridge
2. Tüpfelschiefer, 80 m	Argovien
3. Schiltkalk mit Ammoniten, Aptychen, Belemniten. 2—6 m	Argovien
4. Feine glänzende Tonschiefer mit Phosphoritknollen, *Perisphinctes plicatilis, Oppelia* sp., Belemniten	Oxfordien (?)
5. Spatkalkbänke, wechsellagernd mit Tonschiefern	ob. Bajocien

B. Gellihorndecke

Weisse Fluh, zwischen Schwarenbach und Schwarzgrätli von oben nach unten:

1. Schwarze Tonschiefer. Anormaler Kontakt .	Valanginien der Wildhorndecke
2. Hellgrau anwitternd, spätigorganogener Kalk. 35 m	Hauterivien
3. Kieselkalk, oben geschiefert, kalkig, unten rauh und braun anwitternd. Seeigelstacheln, *Toxaster*. Basalkonglomerat. 30 m	Hauterivien
4. Recifaler Kalk mit Korallen und grossen Nerineen. 25 m	Oehrlikalk

5. Heller, dichter Kalk, unten spätig. 65 m .	Oehrlikalk
6. Spätiger Mergelkalk mit einzelnen kompakten Bänken. 206 m	unt. Valanginien
7. Dichter, grauer Kalk mit dolomitischen Schlieren und Bändern. 0—20 m	Malm
8. Lithothamnienkalk, Tertiär der Doldenhorndecke.	

Weiter westlich am Daubenhorn fehlt das Hauterivien:

1. Schwarze Tonschiefer mit Taveyannazsandstein	Eozän
2. Spätig-organogener Kalk, nach unten vermergelnd und in Tonschiefer übergehend. 20 bis 60 m	Valanginien
3. Lithothamnienkalk, Tertiär der Doldenhorndecke.	

C. Wildhorndecke

Die Kreide der Wildhorndecke reicht nur am Engstligengrat und im hintern Teil des Ueschinentals ins Untersuchungsgebiet hinein. Infolge gestörter Lagerung sind diese Schiefer- und Mergelmassen zu stratigraphischen Studien nicht geeignet.

Alpschelenhubel (Falte 3):

1. Dichter blaugrauer Kalk, im Hangenden eine Kalk-Dolomitbreccie. 50—100 m . . .	Sequan bis Tithon
2. Kalkbänke mit dünnen schiefrigen Zwischenlagen, regelmässig gebankt. 30 m . . .	Argovien
3. Schiltkalk mit Ammoniten, Belemniten. 3 bis 5 m	Argovien
4. Eisenoolith. 1 m	Callovien

Felsenhorn, Rote Kumme (Falte 1):

1. Dichter blaugrauer Kalk mit konkretionären Silexknollen. In den oberen Partien korallogen. Mächtig	Sequan bis Tithon
2. Regelmässige Kalkbänke mit dünnen, geschieferten Lagen wechselnd. 25 m . . .	Argovien
3. Tüpfelschiefer. 2—3 m	
4. Schiltkalk. 0,1—1 m	
5. Eisenoolith (Felsenhorn), Echinodermenbreccie (Rote Kumme)	Dogger

Steghorn, Ostgrat (Falte 3):

1. Dichter blaugrauer Kalk. Mächtig . . .	Sequan
2. Regelmässige Kalkbänke mit dünnen geschieferten Lagen wechselnd. 60 m	Argovien
3. Tüpfelschiefer, an der Basis Schiltkalk. 10 m	Argovien

4. Feine glänzende Tonschiefer mit Phosphoritknollen. 8 m . . . . . Oxfordien
5. Rauher, grobspätiger Sandkalk. Mächtig . Bajocien

4. Stratigraphie

Oxfordien

Schiefer, die dem Oxfordien entsprechen dürften, sind nur im westlichen Teile der Doldenhorndecke (Falte VI) und der Wildhorndecke (Falte 3) enthalten.

Das Gestein ist ein feiner, glänzender, oft etwas kalkiger Tonschiefer mit Phosphoritknollen. Die zahlreichen phosphoritisierten Ammoniten sind meistens so schlecht erhalten, dass die Spezies nicht bestimmbar ist. Im Furkentäli (Doldenhorndecke) fand sich *Perisphinctes plicatilis Sow.* Nach den Fossilfunden lässt sich das Oxfordienalter der Schiefer nicht erweisen, der Gesteinscharakter, vor allem aber die Phosphoritkonkretionen deuten nach Analogie mit Nachbargebieten entschieden auf Oxfordien. Eine deutliche Grenze gegen das Argovien scheint nicht zu bestehen.

Am Haut de Cry führt die Morclesdecke z. B. nach BONNARD 1926 über Bajocien und fraglichem Bathonien, Mergelschiefer mit Bänken von Eisenoolith. Diese Schichten enthalten eine Mischfauna von Callovien- und Oxfordienfossilien (Callovo-Oxfordien von LUGEON), wie sie im Gemmigebiet nicht vorkommt.

In der Blümlisalpgruppe ist kein Oxfordien vorhanden, doch glaubte KREBS 1925 im Dolomitgehalt des Argovien einen Beweis für die einstige Verbreitung des Oxfordmeeres zu sehen. Weiter östlich ist autochthones oder parautochthones Oxfordien nur aus dem Windgällenmassiv bekannt. Vgl. TOBLER (1897), W. STAUB (1911). BRUDERER (1924) bringt dieses vereinzelte Vorkommen mit einer lokalen Vertiefung im Relief des hercynischen Aarmassivrückens in Zusammenhang.

In den Nachbargebieten ist Oxfordien in den südlichen Teilen der Wildhorndecke nachgewiesen worden, vgl. z. B. ADRIAN (1915).

Argovien

Das Argovien ist im ganzen Untersuchungsgebiet mit Ausnahme des autochthonen Gasternmassivs lückenlos vorhanden.

Unterer Argovienkalk. In der Doldenhorndecke, sowie in der Wildhorndecke beginnt die Schichtreihe mit intensiv gelborange gefleckten knolligen Kalken (sog. Schiltkalk). Diese transgressive Basisfazies enthält gerollte Ammoniten, Belemniten und Aptychen. Die Mächtigkeit beträgt durchschnittlich 0,3 bis 5 m. Die tieferen Bänke gehen da, wo das Substratum aus Oxfordschiefern besteht, oft seitlich in dieselben über[1]). Im östlichen Teil der Doldenhorndecke schliesst der Schiltkalk aufgearbeitete Eisenooide des Callovien ein.

Oberer Argovienkalk. In der Ausbildung des oberen Argovien unterscheiden sich Doldenhorn- und Wildhorndecke deutlich voneinander.

In der Doldenhorndecke folgen auf den Schiltkalk gelb und bläulich gesprenkelte, geschieferte Mergelkalke (Tüpfelschiefer). Nach oben gehen diese in dickbankigen bis ungeschichteten Malmkalk über. Die Wildhorndecke dagegen zeigt im oberen Argovien einen rhythmischen Wechsel von Mergel und Kalk. Die Mergellagen treten an Mächtigkeit den Kalkbänken gegenüber stark zurück und sind lithologisch identisch mit den Tüpfelschiefern der Doldenhorndecke. Die Kalkbänke unterscheiden sich von der grossen Masse des Malmkalks nur durch etwas gelblichere Anwitterung. An der Basis können die Mergelschiefer dominieren.

Im ganzen Untersuchungsgebiet ist das Argovien mit dem hangenden Malmkalk durch Uebergänge verbunden. Belemniten und Ammoniten sind selten und schlecht erhalten.

Im Autochthon des Lauterbrunnentals beginnt das Argovien mit einem Basalkonglomerat, dessen Komponenten aus Eisenoolith und gelbem Oxfordkalk bestehen (KREBS 1925). In der westlichen Fortsetzung der Doldenhorndecke (Haut de Cry) und in den benachbarten Gebieten der Wildhorndecke (Kandertal) finden wir dieselbe Ausbildung des Argovien, wie sie in unserem Gebiete die Wildhorndecke besitzt.

Die Zuweisung des ganzen Schichtkomplexes in Argovien erfolgt aus der lithologischen Analogie mit dem übrigen Helveticum, sowie aus seiner stratigraphischen Stellung.

---

[1]) Das heisst, es steht nicht fest, ob nicht ein Teil der zum Oxfordien gestellten Mergelschiefer noch dem Argovien angehören. (Anmerkung während des Druckes.)

Séquanien-Kiméridgien

Die Hauptmasse des Malm besteht aus dichtem, schlecht geschichtetem Kalk. Das Gestein wittert blaugrau an, im Bruch erscheint es dunkel. Heller rötlicher Kalk wurde am Platten- und Rinderhorn (VI) in den tiefern Partien des ganzen Komplexes beobachtet. In der Doldenhorndecke kann ein Maximum der Mächtigkeit, 500 bis 600 m schätzungsweise, in der Stirnregion der Falten II bis VII festgestellt werden. Im Verkehrtschenkel der Falte I (Gasterntal, Lötschenpass, Oberferden) und ebenso im Normalschenkel der Falte VII, d. h. im südlichen Teil der Doldenhorndecke (Altels, Gr. Rinderhorn, Plattenhorn, Daubenhorn), nimmt die Mächtigkeit ab.

Ausser zahlreichen Belemniten wurden in dieser Kalkmasse keine Fossilien beobachtet.

In der Wildhorndecke ist eine regelmässige Mächtigkeitszunahme von den tieferen (zirka 80 m) zu den höheren Falten (zirka 200 m) wahrnehmbar.

Portlandien

(Vgl. Tafel I)

Da, wo die soeben beschriebenen Malmkalke an Mächtigkeit abnehmen, stellen sich über diesen helle, zum Teil korallogene Kalkschichten ein. In der Stirngegend der Doldenhorndecke und in den höheren Falten der Wildhorndecke dagegen sind weder helle Kalke noch Spuren von Korallen vorhanden.

Korallen konnten im Grossen Rinderhorn (Normalschenkel von Falte VII) und südlich des Lötschenpass (Verkehrtschenkel von Falte I) festgestellt werden.

Im Felsenhorn (Falte 2 der Wildhorndecke) sind in diesem Horizont ebenfalls Korallen sichtbar.

Ueber diesen korallenführenden Horizonten folgen Kalke mit dolomitischen Beimengungen. Zunächst sind es nur unscharf begrenzte Anreicherungen von Dolomit, die bei der Verwitterung des Kalkes als gelbliche Schlieren und Bänderungen sichtbar werden. Nach oben nimmt der Dolomitgehalt zu und verdichtet sich zu scharf umrissenen Einschlüssen von eckiger oder rundlicher Gestalt. Oft bildet gelblicher Dolomitkalk eine Grundmasse in die graue Kalkgerölle eingebettet sind. Diese Bildungen haben am Schwarzgletscher brecciösen, in der Gegend der Gemmipass-

höhe mehr konglomeratischen Charakter. Im frischen Bruch jedoch kann dieses Gestein von einem dichten einheitlichen Malmkalk kaum unterschieden werden.

Ueber diesen Breccien oder Konglomeraten, die eine Mächtigkeit von einigen Metern besitzen, folgen wiederum massige Kalkbänke mit dolomitischen Bänderungen und Schlieren.

Faustgrosse, kieselige, konkretionäre Knollen sind in diesem oberen dolomithaltigen Kalk nicht selten. Am Schwarzgletscher und bei der Gemmipasshöhe, am Stauwehr des Lämmernbaches finden wir diese Erscheinungen wenige Meter über dem brecciösen Horizont. Eine solche Knolle von der letzteren Lokalität enthielt *Chaetetes*. Ferner findet sich *Clypeina jurassica E. Favre*.

Auf der Westseite des Grossen Rinderhorns konnten in den Kalk-Dolomitbreccien Perisphincten festgestellt werden. Unter den mannigfachen Formen, die meist nur in Abdrücken vorhanden sind, wurde ein Exemplar gefunden, das der Spezies *Perisphinctes richteri Oppel* entsprechen dürfte.

In der Gellihorndecke sind nur die obersten Horizonte dieses Portlandienkalkes mit dolomitischen Schlieren und Bändern erhalten. Diese Vorkommen treten in Linsenform bei Schwarenbach und am östlichen Fusse des Gellihorns als stratigraphisch tiefstes Element dieser tektonischen Einheit auf. Das Gestein stimmt seinem Aussehen nach mit den aequivalenten Schichten der Doldenhorndecke überein.

Ebenso besitzt die Wildhorndecke im Hangenden des zum Teil korallogenen Portlandienkalkes dolomitische Kalkbreccien und Kieselkonkretionen. Diese Horizonte sind am Weg zur Roten Kumme am besten aufgeschlossen und zugänglich.

Valanginien

Doldenhorndecke. Ueber den beschriebenen dolomitführenden Horizonten folgt in den Falten V und VI der Doldenhorndecke ein 50—100 m mächtiger Komplex spätigen Kalkes mit *Clypeina inopinata E. Favre*. Nach oben geht dieser Kalk in Mergel und Schiefer über, in denen vereinzelte kompaktere Kalkbänke auftreten. Die tieferen dieser Kalkhorizonte sind ebenfalls erfüllt von der erwähnten *Clypeina*, während die höhern frei von diesen Organismen sind (Profile Lerchi und Kleines Rinderhorn).

In Falte VII ist der spätige Kalkkomplex weniger mächtig und die dolomitführenden Kalke des Portlandien reichen nahezu bis zur Mergelgrenze hinauf. Am Rinderhornsattel sind es drei Kalkbänke, welche die Mergelschiefer durchsetzen. Der oberste dieser Kalkhorizonte lieferte einen Ammoniten, der die Merkmale eines perisphinctoiden Hopliten aufweist, während in den hangenden Mergelschiefern Spuren von fortgeschrittenen Hoplitentypen vorhanden sind.

In der Gegend der Gemmipasshöhe haben diese Mergelschiefer mehr neritischen bis litoralen Charakter. Bryozoen, Schalenfragmente und Crinoiden sind häufig darin zu finden.

Die Kalke mit *Clypeina inopinata Favre* dürften bereits Infravalangien sein. Es ist somit möglich, dass die Jura-Kreidegrenze hier tiefer liegt als die Untergrenze der Valanginienmergel und sich innerhalb der vom Portlandien lithologisch nicht unterscheidbaren Kalken findet.

Auch MARTHE GERBER (1930) spricht von der Möglichkeit, dass in den nördlichsten Faziesregionen die Malm-Kreidegrenze noch innerhalb des Kalkes liegen dürfte.

Ueber den Mergeln liegen ohne scharfe Grenze 150 bis 200 m massige Bänke von Kalken (Oehrlikalk) mit wechselndem, nach oben aber abnehmendem Mergelgehalt. Das Gestein besitzt oolithisch-organogene Struktur. Neben Bryozoen und Crinoiden beteiligen sich auch Milioliden, Rotalien, Bolivinen und andere Foraminiferen, die aber wegen hochgradiger Umkristallisation schlecht kenntlich sind, am Aufbau der Schichten. Unter dem Mikroskop erweisen sich manche Ooide als strukturlose, trübe Kalkkörperchen ohne konzentrische Struktur (Onkoide).

Die obersten 30 bis 50 m dieses Kalk-Mergelkomplexes gehen in typischen Riffkalk über. In diesen recifalen Bildungen ist manchmal, so bei Schwarenbach und auf dem Daubenhubel die Korallenstruktur noch sichtbar. Stöcke mit fingerdicken Röhren vom Habitus der Calamophyllien erscheinen neben wabenartig (astraeid) gebauten Kolonien. Den oberen Abschluss dieser Riffe bildet eine wenige Meter mächtige Schicht dichten blauen Kalkes mit grossen Nerineen und andern Gastropoden, Zweischalern, worunter ganze Bänke von *Alectryonia* und vereinzelte Stacheln von *Cidaris pretiosa Désor*. Da dieser Seeigel bezeichnend für Valanginien ist, können die tieferen, vorwiegend mergeli-

gen Partien als Valanginien-, speziell als Oehrlimergel, die höheren als Oehrlikalk bezeichnet werden. TROESCH (1903, 1908) und ADRIAN (1915) nennen ebenfalls Korallen, Nerineen *(N. archimedi)* und *Alectryonia* aus der Doldenhorndecke nördlich und östlich Kandersteg.

Das obere Valanginien ist meistens als eine wenig mächtige sandige Echinodermenbreccie (höchstens 20 m) ausgebildet. Diesen Horizont finden wir bei Kandersteg und in der Klus (Falte VI), ferner in der Gegend von Schwarenbach, sowie westlich des Daubensees und am Daubenhorn (Falte VII) aufgeschlossen.

Nach ADRIAN (1915) ist diese, das obere Valanginien vertretende Echinodermenbreccie in der Doldenhorndecke nördlich Kandersteg besser und durchgehender ausgebildet. Sie entspricht dem „Valangienkalk s. s." der Ostschweiz, d. h. dem oberen Valanginien.

In der Blümlisalpgruppe zeigt das obere Valanginien Abtragungserscheinungen und enthält nach E Einlagerungen, die als siderolithische Festlandbildungen des Valanginien aufgefasst werden. Im Gemmigebiet sind mit Ausnahme gelegentlich eisenschüssiger Schichtfugen keine solchen Erscheinungen, vor allem keine Einlagerungen von grünem oder rotem Sandstein vorhanden. Am untern Ausgang der Klus dagegen beobachten wir Diskordanz zwischen dem oberen Valanginien und dem liegenden recifalen Oehrlikalk.

Gellihorndecke. Oehrlimergel und Oehrlikalk zeigen dieselbe Stratigraphie wie in der Doldenhorndecke: Auf eine mächtig entwickelte Kalk-Mergelserie folgen massige oolitisch-organogene Kalke, die gegen oben in einen Korallenkalk übergehen. Auf diesem Riffkalk finden wir wiederum die Schalen derselben Riffbewohner wie in der Doldenhorndecke, namentlich die grossen Nerineen. Der schönste Aufschluss dieser fossilführenden Kalke ist bei der Lokalität Tschalmeten westlich oberhalb Schwarenbach. Ein abtrennbarer, dem oberen Valanginien entsprechender Horizont ist in der Gellihorndecke nicht vorhanden. Das hangende Hauterivien beginnt mit einem Basalkonglomerat, dessen Komponenten aus dem beschriebenen recifalen Oehrlikalk bestehen. Der transgressive Charakter des Hauterivien ist ebenfalls bei Tschalmeten, sowie im Ueschinental sichtbar. Nach SW nimmt

der Oehrlikalk an Mächtigkeit ab, um im Lämmernboden beinahe auszukeilen, im Daubenhorn aber wieder anzuschwellen.

Wildhorndecke. Ueber den dolomitischen Portlandienkalken folgen grosse Massen von feinen schwarzen Mergel- und Tonschiefern, von denen das Schwarzgrätli seinen Namen hat. Es ist denn auch das hintere Ueschinental, wo grosse Massen dieser Schiefer aufgeschlossen sind. Wegen ihrer gestörten Lagerung kann weder eine Mächtigkeit gemessen noch eine stratigraphische Gliederung aufgestellt werden. In den höheren Horizonten (in Falte 3) tritt eine allmähliche Kalkzunahme ein. Schliesslich verbinden sich diese Schichten durch Uebergänge mit dem ausserhalb des Untersuchungsgebietes gelegenen Hauterivien des Lohner und Tschingellochtighorns. Die Abgrenzung und Ausscheidung eines Valanginienkalks steht noch aus.

Hauterivien

Doldenhorndecke. Aus den Sanden und Echinodermenbreccien des oberen Valanginien gehen allmählich Kieselkalke hervor. Die dunkle, braune Oberflächenfarbe lässt dieses Schichtglied schon aus der Ferne deutlich erkennen; ebenso fällt oberhalb der Baumgrenze der üppige Graswuchs auf diesem Gestein auf (Schwarenbach, Lämmernplatten).

Aus diesen Ablagerungen stammt ein Seeigel, dessen Merkmale auf eine noch nicht beschriebene Form hinweisen, die zwischen *Discoidea* und *Holectypus* stehen dürfte.

Nach dem Hangenden hin nimmt der Sandgehalt ab und die Schichten werden kalkiger. Siderolithische Infiltration macht sich durch bunte Färbungen mehr und mehr bemerkbar. Dieser Horizont enthält häufig *Toxaster retusus Ag.* Auf Grund dieses Fossils stellten schon BUXTORF und TRUNINGER (1909) den ganzen Kieselkalkkomplex („Tschingelkalk") ins Hauterivien.

In Falte VII liegt über dem bunten Kieselkalk ein grauer urgonartiger Kalk von wechselnder Mächtigkeit. An Organismen enthält er Milioliden und Rotalien in grosser Zahl. Es ist ungewiss, ob er noch dem obern Hauterivien oder schon dem Barrémien angehört.

Dieser Horizont, sowie der liegende Kieselkalk werden, namentlich bei der Lokalität Daubenhubel von bohnerzführenden

Klüften und Taschen durchsetzt. Die obere Grenze des Hauterivien wird durch die eozäne Abtragungsfläche gebildet.

In Falte VII beobachten wir im Kieselkalk nicht selten Kreuzschichtung, während in den tieferen Falten regelmässige Bankung (sog. Bänderkalke) vorherrscht.

Gellihorndecke. Das Hauterivien beginnt mit einem Konglomerat, durch das eine Schichtlücke und Transgression angedeutet wird. Bis kopfgrosse Gerölle aus Oehrlikalk liegen in einem geschieferten, etwas tonigen Kieselkalk eingebettet (Tschalmeten, Ueschinental). Das obere Valanginien fehlt hier.

Nach oben wird der Kieselkalk kompakter und ist von demjenigen der Doldenhorndecke nicht mehr zu unterscheiden. Auf der Weissen Fluh und am Ueschinengrat sind *Toxaster* und stäbchen- und keulenförmige Seeigelstacheln nicht selten. Doch ist der Erhaltungszustand der Fossilien hier bedeutend schlechter als in der Doldenhorndecke. Ebenfalls aus dem Ueschinental stammt ein phosphoritisierter amphicoeler (? Fisch-)Wirbel von zirka 5 mm Durchmesser.

Ueber dem Kieselkalk liegt, genau wie in der Doldenhorndecke ein heller, mehr organogener Kalk mit Milioliden und Rotalien. Dieses Gestein ist nur bei der Lokalität Tschalmeten aufgeschlossen.

Im Sockel des Felsenhorns keilen die Schichten des Hauterivien aus. Gleichzeitig mit der Mächtigkeitsabnahme zeigt der Kieselkalk eine gewisse Auflösung, indem Gerölle desselben wiederum in Kieselkalk eingeschlossen sind. Dazu stellen sich erbsengrosse Quarzkörner, zertrümmerte Seeigelstacheln und Lithothamnien ein. Das Hangende des Hauterivien wird durch die Basis der Wildhorndecke gebildet. Man bekommt den Eindruck, dass das Fehlen des Hauteriviens nicht allein tektonische Ursachen habe. Die grossen Quarzkörner und das Vorkommen von Lithothamnien deuten auf transgressives Tertiär.

5. Schlussfolgerungen

Oxfordien. Bei der Beschreibung des Doggers haben wir im Ablagerungsgebiet eine Schwelle kennen gelernt, die mit axialem Anstieg nach E zeitweise den Meeresspiegel überragte. In der Verbreitung des Oxfordien sehen wir nun, dass das axiale An-

steigen nach E offenbar ein allgemeines Charakteristikum der die Sedimentationsräume begrenzenden Erhebungen war. Diese Höhenzüge vereinigten sich im E, so dass dort die Meeresbecken buchtartig geschlossen, nach W aber offen waren.

Argovien. Das Argovien begann, wohl infolge einer Senkung weiter Gebiete mit einer ausgedehnten Transgression und Eintauchung, von der die Gebiete der Doldenhorn- und Wildhorndecke in gleicher Weise betroffen wurden (Schiltkalk). Bei der Ablagerung der darauffolgenden Schichten des oberen Argovien wiesen die beiden Sedimentationsgebiete wiederum Unterschiede auf. Während im Raume der Doldenhorndecke Kalkschiefer gebildet wurden, herrschten im Meere der Wildhorndecke periodisch wechselnde Ablagerungsbedingungen, die eine Wechsellagerung von Kalk und Mergeln zur Folge hatten.

Sequan-Kimeridgien. Die einheitlich ausgebildeten Kalkmassen weisen neuerdings auf einen Ausgleich der erwähnten Unterschiede und eine Vereinigung der beiden Sedimentationsräume zu einem einheitlichen Meere hin.

Portlandien. Die Korallen des Portlandien siedelten sich nur in unmittelbarer Nachbarschaft der Schwellen an, während der zentrale Teil des Doldenhorntroges und die südlichen, offenen Gebiete des Wildhornbeckens die entsprechenden Existenzbedingungen, wohl infolge zu grosser Tiefe nicht besassen. Die dolomitischen Kalke mit den Trümmerhorizonten sind allgemein verbreitet. Nach M. GERBER (1930) rühren diese Erscheinungen von Meeresströmungen her, die das eben erst abgelagerte, noch kaum verfestigte Gestein wieder in Bruchstücke auflöste. Diese Meeresströmung erreichte die untersuchte Sedimentationsfläche in ihrer ganzen Ausdehnung.

Mit diesen Schichten erscheinen in unserm Untersuchungsgebiet zum erstenmal die Zeugen eines neuen Sedimentationsgebietes, das zwischen den Becken der Wildhorn- und Doldenhorndecke gelegen war: Die Basisschichten der Gellihorndecke. Diese sind bezüglich ihrer Ausbildung mit den äquivalenten Gesteinen der Doldenhorndecke identisch.

Valanginien. Im Trog der Doldenhorndecke fand während des Valanginien eine successive Auffüllung mit tonreichen Mergeln, Mergeln und Kalken statt bis hinauf ins Korallenniveau. Die Gellihorndecke besitzt wiederum dieselbe Stratigraphie, dieselben Fau-

nen, ja, beinahe dieselben Mächtigkeitsverhältnisse. Die beiden Meeresräume müssen miteinander in offener Verbindung gestanden haben.

Im Valanginien der Wildhorndecke überwiegen die tonigen Mergel. Recifale Kalke sind nicht vorhanden. Die Fazies lässt, im Gegensatz zu den Sedimenten der Doldenhorn- und Gellihorndecke auf landfernere und tiefere Meeresräume schliessen.

Das obere Valanginien ist in der Doldenhorndecke durch eine Echinodermenbreccie, in der Gellihorndecke durch eine Schichtlücke vertreten. Diese Daten gelten aber nur für das Untersuchungsgebiet i. e. S. Nördlich und östlich davon sind das Fehlen, resp. die Ausbildung in Echinodermenbreccie in den beiden Decken gerade vertauscht. Daraus geht hervor, dass die Richtung der Linien gleicher Fazies eine Aenderung erfahren hat.

Hauterivien. Während in der Doldenhorndecke die Schichten auf eine ungestörte Ablagerung schliessen lassen, bei der sich allerdings Landnähe durch Kreuzschichtung u. a. verrät, sehen wir in der Gellihorndecke wiederum die schief zur Deckenanlage orientierten Faziesgrenzen, so vor allem Andeutung von Auskeilen des Hauterivien.

Tertiär

1. Detailprofile

(Vgl. Tafel I)

Pfadfinderheim- Eggenschwand bei Kandersteg. Auf der linken Seite der Kander erhebt sich dicht hinter dem Pfadfinderheim eine helle, aus Lithothamnienkalk bestehende Felswand, die sich nach S in die Gegend von Eggenschwand fortsetzt, im N aber von einem steilen Grashang abgelöst wird. An der Stelle dieses seitlichen Uebergangs lässt sich das hier wiedergegebene Profil aufnehmen.

1. Dichter, dunkler Kalk, voller Calcitadern. Anormaler Kontakt. x m	Malm der Gellihorndecke
2. Helle, graubraune Mergelschiefer, glimmerführend, mit Globigerinen. Zirka 20 m . .	Priabonien der Doldenhorndecke
3. Massiger, hellbraun bis hellgrauer Kalk an der Grenze zu 2 und 4 sandig, 10 m.	
4. Wie 2, nach S auskeilend. 10 m.	
5. Wie 3, nach N auskeilend, 20 m.	
6. Wie 2, nach S auskeilend. 15 m.	
7. Wie 3, nach N auskeilend. 10 m.	

8. Wie 2, nach S auskeilend. 5 m.
9. Wie 3. x m.

Der steile, grasbewachsene Hang wird durch Mergelschiefer gebildet, der eine seitliche Fazies des gleichaltrigen Lithothamnienkalkes darstellt. Der Uebergang von der Kalk- in die Mergelfazies vollzieht sich in Form einer Verzahnung, wie dies im lithologischen Wechsel des obenstehenden Profiles zum Ausdruck kommt.

Nasser Boden. In der S-förmigen Falte, die in der nordwärts gegen Kandersteg gerichteten Wand sichtbar wird, ist das Tertiär wie folgt entwickelt:

1. Helle graubraune Mergelschiefer mit Globigerinen, glimmerführend. 30 + x m . . .	Priabonien (Dold.decke)
2. Sandkalk, glimmerführend, den Uebergang zwischen 1. und 3. darstellend. 1,5 m.	
3. Hellgrauer, dichter, recifaler Kalk mit Lithothamnien. 1 m.	
4. Sandquarzit. Zirka 100 m.	
5. Heller Riffkalk mit Korallen, Schalenfragmenten etc. 30 m. *Nummulites incrassatus de la Harpe* „ *chavannesi de la Harpe*	
6. Schwarzer, bituminöser Riffkalk. 2 m.	
7. Schwarzer, bituminöser Mergelkalk, stengelig zerfallend. 3 m.	
8. Kieselkalk, siderolithisch infiltriert. Mächtig .	Hauterivien

Trögli-Winteregg. Wenn man vom „Nassen Boden" herkommend, die „Kehren" des Gemmiweges erstiegen hat, berührt der Saumweg auf Höhe 1700 m über Meer ein balmbildendes Felsband aus tertiären Gesteinen. Diese Felswand zieht sich in südlicher Richtung ansteigend bis zur „Winteregg" genannten Hütte empor. Die Balmen werden durch die bei der Verwitterung zurücktretenden weicheren Basisschichten, die indes meist vom Schutt verdeckt sind, veranlasst. Aus dem ganzen Aufschluss können wir das folgende stratigraphische Profil entnehmen:

1. Kalk, z. T. marmorisiert, von zahlreichen Calcitadern durchsetzt. 0—30 m . . . . Anormaler Kontakt.	Malm der Gellihorndecke
2. Helle, graubraune Mergelschiefer, glimmerführend mit Globigerinen. 10—20 m . . .	Priabonien der Doldenhorndeck
3. Heller, dichter, recifaler Kalk mit karrig ausgelaugter Anwitterungsfläche. Voller Lithothamnien. 5—10 m.	
4. Sandquarzit, gelblich weiss, dunkel anwitternd. 10 m.	
5. Wie 3. 15 m.	
6. Wie 4. 40 m.	
7. Schwarzer bituminöser Mergelkalk. 2—5 m.	
8. Kieselkalk, siderolithisch infiltriert. Mächtig.	Hauterivien

Schwarenbach. Das wandbildende Tertiärband, das uns von der Winteregg bekannt ist, bleibt von dort bis in die Gegend von Schwarenbach unter Schutt verborgen. Südlich der Spitalmatte taucht es wieder auf und bleibt nun als auffallendes Felsband von da bis in den Lämmernboden beinahe ununterbrochen sichtbar. Bei Schwarenbach beobachten wir folgende stratigraphischen Gliederung dieses Tertiärs:

Schutt.

1. Dichter, hellanwitternder, innen dunkler Kalk mit Lithothamnien. Karrige Oberfläche. 8 + x m . . . . . Priabon
2. Quarzitsandstein. 5 m.
3. Wie 1. 11,5 m.
4. Wie 2. 7 m.
5. Wie 1. 6 m.
6. Wie 2, mit *Ostrea,* 7 m.
7. Schwarzer bituminöser Kalk mit Lithothamnien, Bryozoen, *Nummulites incrassatus de la Harpe.* An der Basis Korallenstöcke u. a. *Stylocoenia emarciata Lam.,* 5.6 + x m

Schutt (Kieselkalk des Hauterivien). Mächtig . Hauterivien

Runder Boden. Indem wir der Kraftleitung von Schwarenbach weiter gegen Süden folgen, gelangen wir westlich oberhalb der Lokalität „Runder Boden" zu einer von den übrigen Profilen abweichenden Ausbildung des Tertiärs. Hier ist eine lokale Aufwölbung der liegenden hellen Hauterivien-Kalke aufgeschlossen, an der die tieferen tertiären Horizonte, so der korallenführende schwarze Kalk und die ostreaführende Quarzitschicht (Nr. 6 und 7 des Profils Schwarenbach) diskordant auskeilen. Das über die Aufwölbung hinwegsetzende Tertiär ist folgendermassen gegliedert:

Schutt.

1. Dichter, hellanwitternder innen dunkler Kalk mit Lithothamnien. 2 + x m . . . . Priabonien
2. Sandquarzit. 4 m.
3. Wie 1. 14 m.
4. Transgressive Basisschichten von Nr. 3, brecciös mit Schalenfragmente und Korallentrümmern. 2 m. *Nummulites incrassatus de la Harpe* „ *chavannesi de la Harpe*
5. Heller, riffartiger, kieseliger Kalk des Hauterivien mit Seeigelquerschnitten, siderolithisch infiltriert. 20 m . . . . . Hauterivien

In der südlichsten Fortsetzung dieser Tertiäraufschlüsse finden wir innerhalb der nächsten 500 m wieder dieselben stratigraphischen Verhältnisse, wie sie uns von der Lokalität Schwarenbach her bekannt sind:

Schutt.

1. Sandquarzit. 4 + x m . . . . . Priabon

2. Lithothamnienkalk. 10 m.
3. Wie 1. 8 m.
4. Wie 2. 6 m.
5. Schwarzer bituminöser Kalk mit Lithothamnien Bryozoen und vielen Schalentrümmern. An der Basis mergelig, geschiefert, stengelig zerfallend und unter Balmen einspringend. 8 m.
6. Kieselkalk des Hauterivien siderolithisch infiltriert. Mächtig . . . . . Hauterivien

Rote Kumme. Da, wo der Fussweg vom Daubensee her zur Roten Kumme hinaufführend, das Tertiärband überquert, zeigt dasselbe immer noch ähnliche Gliederung:

Schutt

1. Sandquarzit. 8 + x m . . . . . Priabon
2. Hell anwitternder Lithothamnienkalk. 10 m.
3. Wie 1. 8 m.
4. Wie 2. 6 m.
5. Schwarze, bituminöse Mergelkalke. 1 + x m.

Schutt.

Daubenhubel-Lämmernplatten.

Schutt.

1. Hell anwitternder Lithothamnienkalk. 3 + x m Priabon
2. Sandquarzit. 4 m.
3. Wie 1. 6 m.
4. Wie 2. 5 m.
5. Wie 1. 8 m.
6. Wie 2 mit *Ostrea*. 6 m.
7. Schwarzer bituminöser Kalk mit Lithothamnien, *Nummulites incrassatus*, 1 m
8. Korallenkalk, erfüllt von Schalentrümmern. 1,5 m.
9. Dunkle Kalke mit Korallen und Bryozoen. 5m.
10. Heller, riffartiger, kieseliger Kalk des Hauterivien, siderolithisch infiltriert, mit metertiefen Bohnerztaschen. Im Bohnerz
    Perna Lamarcki Desh.
    Lucina bipartita Lam.
    und andere Bivalven und Gastropoden. 30 m Eozän und Hauterivien

Daubenhorn. Hier nimmt die recifale Kalkfazies überhand und die Sandbänke treten mehr und mehr zugunsten der Lithothamienkalke zurück, wobei die Riffkalke eine Mächtigkeit von zirka 100 m erreichen. An der Basis dieser Bildung tritt Boluston mit einzelnen Eisenpisolithen als selbständiges, einige Meter mächtiges Schichtglied auf.

2. Stratigraphie des Eocäns

a) Siderolithische Bildungen des Eocän

Die eozäne Bohnerzformation ist im Untersuchungsgebiet hauptsächlich in der Doldenhorndecke entwickelt, wo sie durchgehend auf Hauterivien-Kieselkalk liegt.

In der Gegend zwischen Kandersteg und Roter Kumme findet man allerdings nur spärlich eigentliches Bohnerz. Die Kieselkalke des Hauterivien sind aber auf Grund siderolithischer Infiltration bis tief unter ihre Obergrenze durch die bekannten roten, grünen und violetten Farben gekennzeichnet. Die obere Grenze der Kreide weist eine nur sehr schwache Diskordanz auf, die der Abtragung im Eozän entstammt.

Sehr reichlich ist dagegen das Bohnerz auf dem Daubenhubel und in den Lämmernplatten westlich der Gemmi vorhanden, wo es in Taschen und Klüften mehrere Meter tief in die liegenden Kalke hinuntergreift. Das die Eisenkonkretionen enthaltende Gestein besteht zur Hauptsache aus unregelmässig begrenzten Quarzkörnern verschiedenster Grösse, die durch einen tonigen, eisenschüssigen Zement verkittet erscheinen. Eine der grössten Bohnerztaschen auf dem Daubenhubel erwies sich als fossilführend. Die Kalkschalen waren ausnahmslos ausgelaugt und nur die entsprechenden Hohlräume in dem eisenschüssigen Material zurückgeblieben. Beim Aufbrechen derselben erhielt man so mehr oder weniger gut erhaltene Negative. Durch Ausgiessen der Hohlräume mit Gelatine konnte in einzelnen Fällen die Form der Schale rekonstruiert werden. Die relative Reichhaltigkeit der Fundstelle beschränkte sich jedoch auf eine geringe Zahl verschiedener Formen. So war in grosser Individuenzahl vorhanden: *Perna lamarcki Desh.*

Ferner ebenfalls in mehreren Exemplaren *Lucina bipartita Lam.* Daneben fand sich noch eine weitere, nicht bestimmbare Bivalven und einzelne cassis- und trochusförmige Gastropodengehäuse, die auch nicht bestimmt werden konnten. Die reichlich vorhandenen *Perna lamarcki Desh.* ist als charakteristische Spezies aus dem Lutétien des Pariser Grobkalks bekannt.

Am Daubenhorn treten die Bohnerztaschen weniger häufig auf; dagegen findet sich dort ein einige Meter mächtiger rot und grün geflammter Boluston mit eingebetteten Eisenpisolithen. Dieser Bolus besitzt, im Gegensatz zu den sporadisch auftretenden Bohnerztaschen, eine gewisse horizontale Konstanz.

Die liegenden Kalke sind nur lokal, so z. B. auf dem Daubenhubel, in eine siderolithische Breccie aufgelöst.

In der Gellihorndecke findet man ebenfalls die durch siderolithische Infiltration bunt gefärbten Kieselkalke des Hauterivien; eozäne Ablagerungen i. e. S. konnten jedoch nicht nachgewiesen werden, mit Ausnahme der Stellen unter dem Felsenhorn, wo Lithothamnien gefunden wurden.

Am Doldenhorn ist das eozäne Siderolithicum nach KREBS (1925) in gleicher Weise ausgebildet; im Haut de Cry transgrediert es auf obere Kreide, vgl. BONNARD (1926).

b) Kalke, Quarzitsandsteine und Mergel des Priabonien

Die Basis der auf die eozänen Bohnerzbildungen folgenden Schichten bilden mergelige, bituminöse, schwarze Kalke. Von der Verwitterung leicht zerstört, treten diese unter den Steilwänden aus Quarzit stets zurück und veranlassen so die Bildung auffallender Balmen.

Im Bereiche des Stock enthält dieser Horizont ausser vereinzelten bis zur Unkenntlichkeit deformierten Schalentrümmern keine Spuren von Organismen.

Bei Schwarenbach dagegen ist er als Korallenkalk von ebenfalls sehr dunkler Farbe ausgebildet. Die Korallenstruktur ist teilweise deutlich herausgewittert und zeigt stock- und polsterförmige Kolonien eines wenig zerstörten Riffes. Zur Bestimmung der Korallen reicht deren Erhaltungszustand in den meisten Fällen nicht aus. Einzig ein Exemplar, dessen Röhren durch eine Symmetrie nach der 4- resp. 8-Zahl auffallen, konnte mit *Stylocoenia emarcita Lam.*, einer eozänen Koralle der lybischen Wüste identifiziert werden. Weiter im SW in der Gegend des Daubenhubel, finden wir ebenfalls Korallen, jedoch nicht mehr in unversehrten Kolonien, sondern in Trümmern wirr durcheinanderliegend. Dazu gesellen sich massenhaft Schalenfragmente. Dickschalige Gehäuse einer Schnecke *(Trochus?, Cerithium?)* sind darunter allein als solche kenntlich.

Der ganze Korallen- und Trümmerhorizont geht nach oben in ebenso dunkle, doch massigere Kalke über. Im Dünnschliff erweisen sich diese als erfüllt von zerschlagenen Mikroorganismen. Unter diesen sind es vor allem Lithothamnien und Bryozoen, die gesteinsbildend auftreten, während Foraminiferenschalen nur ver-

einzelt zu sehen sind. Die Nummuliten sind durch die Formen *Nummulites incrassatus de la Harpe, Nummulites chavannesi de la Harpe* vertreten. Aus diesen Spezies lässt sich auf priabones Alter schliessen. LUGEON parallelisierte diese Schichten auf Grund ihrer Lithologie und Fazies mit den bekannten Cerithienschichten. Da das Leitfossil dieser Bildungen, *Cerithium diaboli* bis jetzt im Untersuchungsgebiet nicht gefunden wurde und auch keine entsprechende Fauna, kann diese Annahme noch nicht als endgültig bestätigt betrachtet werden. Immerhin sprechen die beiden zitierten Nummuliten nicht dagegen.

Sowohl in der Blümlisalpgruppe wie im Haut de Cry wurden analoge Bildungen nachgewiesen und als Cerithienschichten bezeichnet.

Ueber diesen beschriebenen dunklen Kalken folgen helle, dichte Lithothamnienriffkalke mit sandigen Zwischenlagen, die, zu einem zähen Quarzit verfestigt, der Verwitterung in vorspringenden Felsbändern lange zu widerstehen vermögen. Beim Nassen Boden schwillt dieser Quarzit zu seiner maximalen Mächtigkeit von über 100 m an. Der liegende Lithothamnienkalk dieses Sandsteinkomplexes enthält am Nordabsturz des Nassen Bodens, wo die Gittermasten der Kraftleitung stehen, viele Korallen. Mit dem Einsetzen des Sandes treten wiederum die beiden Nummulitenspezies *N. incrassatus* und *chavannesi* auf, die jedoch in der grossen Masse des reinen Sandquarzites wieder verschwinden.

In der Gegend von Eggenschwand nimmt die Fazies des Lithothamnienkalkes überhand und erreicht seinerseits eine Mächtigkeit von nahezu 200 m. Schon beim Pfadfinderheim vollzieht sich aber wieder ein fazieller seitlicher Uebergang, indem die Lithothamnienkalke in globigerinenführenden Mergelschiefer übergehen. Diese Mergelfazies ist somit gleichen Alters wie die Quarzite und Lithothamnienkalke.

c) Taveyannazsandstein

Das Vorhandensein von Taveyannazsandstein als Tertiär der Gellihorndecke innerhalb unseres Untersuchungsgebietes wurde schon von LUGEON angedeutet. Im Lämmernboden als Hangendes des Oehrlikalkes aus dem Schutt auftauchend, erreicht der Taveyannazsandstein, immer den obersten Horizont der Gelli-

hornkette bildend, den Grat bei Punkt 2973 südwestlich des Daubenhorns. Der Taveyannazsandstein ist stets an feine schwarze glimmerführende Tonschiefer gebunden. Der ganze Komplex erreicht eine Mächtigkeit von zirka 100 m.

d) Schlussfolgerungen

Aus den Fossilfunden im eozänen Bohnerz geht hervor, dass das Lutétienmeer nach der alttertiären Festlandsperiode vorübergehend das Sedimentationsgebiet der Doldenhorndecke erreichte.

Die Cerithienschichten sind zum Teil in Riffazies ausgebildet. Aus der Verbreitung der Korallen ist ersichtlich, dass die Meerestiefe von S (Falte VII) nach N (Falten VI, V) zunahm. Dieselben Verhältnisse kommen auch in den hangenden Sanden, Lithothamnienkalken und Mergelschiefern des Priabon deutlich zum Ausdruck. In Falte V sehen wir z. B. bei Kandersteg ein mächtig entwickeltes Lithothamnienriff, das eine landnahe Fazies mit Sanden und Riffkalken (Falten VI, VII) von einer pelagischen mit globigerinenenthaltenden Mergeln trennt. Aus diesen Erscheinungen geht hervor, dass wir uns im S des Sedimentationsraumes der Doldenhorndecke einer Schwelle nähern, die in den Bereich der Gellihorndecke hinüberführt. Hier ist an tertiären Schichten nur der Taveyannazsandstein enthalten.

Zusammenfassung

Die Arbeit befasst sich mit der Entstehungsgeschichte der Sedimente, aus denen sich innerhalb der Balmhorngruppe das Autochthon, die Doldenhorn-, die Gellihorn- und die Wildhorndecke aufbauen.

Das Gasternmassiv spielte während der Dauer des ganzen Mesozoikums die Rolle einer stabilen Masse. In der unteren Trias besass es eine eingeebnete, nach N geneigte Oberfläche. Während die südlichen Teile den Einflüssen der Verwitterung unterlagen, wurde es von N her teilweise überflutet. Ueber sein späteres Schicksal geben uns keine autochthonen Sedimente mehr Auskunft.

Der Sedimentationsraum von Doldenhorn- und Gellihorndecke lag über den kristallinen Schiefern des Lötschentals und dem

Westende des Aarmassivs. Südlich desselben befand sich das Ablagerungsgebiet der Wildhorndecke.

Die kristallinen Schiefer erwiesen sich als ein labiler Untergrund, der einem Meeresbecken und der damit verbundenen Sedimentation von der mittleren Trias an Raum bot. Durch wiederholte Senkungen in dieser Zone während des Lias, Aalénien, Malm und Valanginien kam eine Serie mehr oder weniger vollständiger Sedimentationsreihen aufeinander zu liegen. Hiebei befand sich der Meeresgrund dreimal im Korallenniveau: Im Portlandien, im Valanginien und im Tertiär.

Dass die Ablagerungsgebiete der verschiedenen Decken zeitweise durch schwellenartige Erhebungen voneinander getrennt waren, ergibt sich aus den Mächtigkeits- und Faziesverhältnissen der Sedimente in den Randgebieten der Decken. Ausserdem erscheinen in den Schichten des Doggers grobklastische Abtragungsprodukte, die diesen Erhöhungen entstammen. Im Portlandien und im Tertiär ist ausserdem der Südrand des Doldenhornbeckens von Korallen besiedelt; die offenen Meere dagegen enthalten keine solchen.

Eine Schwelle innerhalb des Ablagerungsgebietes der Doldenhorndecke lässt auf orogenetischen Ursprung schliessen. Im unteren Dogger veranlasste diese Erhebung intensive Abtragung und auffallende Faziesdifferenzen. Aus der Verbreitung der Sedimente, namentlich des Lias und des Oxfordien geht eine im E geschlossene buchtartige Form des Beckens hervor, in dem die Gesteine der Doldenhorndecke zur Ablagerung kamen.

Der Sedimentationsraum der Gellihorndecke stand während Malm und unterer Kreide mit dem Trog der Doldenhorndecke in Verbindung.

Bei der Altersbestimmung der Schichten konnte anhand von Fossilfunden die alte Einteilung des Doggers dahin berichtigt werden, dass Bathonien nicht vorhanden ist.

Die recifalen Kalke des Valanginien sind von einer reichen Fauna von Gastropoden und Lamellibranchiern begleitet. Im eozänen Bohnerz fanden sich Fossilien, die auf die Anwesenheit des Lutétienmeeres schliessen lassen, während die darüberfolgenden Korallen- und Lithothamnienbänke dem Priabon entsprechen.

Bei der alpinen Faltung wurde die instabile Zone der Lötschentaler kristallinen Schiefer zusammengedrückt und die in jener

Senke abgelagerten mesozoischen und tertiären Schichten zum Teil herausgedrängt. Dabei ergaben die Sedimente der beschriebenen Ablagerungsgebiete die Doldenhorn- und Gellihorndecke. Die Wildhorndecke jedoch stammt vom südlichen Rande des gesamten Aarmassivs. Infolge des alpinen Zusammenschubes erlitt das Gasternmassiv eine Deformation im Sinne einer Aufwölbung seiner eingeebneten Oberfläche.

Literaturverzeichnis

1680 WAGNER, J. J. Historia naturalis Helvetiae curiosa. Zürich.

1716 SCHEUCHZER, J. J. Helvetiae stoicheiographia, orographia etc. Bodmer. Zürich. 2. Aufl. Heidegger, Zürich 1752.

1760 GRUNER, G. S. Die Eisgebirge des Schweizerlandes. 3 Bände. Bern.

1786 BESSON. Manuel pour les savans et les curieux qui voyagent en Suisse. Lausanne.

1804 EBEL, J. G. Anleitung, auf die nützlichste und genussvollste Art die Schweiz zu bereisen. 2. Aufl., 4 Teile. Zürich, Orell Füssli.

1808 EBEL, J. G. Ueber den Bau der Erde in den Alpen-Gebirgen. 2 Bde. Zürich.

1834 STUDER, BERNHARD. Geologie der westlichen Schweizer-Alpen. Heidelberg und Leipzig.

1840 ENGELHARDT, CHR. M. Naturschilderungen, Sittenzüge und wissenschaftliche Bemerkungen aus den höchsten Schweizeralpen. Schweighauser, Basel.

1851—1853 STUDER, BERNHARD. Geologie der Schweiz. Bern und Zürich.

1870 RYTZ, A. Beiträge zur Kenntnis der erratischen Bildungen im Kandertale. Mitt. natf. Ges. Bern (1869).

1870 BACHMANN, I. Die Kander im Berner Oberland. Ein ehemaliges Gletscher- und Flussgebiet. Bern.

1873 v. FELLENBERG, ED. Geologische Wanderungen im Gastern und den Lötschentalgebirgen. Jahrb. S. A. C. 8, 183.

1877 DE LA HARPE, PH. Note sur la Géologie des environs de Louèche-les-Bains. Bull. Soc. vaud. sc. nat. 15, no. 78, 1879.

1877 ISCHER, G. Blicke in den Bau der westlichen Berner Alpen. Jahrb. S. A. C. 13, 472.

1878 ESCHER v. d. LINTH, A. Geologische Beschreibung der Sentis-Gruppe. Beitr. geol. Karte d. Schweiz, 13.

1880 BALTZER, A. Der mechanische Contact von Gneiss und Kalk im Berner-Oberland. Beitr. geol Karte der Schweiz. 20.

1881 KAUFMANN, GUTZWILLER und MOESCH. Geologische Beschreibung der Kantone Appenzell, St. Gallen, Glarus und Schwyz. Beitr. geol. Karte d. Schweiz. 14.

1883 BECKER, F. Aus dem Exkursionsgebiet, Blatt Gemmi. Jahrb. S. A. C. 18.

1893 v. FELLENBERG, EDM. Geologische Beschreibung des westlichen Teils des Aarmassivs, enthalten auf dem nördlich der Rhone gelegenen Teil des Blattes XVIII der Dufour-Karte. Beitr. geol. Karte d. Schweiz, 21, I.

1894 MOESCH, C. Geologische Beschreibung der Kalk- und Schiefergebirge zwischen dem Reuss- und Kiental. Beitr. geol. Karte d. Schweiz, 24, III.

1897 TOBLER, A. Ueber die Gliederung der mesozoischen Sedimente am Nordrand des Aarmassivs. Verh. natf. Ges. Basel, 12.

1902 LUGEON, M. Les grandes nappes de recouvrement des Alpes du Chablais et de la Suisse. Bull. Soc. géol. France (4), 1.

1905 GERBER, ED. Beiträge zur Geologie der östlichen Kientaleralpen. Neue Denkschr. Schweiz. natf. Ges. 40. (Diss. Bern).

1905 LUGEON, M. Deuxième communication préliminaire sur la géologie de la région comprise entre le Sanetsch et la Kander (Valais-Berne). Ecl. geol. Helv. 8.

1905 LUGEON, M. La distribution des sources thermales de Loëche-les-Bains (Valais). Bull. Soc. vaud. sc. nat. (4) 41.

1905 TROESCH, A. Die Berriasstufe im Gebiete der Blümlisalp. Mitt. natf. Ges. Bern.

1906 TURNAU, V. Beiträge zur Geologie der Berner Alpen. Mitt. natf. Ges. Bern. (Mit geol. Karte des Gastern-Lakkoliths 1:50 000.)

1907 ARBENZ, P. Zur Geologie des Gebietes zwischen Engelberg und Meiringen. Ecl. geol. Helv. 9.

1907 BALTZER, A. Erläuterung zur geologischen Karte der Gebirge zwischen Lauterbrunnental, Kandertal und Thunersee. Geolog. Karte d. Schweiz, Erläuterungsheft 5 (zu E. GERBER, E. HELGERS und A. TROESCH, Spez. Karte 43).

1907 BAUMBERGER, E. und HEIM ARN. Palaeontologisch-stratigraphische Untersuchung zweier Fossilhorizonte an der Valangien-Hauterivien-Grenze im Churfirsten-Mattstockgebiet. Abh. schweiz. pal. Ges., 34, Nr. 2.

1907 HEIM, ARNOLD. Gliederung und Fazies der Berrias-Valangien-Sedimente in den helvetischen Alpen. Viertelj.schr. natf. Ges. Zürich 52.

1907 TROESCH, A. Die Cerithienschichten am Hohtürli. Mitt. natf. Ges. Bern (1906) XV.

1908 BALTZER, A. Zwei Querprofile durch Aaremassiv und Berneroberland nach der Deckenhypothese. Ecl. geol. Helv. 10.

1908 HEIM, ARNOLD. Die Nummuliten- und Flyschbildungen der Schweizeralpen. Abh. schweiz. pal. Ges., 35, Nr. 4.

1908 TROESCH, A. Beiträge zur Geologie der westlichen Kientaleralpen (Blümlisalpgruppe). Ecl. geol. Helv. 10. (Diss. Bern.)

1909 BUXTORF, A. und TRUNINGER, E. Ueber die Geologie der Doldenhorn-Fisistockgruppe und den Gebirgsbau am Westende des Aarmassivs. Verh. natf. Ges., Basel. 20.

1909 HELGERS, ED. Die Lohnerkette. Eine geotektonische Skizze. Bern (K. J. Wyss).

1909 SALOMON, W. Der Durchbruch des Lötschbergtunnels. Verh. nat. med. Ver. Heidelberg, N. F. 10.

1910 BUXTORF, A. Geologische Prognose für den nördlichen Teil des neuen Tracé des Lötschbergtunnels, bis Kilometer 8 von Nordportal. Verh. natf. Ges. Basel, 21.

1910—1917 HEIM, ARNOLD. Monographie der Churfirsten - Mattstock - Gruppe. Beitr. geol. Karte d. Schweiz. N. F. 20.

1910 LEPSIUS, R. Ueber Gletscher-Erosion. Zeitschr. Deutsch. geol. Ges., Monatsber.

1910 TOLWINSKY, KONSTANTIN. Die grauen Hörner. Viertelj.schr. natf. Ges. Zürich. 55.

1911 BOUSSAC, JEAN. Etudes paléontologiques sur le Nummulitique alpin. Mém. carte géol. France.

1911 HUGI, E. und TRUNINGER, E. Geologisches Längenprofil des Lötschbergtunnels nach den Untersuchungen von E. v. FELLENBERG, A. TROESCH, A. BUXTORF und eigenen im Auftrage der Berner Alpenbahngesellschaft ausgeführten Terrain- und Tunnelaufnahmen. Kümmerly und Frey, Bern.

1911 LUGEON, M. et JEREMINE, E. Les bassins fermés des Alpes Suisses. Bull. Soc. vaud sc. nat. 47 (Cartes).

1911 ROLLIER, L. Les faciès du Dogger ou Oolithique dans le Jura et les régions voisines. Georg & Co., Genève et Bâle. Zurich 1911.

1911 STAUB, WALTHER. Geologische Beschreibung der Gebirge zwischen Schächental und Maderanertal. Beitr. geol. Karte d. Schweiz. N. F. 32, Spezialkarte Nr. 62.

1911 TRUNINGER, E. Geologisch-petrographische Studien am Gasternmassiv. Mitt. natf. Ges. Bern. Diss. Bern.

1911 TRUNINGER, E. Kontaktmetamorphe Erscheinungen im westlichen Teil des Aarmassivs. (Gasterenmassiv). Ecl. geol. Helv. 11.

1912 KELLER, W. A. Die autochthone Kreide auf Bifertenstock und Selbsanft. Beitr. geol. Karte d. Schweiz, N. F. 42.

1912 BOUSSAC, JEAN. Etudes stratigraphiques sur le Nummulitique alpin. Mém. carte géol. France.

1912 VAN DER PLOEG, P. Geologische Beschreibung der Schlossberg-Spannortgruppe. Ecl. geol. Helv. 12.

1913 ARBENZ, P. Bericht über die Exkursion der Schweiz. Geol. Gesellschaft in die Obwaldneralpen vom 10. bis 13. September 1913. Ecl. geol. Helv. 12.

1913 ARBENZ, P. Ueber den vermeintlichen Lias von Innertkirchen (Aalénien). Ecl. geol. Helv. 12.

1913 ARBENZ, P. Ueber ein Konglomerat aus dem Callovien der Urirotstockgruppe. Ecl. geol. Helv. 12 .

1914—1918 LUGEON, M. Les Hautes Alpes calcaires entre la Lizerne et la Kander. Mat. Carte géol. Suisse, nouv. sér. 30.

1915 ADRIAN, H. Untersuchungen der beiden Seiten des Kandertales im Berner Oberland. Ecl. geol. Helv. 13.
1915 LUGEON, M. Recherches dans le massiv de la Dent de Morcles. Ecl. géol. Helv. 14 (1916).
1916 ARGAND, E. Sur l'arc des Alpes occidentales. Ecl. géol. Helv. 14.
1916 HEIM, ARNOLD. Die Transgressionen der Trias und des Jura in den nördlichen Schweizeralpen. Ecl. geol. Helv. 14.
1916 ROLLIER, L. Sur les rivages des mers médiojurassiques (Callovien-Oxfordien) etc. en Suisse et dans les régions limitrophes. Ecl. géol. Helv. 14.
1918 COLLET, L.-W. L'écoulement souterrain du Daubensee. Ecl. géol. Helv. 14.
1918 DE GROSSOUVRE, A. Bajocien-Bathonien dans la Nièvre. Bull. Soc. Géol. France. (4) 18.
1918 MORELLET, L. et J. Observations sur le genre Clypéina Michelin. Bull. Soc. Géol. France. (4) 18.
1919 ARBENZ, P. Probleme der Sedimentation und ihre Beziehungen zur Gebirgsbildung in den Alpen. Vierteljahrsschr. natf. Ges. Zürich.
1919 COLLET, L.-W. Note préliminaire sur la géologie de la Jungfrau et le chevauchement du massiv de l'Aar sur celui de Gastern. Arch. sc. phys. et nat. Genève. (5) 1.
1919 SWIDERSKI, B. La partie occidentale du Massiv de l'Aar entre la Lonza et la Massa. Mat. carte géol. Suisse. Nouv. sér. 47, 1.
1921 BUXTORF, A. et COLLET, L.-W. Les relations entre le massif Gastern-Aiguilles Rouges et celui de l'Aar-Mont Blanc. Ecl. géol. Helv. 16.
1921 COLLET, L.-W. et PAREJAS, Ed. Stratigraphie du sédimentaire autochthone de la Jungfrau. C. R. Soc. phys. et nat. Genève, 38.
1921 MORGENTHALER, H. Petrographisch-tektonische Untersuchungen am Nordrand des Aarmassivs. Ecl. geol. Helv. 16.
1921 PAREJAS, E. La Géologie du synclinal de Chamonix. C. R. Soc. phys. et d'hist. nat de Genève. Vol. 38.
1921 RICHE, A. et ROMAN, F. La Montagne de Crussol. Etude stratigraphique et paléontologique. Trav. Lab. Géol. Lyon. Fasc. I.
1922 BECK, P. Ueber autochthone und allochthone Dislokationen in den Schweizer Alpen und ihrem nördlichen Vorland. Ecl. geol. Helv. 17.
1922 PARJAS, E. Géologie de la Zone de Chamonix entre le Mont-Blanc et les Aiguilles Rouges. Mém. Soc. phys. et d'hist. nat. Genève, 39, 7.
1923 THALMANN, H. Das Bannalpkonglomerat. Ecl. geol. Helv. 17.
1924 BRUDERER, W. Les sédiments du bord septentrional du massif de l'Aar du Trias à l'Argovien. Bull. Labor. Géol. Lausanne, No. 37 (thèse).
1924 ROMAN, F. Etudes sur le Callovien de la vallée du Rhône. Trav. Lab. Géol. Lyon. Fasc. VI, Mém. 5.
1925 GILLET, S. Sur la limite de Bajocien et Bathonien et sur le Bathonien de Basse-Alsace. Bull. Soc. Géol. France, C. R. (4) 25.
1925 KREBS, J. Geologische Beschreibung der Blümlisalp-Gruppe. Beitr. geol. Karte d. Schweiz, N. F. 54, 3. (1920 Stratigraphie, Manuskript.)

1926 BONNARD, E. G. Monographie géologique du massif du Haut de Cry. Mat. carte géol. Suisse. N. S. 57, 4.

1926 ROHR, K. Stratigraphische und tektonische Untersuchung der Zwischenbildungen am Nordrande des Aarmassivs (zwischen Wendenjoch und Wetterhorn. Beitr. Geol. Karte d. Schweiz. N. F. 57, 1.

1927 FAVRE, J. et RICHARD, A. Etude du Jurassique supérieure de Pierre-Châtel et de la Cluse de la Balme (Jura méridional). Mém. Soc. pal. Suisse 46. Genève.

1927 GILLET, S. Sur le Bajocien supérieur et sur le Bathonien de Basse-Alsace. Bull. Soc. Géol. France. (4) 27.

1927 GUILLAUME, LOUIS. Note préliminaire sur les couchés de passage du Bajocien au Bathonien dans la région de Port-en-Bessin (Calvados), C. R. Soc. Géol. France (4) 27.

1927 PFENDER, J. Sur la présence de Clypéina Michelin dans les couches de passage du Jurassique au Crétacé en Basse-Provence calcaire. Bull. Soc. géol. France (4) 27.

1927 ROMAN, F. et PETOURAUD, Ch. Etude sur la faune du Bajocien supérieur du Mont d'Or Lyonnais (Ciret), I Céphalopodes. Travaux Lab. Géol. Lyon, 11, Mém. 9.

1928 GROSSOUVRE, A. de. Sur les faunes bathoniennes. C. R. Soc. Géol. France. (4) 28.

1928 MAIRE, V. Etude sur les Oppéliidés. Trav. Lab. Géol. Lyon 12 Mém. 10.

1928 NICOLESCO, C. P. Etude monographique du genre Parkinsonia. Mém. Soc. Géol. de France, Nouv. Sér. 4, Fasc. 2; 5, Fasc. 1. Mém. 9.

1929 CORROY, G. Le Bajocien supérieur et le Bathonien de Lorraine. Corrélations avec régions voisines en particulier avec le Jura Franc-Comtois. Bull. Soc. Géol., France (4) 29.

1929 GARDET, L. Le Bajocien supérieur et le Bathonien de Villey-St. Etienne (Meurthe-et-Moselle). Bull Soc. Géol. France (4) 29.

1930 GERBER, Marthe. Beiträge zur Stratigraphie der Jura-Kreidegrenze in der Zentralschweiz. Ecl. geol. Helv. 23, Nr. 2.

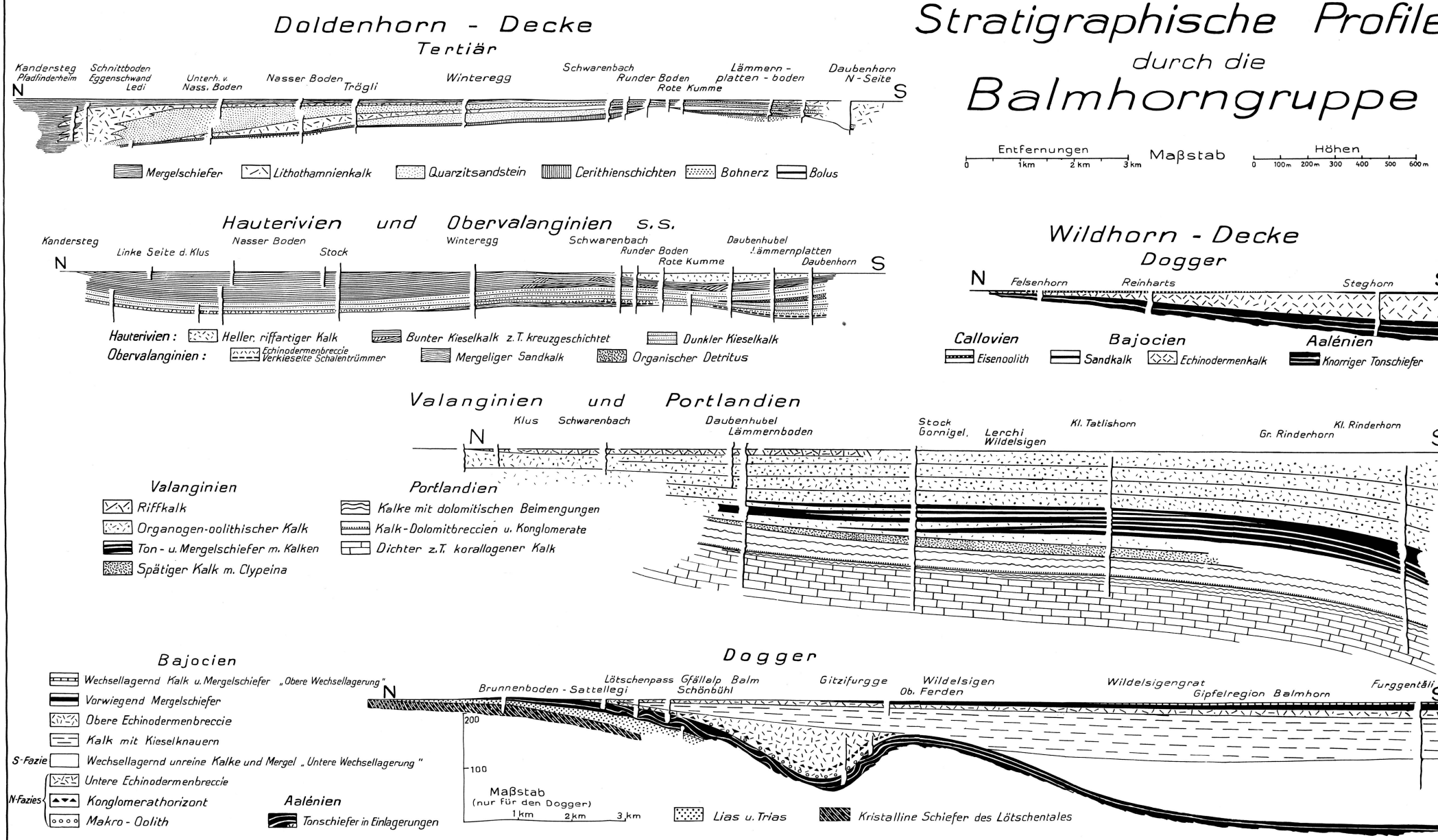
1930 LUGEON, M. Trois tempêtes orogéniques. La Dent de Morcles. Livre jubilaire Soc. Géol. France.

Inhaltsverzeichnis

Seite

Vorwort 43
Einleitung 45
Tektonische Uebersicht 49
Kristallin und untere Trias 56
Mittlere und obere Trias 61
Lias 65
Dogger 70
1. Tektonische Stellung 70
2. Historisches 71
3. Detailprofile 73
4. Stratigraphie und Faziesverteilung 77
5. Zusammenfassung 87
Malm und Untere Kreide 90
1. Tektonische Stellung 90
2. Historisches 91
3. Detailprofile 91
4. Stratigraphie 97
5. Schlussfolgerungen 104
Tertiär 106
1. Detailprofile 106
2. Stratigraphie des Eocäns 110
Zusammenfassung 113
Literaturverzeichnis 115
Inhaltsverzeichnis 120

Stratigraphische Profile durch die Balmhorngruppe



Hans von Tavel 1934

Geograph. Institut Kümmerly & Frey, Bern.