

Zeitschrift: Jahrbuch der St. Gallischen Naturwissenschaftlichen Gesellschaft
Herausgeber: St. Gallische Naturwissenschaftliche Gesellschaft
Band: 69 (1937-1938)

Artikel: Zur Geologie der östlichen st. gallisch-appenzellischen Molasse
Autor: Renz, Hans
DOI: <https://doi.org/10.5169/seals-834818>

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: 07.01.2026

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

I.

Zur Geologie der östlichen st. gallisch-appenzellischen Molasse.

Von **Hans Renz**, St. Gallen.

Vorwort.

Ausgangspunkt für die vorliegende Studie war die geologische Bearbeitung der Siegfriedblätter Nr. 271 (Balgach. Letzte Nachträge 1928) und Nr. 82 (Rheineck. Letzte Nachträge 1928). In der Folge wurde dann allerdings zwecks Vertiefung, Vervollständigung und Abrundung der Beobachtungen da und dort über den engen Rahmen dieses Gebietes hinaus gegriffen, so vor allem für das Miozän und die zentrale Kernzone der Antiklinale A₁. Um diese Dissertation nicht allzusehr anschwellen zu lassen, mußte auf eine Behandlung des Quartärs und der Morphologie verzichtet werden. Es war dies umso leichter möglich, als einerseits quartäre, diluviale Ablagerungen im Kartierungsgebiet hauptsächlich infolge sekundärer Abspülung sehr stark zurücktreten und andererseits eine notwendigerweise das Problem des gesamten Bodenseerheintales berührende Morphologie eine Arbeit für sich bedeutet hätte.

Am Abschluß meiner Dissertation und damit meines Geologiestudiums überhaupt ist es mir ein Bedürfnis, meinem verehrten Lehrer, Herrn Prof. Dr. *R. Staub*, für seine rege Anteilnahme an meinen Arbeiten, für die mannigfache Förderung meiner Studien und für sein mir stets entgegengebrachtes großes Wohlwollen herzlich zu danken. Bereitwillige Unterstützung mit Rat und Tat fand ich auch jederzeit bei den Herren Prof. Dr. *A. Jeannet*, Prof. Dr. *P. Niggli* und Dr. *H. Suter*; auch ihnen sei hier dafür gedankt. Einer Reihe weiterer Helfer bei der Ausarbeitung dieser Studie möge hier ebenfalls dankbar gedacht sein; man wird ihre Namen im Textteil jeweils angeführt finden. Spezieller Dank gebührt der St. Gallischen Naturwissenschaftlichen Gesellschaft, vorab deren Präsidenten, Herrn Dr. *E. Bächler*, für die Aufnahme meiner Arbeit in ihr Jahrbuch.

Die Anregung zu der vorliegenden Untersuchung geht letzten Endes zurück auf den unvergeßlichen Erforscher der ostschweizerischen Molasse, Dr. phil. h. c. *Andreas Ludwig* (1865—1934). Er war es, der auf manchen gemeinsamen Exkursionen schon den jungen Mittelschüler für die Geologie zu begeistern verstand, er war es, dem ich die erste Einführung in die besonderen Probleme der heimatlichen Molasseforschung verdanke. Seinem Andenken sei daher diese Arbeit in Dankbarkeit gewidmet.

Zürich, den 15. April 1937.

Allgemeine Orientierung.

(Vergl. hiezu Kärtchen Fig. 1 und Profil Fig. 2.)

Das zur Besprechung gelangende, in verschiedenen Sporen gegen die Ebene des Bodenseerheintals vorspringende Gebiet umfaßt in erster Linie den Bereich der ostschweizerischen Hauptantiklinale A_1 . An ihrem Aufbau sind beteiligt:

Im N-Schenkel:	Im S-Schenkel:
3. Helvet und Burdigal	3. Untermiozän = Sommersbergzone
2. Aquitan = gr. Molasse	2. Aquitan = Gäbriszone
1. — —	1. Chattien = Appenzellersandsteinzone.

Südlich der A_1 erstreckt sich im Raume des Hirschberges die zweite ostschweizerische Großantiklinale (bezw. -antikline), die A_2 . Sie besteht in diesem Abschnitt zur Hauptsache aus Mergeln und Kalksandsteinen des Chattiens. Nur im hangendsten Teil ihres N-Schenkels sind in der Forstzone bei Altstätten noch aquitane Serien vertreten. A_1 und A_2 , in ihren Kernzonen von mehr oder weniger bedeutenden Antiklinalaufschiebungen durchrissen, werden voneinander getrennt durch eine von Altstätten über den Stoß nach Gais verlaufende Synklinalstörung, die Stoßaufschiebung. Das Chattien der A_2 sinkt am Aubach unter den komplexen Fähnernflysch. Der Ueber-schiebungskontakt = Grenze zwischen subalpiner Molasse und Alpen ist daselbst stellenweise prachtvoll erschlossen.

I. Der Nord-Schenkel der A₁.

A. Die obere Meeresmolasse (Burdigalien und Helvétien).

I. Die obere Meeresmolasse von Rorschach und Umgebung.

1. Einleitung.

Die hangendsten Schichtglieder im N-Schenkel der A₁ unseres Untersuchungsgebietes gehören der oberen Meeresmolasse (= OMM) = Helvétien + Burdigalien an. Bei Bauriet und Fuchsloch aus den Alluvionen des Rheindeltas auftauchend, bauen sie zunächst die beiden getrennt verlaufenden Hügelzüge der Halden (Seelaffehügel) und des Buchberges (oder Steinernen Tisches, mit Ausnahme seines S-Randes) auf, welche sich in der Gegend von Buchen vereinigen und sich dann unvermittelt rasch und steil zu den Höhen von Wartensee, Krähen, Lutzenberg-Wienacht und Roßbüchel, d. h. zum Rorschacherberg hinaufschwingen. Buchberg und Halden bilden somit, um einen treffenden Vergleich J. Wahrenbergers (Lit. 133) zu gebrauchen, die beiden Füße, auf welchen der Rorschacherberg steht. Beide „Füße“ enthalten je einen widerstandsfähigen Schichthorizont, dem die zwei prächtigen Sporne ihre Existenz und ihre Form verdanken: der Buchberg eine Nagelfluhbank mit massigem Sandstein im Hangenden, der Haldenhügel eine zähe, harte Muschelsandsteinbank. Im N taucht die OMM zwischen Rorschach und Staad-Speck unter den Spiegel des Bodensees, ohne daß das hangende Tortonien noch irgendwo entblößt wäre. Bei Speck kommt das oberste Helvétien als stratigraphisch höchstes Schichtglied im petrefaktenreichen Sandsteinriff des Hürlibuck (auch Hörnlibuck, Hörlibock) bei Niederwasser wenigstens zeitweilig zum Vorschein.

Die OMM fällt am Rorschacherberg mit ca. 20° nach NNW ein. Gegen N, d. h. gegen den See hinab, reduzieren sich die Fallwinkel bis auf 12°. Ihre allmähliche Abnahme kann an der untern Seelaffe an ein und demselben Horizont direkt messend verfolgt werden. Man erkennt daraus, daß die OMM in cykloidartigem, nach oben konkavem Bogen aufgerichtet ist. Analoge Verhältnisse in tieferen (internerer) Teilen des A₁-N-Schenkels beschreibt Arn. Heim (Lit. 64) aus der

granitischen Molasse des Vorarlbergs. Das mittlere Streichen der Rorschacher OMM beträgt etwa N 75° E. Es nähert sich an den östlichsten Aufschlüssen stark N 80—90° E. Dies bedeutet gegenüber dem mittleren, N 60—65° E betragenden Streichen der OMM bei St. Gallen ein nicht zu vernachlässigendes Einschwenken in die W-E-Richtung.

2. Stratigraphie und Lithologie.

a) Basis-Konglomerat und Basis-Sandstein. Da wir das Querprofil der OMM zweckmäßig von unten nach oben betrachten, gilt es zunächst die Grenzverhältnisse zwischen dem Aquitanien und der OMM zu prüfen: Am linken Steilhang des Steinlibaches sind gegen Tobel und Schwendi hinauf gelblich-rötlich-gefleckte Mergel und Mergelsandsteine entblößt, die bereits aus faziellen und lithologischen Gründen zum Aquitan gerechnet werden müssen. In der streichenden Fortsetzung dieser Zone sind denn auch sowohl im E (Kennelbach bei Brengenz) als auch im W (Lustmühle bei St. Gallen) aquitane Molluskenfaunen gefunden worden. Am Buchberg gehören die sonnigen Rebhänge bei Thal ebenfalls dieser oberoquitane Mergelzone an.¹⁾

Ueber den genannten oberst-oligozänen Mergelkomplex transgrediert nun als auffallender Horizont eine Nagelfluhbank von durchschnittlich 2—3 m Mächtigkeit. Sie erreicht, als östlichster Ausläufer des Hörnli-Nagelfluhfächers weit von W her kommend, bei Wienacht unser engeres Gebiet und zieht, nur selten bedeckt, über Nagelstein längs des Buchberg-S-Absturzes gegen Bauriet hin. Im Park der Weinburg sieht man sie mit 3 m Mächtigkeit unter die quartären Aufschüttungen des Rheintales hinabtauchen. Wie schon Gutzwiller erkannte, beginnt praktisch mit diesem Konglomerathorizont die OMM.

Von der Station Tobel-Wienacht, wo der Einschnitt der Heidener Bahn ein instruktives Querprofil darbietet, erwähnt Gutzwiller (Lit. 58) eine 1 m mächtige Bank eines marinen Muschelsandsteines unmittelbar über dem Nagelfluhniveau. Wir konnten dieselbe allerdings nicht mehr auffinden; es muß sich um eine lokale, heute abgebaute Einlagerung gehandelt haben. Hingegen fanden wir einige wohl erhaltene, spezifisch allerdings nicht bestimmbare Pectiniden inmitten der Nagelfluh selber, womit deren mariner Charakter erwiesen ist.

¹⁾ Ein SSW Weinburg erschlossener Sandsteinkomplex scheint nicht anstehend, sondern von der burdigalen Felswand des Steinernen Tisches abgesunken zu sein.

Nun wird aber, wie bei Tobel-Wienacht besonders eindrücklich sichtbar, die im folgenden als Basiskonglomerat = BK bezeichnete Nagelfluh noch nicht unmittelbar von den aquitanen Mergeln unterlagert. Es schalten sich 10—15 m grobbankig-massige, mittelkörnige graue Sandsteine dazwischen, die zunächst mit granitischem aquitanem Sandstein identisch zu sein scheinen. Entsprechende Verhältnisse konstatiert man wieder bei Nagelstein, wo gegen 20 m ziemlich massige, zum Teil gelblich anwitternde Sandsteine mit merkwürdigen, von der Verwitterung verursachten Ablösungserscheinungen („Pseudoklüftung“) aufgeschlossen sind, die nach Gutzwiller „unzweifelhaft der untern Süßwassermolasse angehören“. Eine Auffassung, die auch noch im neuesten Profil (siehe Lit. 31) von J. Wahrenberger vertreten wird.

Diese Sandsteine an der Basis des BK sind nun aber zweifellos bereits marin. Sie führen im Dünnschliff sehr viel Glaukonit, seltener Bryozoen- und Foraminiferenreste und erinnern im mikroskopischen Bild durchaus an marine Plattensandsteine, mit welchen sie auch den hohen Kalkgehalt gemeinsam haben. Ebenso entsprechen sie in ihrer Schwermineralführung (vergl. p. 107) völlig den echten Plattensandsteinen und führen auch, wie bei Tobel-Wienacht zu beobachten ist, die für diese so bezeichnenden Wellenfurchen.²⁾ Und schließlich ist das BK mit diesen Basissandsteinen an verschiedenen Stellen (Tobel-Wienacht, Buchberg) durch prachtvolle Auskeilerscheinungen (auf die noch zurückzukommen sein wird) primär verknüpft, so daß die beiden Horizonte schon aus diesem Grunde unbedingt als zusammengehörig betrachtet werden müssen. Die OMM beginnt somit am Lutzenberg und am Buchberg bereits 10—20 m unter dem burdigalen BK mit Basissandstein von pseudogranitischem Charakter. Nur am östlichsten Aufschluß bei der Weinburg treten harte, graugelbe, offenbar aquitane Mergel unmittelbar mit dem BK in Kontakt. Entsprechende Verhältnisse beobachtet man auch weiter im W (z. B. Goldachprofil), wo die Oligo-Miozängrenze praktisch ebenfalls direkt mit dem Einsatz des BK zusammenfällt.

b) Buchberg-Sandstein und lokale Muschelsandsteine. Ueber dem BK folgen bei Tobel-Wienacht (abgesehen vom heute nicht mehr vorhandenen Muschelsandstein Gutzwillers) zunächst wenig charakteristische, schichtige Sandsteine, die rasch zu den typischen Plattensandsteinen des Lutzenberges überleiten. Sie greifen in schwacher

²⁾ Im granitischen Sandstein des Aquitans beobachteten wir bisher noch nie echte Wellenfurchen.

primärer Schichtungsdiskordanz transgressiv von N nach S über die Nagelfluh hinweg, damit gleichsam den raschen Einbruch des Burdigalmeeres dokumentierend. Ähnliches erkennt man in einer N-S gerichteten Schrägschichtung bei Nagelstein. Hier folgt im Profil des Straßeneinschnittes über dem BK vorerst ein grobbankiger, z. T. sehr harter glaukonitreicher Sandstein (2,5—3 m), der gegen das Hangende in eine 1,5 m mächtige, grobkörnig-feinkonglomeratische, seelaffeähnliche Bank von Muschelsandstein übergeht. Diese lokale, zuerst von Gutzwiller namhaft gemachte Einlagerung führt ausschließlich Pectiniden, welche also hier wie bei Wienacht die ersten marinen Makrofossilien darstellen. Am Buchberg selber wird das BK in zunehmender Mächtigkeit von einem massigen grauen Sandstein überlagert, der die auffallende Steilwand des Steinernen Tisches von gut 20 m Höhe bildet. Dieser Buchberg-Sandstein, nach oben durch zunehmende Bankung zum normalen Plattensandstein überleitend, führt (worauf uns J. Wahrenberger aufmerksam machte) vereinzelte Austernfragmente und enthält da und dort noch einzelne isolierte, bis pflaumengroße Gerölle (Quarzite, Kalke). Er ist, wie der bereits genannte Basisandstein, faziell durchaus dem limnischen granitischen Sandstein des Aquitanien zu vergleichen und zeigt auch noch nicht die charakteristische blaugraue Farbe der höheren marinen Sandsteine. Der Wechsel im Ablagerungsmedium scheint also wenigstens zunächst auf die Ausbildung des Gesteines keinen wesentlichen Einfluß auszuüben. Arn. Heim (Lit. 64) hat für das Pfändergebiet ähnliche Ansichten geäußert. Immerhin unterscheidet sich auch der Buchbergsandstein durch seine Schweremineralführung, seinen höhern Kalkgehalt und seine geringere Absandung doch deutlich vor der granitischen Molasse und zeigt schließlich an der Felswand oberhalb der Weinburg auch jene auffallenden löcherig-wabenartigen Verwitterungsformen³⁾, die für die Plattensandsteine, z. B. des Goldachprofiles, geradezu charakteristisch

³⁾ Ob die drei sogenannten „Lüchlen“, drei inmitten der Felswand unterhalb des Steinernen Tisches liegende Höhlen, auch nur als Korrosionsformen aufzufassen oder als ursprünglich subglaziale Erosionskolke des Rheingletschers zu deuten sind, wagen wir nicht zu entscheiden. Auffallend ist aber, daß die drei Höhlen auf genau gleicher Höhe und in ziemlich gleichen Abständen nebeneinander liegen, und daß der Buchbergsandstein gerade in dieser Partie die kleinen, oft mit Vogelnestern besetzten, sicher rein korrosiven Verwitterungslöcher nicht zeigt. Die Dimensionen der drei Höhlen sind (von W nach E) folgende:

4 m (Breite)	× 1,7 m (Höhe)	× 4,0 m (Tiefe)
15 m	× 2,5 m	× 3,5 m
5 m	× 2,0 m	× 4,0 m

sind und in dieser Ausbildung dem typischen granitischen Sandstein fehlen.⁴⁾

c) Die unteren Plattensandsteine. Als wesentlichstes und mächtigstes Schichtglied der OMM unseres Gebietes folgt die Zone der unteren Plattensandsteine, aufgeschlossen in einer großen Zahl von großen und kleinen Steinbrüchen am Lutzenberg, am Hang S Buchen und an der N-Abdachung des Buchbergs bei Bauriet.

Der früher für diese Gegend so wichtige Steinbruchbetrieb ist heute auf ein Minimum zurückgegangen. Fast alle Steinbrüche sind aufgelassen und zum Teil ertrunken, nur ganz wenige liefern noch Platten und Quader für Trockenmauern, Gartenwege, Uferschutzbauten u. a. m. Der Abbau der Plattensandsteine, immer senkrecht zur Schichtplatte, erfolgt teils mittelst Keilreihen (Großer Keil = „Weggen“, kleiner Keil = „Bissen“), teils mittelst Spitzhacke (Zweispitz); neuerdings werden auch Preßluftbohrer verwendet. Es bestehen u. a. aus Plattensandsteinen: Quai, Kornhaus, Pestalozzischulhaus und Restaurant Mariaberg in Rorschach, Auskleidung des Bruggwaldtunnels der BTB etc. Man vergleiche hiezu auch Grünberger (Lit. 50).

Die Plattensandsteine, von B. Studer seinerzeit als „Abänderung der gemeinen Molasse“ bezeichnet, dank ihrer petrographischen Verhältnisse sowie ihrer bedeutenden vertikalen und horizontalen Verbreitung im Bereiche der OMM aber einen selbständigen wichtigen Molassesandsteintyp repräsentierend, verdanken ihren Namen ihrer auffallend regelmäßigen und ebenen Schichtung. Diese äußert sich an oberflächlichen Aufschlüssen in Parallelscharen von Schichtfugen, die den Gesteinskomplex in mehr oder weniger dünne Platten auflösen.

Indessen kommt diesen Schichtfugen durchaus nur sekundäre Bedeutung zu. Je tiefer in einem Steinbruch die Aufschlüsse gehen, d. h. je frischer das Gestein ist, desto grobbankiger, massiger wird der Sandstein, so daß Quader von 3, 5 und mehr m Dicke gewonnen werden können. Gegen oben hingegen wird das Gestein mit zunehmendem Verwitterungsgrad immer feinbankiger und zerfällt in dünne Platten bis zu nur 5 cm Dicke. Der Plattensandstein ist also primär als schichtfugenarmer Baustein⁵⁾ von eher massigem Habitus zu betrachten. Die Schichtfugen sind zum überwiegenden Teil nur der sekundäre Ausdruck (Verwitterung!) einer sehr feinen inneren Schichtung des Gesteins, die sich in günstigen Fällen bei starker Durchfeuchtung frischer Proben direkt beobachten

⁴⁾ Rutsch (Lit. 114) erwähnt diese Wabenverwitterung auch aus dem Helvétien des Belpberges und führt einen Erklärungsversuch von Kessler an.

⁵⁾ Das auffallende Zurücktreten von Längs- und Querkluftflächen im Rorschacher Plattensandstein sei in diesem Zusammenhange besonders hervorgehoben.

läßt.⁶⁾ Diese innere Schichtung geht nach unseren Beobachtungen bis zur Größenordnung von 0,5 — 1 cm hinab, während die durch künstliche (oder natürliche) Spaltung gewinnbaren Platten in den Buchener Steinbrüchen nie dünner als 4—6 cm werden, meist aber eine Dicke von durchschnittlich 8—10 cm aufweisen.

Die Spaltflächen sind vorwiegend durchaus eben und glatt. Die sie bedingenden Kohäsionsminima im ungespaltenen und frischen Gestein sind im Dünnschliff merkwürdigerweise nur selten feststellbar (Korngrößenwechsel, lagerhafte Anordnung von Basalzement und Gemengteilen, Anreicherung parallel gestellter Glimmerblättchen). Nur untergeordnet weisen die Schichtflächen Wellenfurchen und verwandte Rippelbildungen auf, seltener beobachtet man dunkelgraue Tonhäutchen (die zwar nie größere Flächen überziehen) oder auch Anhäufung von Pflanzenhäckseln. In diesen Fällen beruht die Schichtung offenbar auf Sedimentationsunterbrüchen bzw. auf Materialwechseln.

Das mikroskopische Bild der Buchener Plattensandsteine (man vergleiche hiezu auch Lit. 109, p. 242—246 und Lit. 106, p. 29—31) ist auf Grund von 6 Dünnschliffen ungefähr folgendes:

Ein mikrokristallines Basalzement aus Calcit enthält vorwiegend eckige, zum Teil kantengerundete bis rundliche, isolierte oder in Gruppen von durchschnittlich 2—4 Individuen beieinanderliegende Körner folgender Mineralien: *Quarz* (stark vorwiegend, teilweise undulös auslöschend), *Orthoklas* (frisch und serizitisiert), *Mikroclin* (relativ häufig und in schönen Exemplaren), *Plagioklas* neben *Serizit*, *Biotit*, *Chlorit*; ferner feinaggregierte Quarzkörner (Sandsteinfragmente, Hornsteine?), zum Teil vermischt mit feinen Serizitschüppchen (Gesteinsfragmente oder Anreicherung von sehr feinem Detritus?), Calcitkörner (Kalksteintrümmer, heben sich durch ihre dunkle, schmutzigere Farbe vom Basalcalcit ab). Akzessorien: Epidot, Granat, Zirkon; meist wenig Erz: Pyrit, Magnetit, limonitische Verfärbungen. Oft kohlige organische Substanzen. Betreff Schweremineralgehalt siehe p. 107.

Glaukonit im allgemeinen reichlich vorhanden (grüne Farbe mit Stich ins braune, Aggregatpolarisation, selten pleochroitisch), vorwiegend xenomorph in den Zwickeln der übrigen Komponenten, aber auch selbständige, rundlich-ovale Körner von scharf umrissener Form; frische, unverwittertes Aussehen.

Organische Reste: Schnitte durch Bryozoen und Echinidenstacheln wurden gelegentlich beobachtet, ebenso Foraminiferen.

Die mittleren Korngrößendurchmesser schwanken um 0,20—0,25 mm, sie sind kleiner und ausgeglichener als bei granitischen Sandsteinen. Rundlich-isometrische Körner scheinen ebenfalls häufiger zu sein als bei diesen (größerer Transportweg und damit größere Selektion).

⁶⁾ Man ersieht auch daraus, daß — worauf K. Andree besonders hingewiesen hat — Absonderungsflächen zwischen sich überlagernden Schichten für die Definition der Schichtung nicht maßgebend sein können.

Für die Plattensandsteine, die in frischem Zustande das für die marinen Sandsteine der OMM so bezeichnende blaugrau (bei gelblichgrauer Anwitterungsfarbe) aufweisen, existieren folgende technische Daten (Lit. 106, p. 108/109):

Fundort	Spezifisches Gewicht	Raum-Gewicht	Porosität		Wasser-auf-nahme	Druckfestigkeit \perp Lager	
			absolut	schein-bar		trocken	naß
Steinbruch Krinnen	2,70	2,52	6,67 ‰	6,30 ‰	2,50 ‰	ca. 860 kg/cm ²	ca. 560 kg/cm ²
Wienacht südl. Landegg	2,67	2,48	7,12 ‰	5,11 ‰	2,06 ‰	ca. 770 kg/cm ²	ca. 460 kg/cm ²

Dem Analysenband (Lit. 107, p. 285) entnehmen wir folgende Teilanalysen:

Fundort	Unlöslich in HCl	R ₂ O ₃ (R = Fe, Al)	CaCO ₃	H ₂ O
Buchen bei Staad	69,7 ‰	3,3 ‰	26,5 ‰	1,3 ‰
" " "	70,5 ‰	2,7 ‰	25,4 ‰	0,9 ‰
" " "	58,3 ‰	22,4 ‰	20,3 ‰	0,6 ‰

Der Plattensandstein gehört darnach mit einem mittleren Kalkgehalt von ca. 24 ‰ zu den Kalksandsteinen, wenn er auch im Handstück seinem ganzen Habitus nach eher dem granitischen Sandstein nahezustehen scheint. Er zeichnet sich durch eine — im Hinblick auf seine Mächtigkeit und auf seinen nicht sehr strandnahen Ablagerungsraum (vergl. p. 51) — geradezu trostlose Fossilarmut aus. Abgesehen von gelegentlich vorkommenden Haifischzähnen, eingeschwemmten Pflanzenresten oder seltenen Steinpipern (wie die Steinbrucharbeiter die bekannten zylindrischen, immer noch problematischen Sandsteinkörper der OMM nennen) scheinen die Plattensandsteine praktisch fast völlig steril zu sein.

d) Die untere Seelaffe und die mittleren Plattensandsteine. Bei Unterbilchen, an der Landegg und bei Krinnen-Schlipf besonders klar aufgeschlossen, legt sich über die unteren Plattensandsteine ein durchschnittlich 4—5 m mächtiger, sehr charakteristischer Muschelsandsteinhorizont, den wir als die untere Seelaffe bezeichnen wollen. Dieses

Gestein (es deckt sich petrographisch im wesentlichen mit der oberen Seelaffe und soll dort näher beschrieben werden) entwickelt sich durch Aufnahme größerer Komponenten und reichlicher Fossiltrümmer (Cardien, Ostreiden, Pectiniden) aus den liegenden Plattensandsteinen und geht im Hangenden durch zunehmende Versandung etwa innerhalb eines Meters wiederum in normale Plattensandsteine über. Diese untere Seelaffe repräsentiert, wie schon lange bekannt, als leicht erkennbares, wegen seiner Härte im Terrain meist gut hervortretendes Gestein einen wichtigen Leithorizont, der schon von Gutzwiller (Lit. 58, p. 30–31) gegen SW bis an die Goldach verfolgt worden ist. Gute Aufschlüsse zwischen Roßbüchel (von wo schon B. Studer in Lit. 132, p. 386 das Gestein erwähnt) und der Goldach sind: Acker P. 941 m, oberstes Witenbachobel auf Quote 760 m, P. 902 m S Borüte (heute zugedeckter Steinbruch), Martinsbrücke (an der Straße und an der Goldach selber). In einer modifizierten „Goldacherfazies“ läßt Ludwig (Lit. 81, p. 35, 41) die untere Seelaffe bis an die Urnäsch ziehen (vergl. hierüber p. 43/44).

In ihrer NE-Fortsetzung ist die Seelaffe vom Roßbüchel seit Gutzwillers Untersuchungen stets mit der Seelaffe von Blatten zusammengehängt worden. Die ersten Zweifel an dieser Auffassung kamen uns aber gerade beim Studium der Gutzwiller'schen Profile selber, und die Terrainstudien ergaben denn auch das für die stratigraphische Gliederung nicht unwesentliche folgende Resultat:

Die Seelaffe der klassischen Steinbrüche von Blatten liegt stratigraphisch, als obere Seelaffe, ca. 80 m höher als die Seelaffe von Roßbüchel-Schlipf. Zwischen den beiden Muschelsandsteinhorizonten liegt ein Komplex typischer Plattensandsteine, die u. a. am Bahneinschnitt bei Wartensee, in alten Steinbrüchen bei Brunnenacker und Schönenbach zutage treten. In dieser mittleren Plattensandsteinzone liegt weiterhin auch der große Steinbruch von Fuchsloch am Sporn von Halden, wo bis 20 m relativ massige Sandsteine (mit schöner ENE gerichteter Schrägschichtung) die Basis der Blattener Seelaffe bilden. Und schließlich gehören hieher die 3 bereits in der Rheinebene draußen liegenden Weiherlein des sogenannten kleinen Fuchsloches, die, heute durch ihre Sumpfflora berühmt, nichts anderes als im Grundwasser ertrunkene ehemalige Plattensandsteinbrüche darstellen (vergl. hierüber J. Früh, Lit. 44).

Die Seelaffe des Roßbüchels ist also mit derjenigen von Blatten keineswegs identisch. Sie zieht, in der Gegend von Schlipf zusammen mit liegenden und hangenden, prächtig SW → NE schräggeschichteten

Sandsteinen eine wohl 12 m hohe Steilwand bildend, als deutliche Geländekante über P. 479,6 m nach Buchen hinunter und taucht hier etwa auf der Höhe der Kirche endgültig unter die Alluvionen der Ebene von Büzel. Gleichzeitig beobachtet man in diesem Profil, daß die bei Kringen P. 584 m noch genau 5 m mächtige untere Seelaffe schon am Sträßchen bei Schlipf (neue Aufschlüsse auf Q. 520 m) auf 3—2 m zurückgegangen ist. Diese Reduktion der untern Seelaffe infolge Versandung ihrer liegenden und hangenden Teile läßt sich gegen Buchen hinab kontinuierlich weiter verfolgen, ein Schulbeispiel eines horizontalen Fazieswechsels von S nach N. Die untere Muschelsandsteinbank bildet zwischen Buchen und Martinstobel (Goldach) einen im Streichen auf rund 10 km Länge verfolgbaren, geschlossenen Leithorizont. Die primäre Breite dieser Ablagerung muß, an Hand der kombinierten Querprofilaufschlüsse beurteilt, auf sicher mehr als 2 km veranschlagt werden. Es handelt sich also allem nach um eine auch flächenhaft ziemlich ausgedehnte Schicht, deren Entstehung nur schwer mit der üblichen Vorstellung einer schmalen Strandsaumablagerung in Einklang zu bringen ist. Die Gründe, die dazu führen, sowohl die untere wie die obere Seelaffe als sekundär in größere Meerestiefen verschwemmte, umgelagerte Strandbildungen aufzufassen, werden in anderem Zusammenhang zu erörtern sein.

e) Die obere Seelaffe. Sie liegt, wie am Haldensporn bei Blatten deutlich sichtbar, mit messerscharfem, ebenem Kontakt auf gewöhnlichen marinen Sandsteinen, ohne daß es hierbei (trotz des abrupten petrographischen Materialwechsels) zur Ausbildung einer Schichtfuge gekommen wäre. Der Kontakt zeigt keinerlei Aufarbeitungserscheinungen, ein weiterer Umstand, der gegen primäre Küstenablagerung spricht. Ungefähr 12 m tiefer als die Seelaffetransgression beobachtet man bei Blatten innerhalb der mittleren Plattensandsteine eine petrefaktenreiche, seelaffeähnliche Einlagerung von 0,4 m Mächtigkeit. Die sie unmittelbar unterlagernden Plattensandsteine sind voll von stein-piperartigen Gebilden⁷⁾, die alle senkrecht zur Sohlfläche der genannten Einlagerung stehen und von ihr scharf abgeschnitten werden.

Nachdem sich der bisher angenommene Zusammenhang der Seelaffe von Blatten mit derjenigen von Schlipf-Roßbüchel als irrig erwiesen

⁷⁾ Unter diesen bis heute noch nicht deutbaren „Wurmsteinen“ verdient ein linksgewundener Spiral- oder Schraubenstein von 30 cm Länge besondere Erwähnung.

hatte, galt es, für die westliche Fortsetzung der oberen Seelaffe neue Belege aufzusuchen. Auf die folgenden, wichtigsten Aufschlüsse machte uns zur Hauptsache J. Wahrenberger aufmerksam:

1. Kreuzung Heidenerbahn/Langmoosstraße (Aufschluß direkt an der Straße, sowie 2 kleine verlassene Steinbrüche 120 m NE und SW dieser Stelle). Typische muscheltrümmerreiche Seelaffe mit Haifischzähnen, völlig identisch mit derjenigen von Blatten. Mächtigkeit mindestens 4 m.

2. Am Weg Kolprüti-Frohnberg (zwischen 660—720 m, ca. 1 km NW Roßbüchel). Im Walde zwischen Frohnberg und Fuchsbüchel kam anläßlich Wegbauten ebenfalls Seelaffe zum Vorschein.

3. Nördlich Eschlen (bei o im Wort Rorschacherberg) findet sich eine dünne Bank typischer Seelaffe. Sie fehlt im Tobel auf der W-Seite des Eschlenwaldes.

Es steht außer Zweifel, daß die angeführten Seelaffeaufschlüsse die westliche Fortsetzung der oberen Seelaffe repräsentieren. Der Horizont scheint sich gegen W rasch zu reduzieren und dürfte im Bereiche des Eschlenwaldes wohl endgültig auskeilen. Die Goldach erreicht er jedenfalls nicht mehr.

Die östlichsten Aufschlüsse der obern Seelaffe hat J. Früh (Lit. 44) zuerst namhaft gemacht. Zwischen Fuchsloch und der Staatsstraße Staad-Bauriet findet man am großen und kleinen Staudenbüchel (P. 407,4 m bzw. P. 402,54 m) nochmals anstehende Seelaffe. Die beiden kleinen Felshügel bilden die östlichsten Relikte des vom Rheingletscher niedergeschliffenen Haldenspornes.

Die Seelaffe von Blatten-Staad wird mit Recht als der Typus subalpiner Muschelsandsteine bzw. -brekzien angesehen. Die eindrucksvollen Aufschlüsse in den Steinbrüchen bei Blatten, im Rücken des wegen seiner Form und seiner Lage zum See im Volksmund „Seelaffe“ (= Laffe oder Läffli am See) genannten Spornes von Halden, haben auch dem den Hügel aufbauenden Gestein die petrographische Bezeichnung Seelaffe eingetragen.

Den Namen Seelaffe findet man in der geologischen Literatur zum erstenmal 1853 bei B. Studer (Lit. 132, p. 446), der von „den harten Plattenmolassen, die am Rorschacherberg Seelaffen heißen“, spricht und die Bezeichnung 1872 auch im „Index der Petrographie“ anführt. J. C. Deicke (Lit. 23, p. 74) bezeichnet 1855 das Gestein als „Seelave oder Sonnenhaldstein“ und zählt es 1862 (Lit. 25) als „Seelaffe“ unter den nutzbaren Gesteinen des Kantons St. Gallen auf. Heute verstehen wir unter Seelaffe den subalpinen (d. h. nicht kavernösen) Typus der Muschelsandsteine im Gegensatz zu den mittelländisch-subjurassischen (d. h. kavernösen) Muschelsandsteinen (vergl. hierzu auch R. Rutsch, Lit. 114, p. 25).

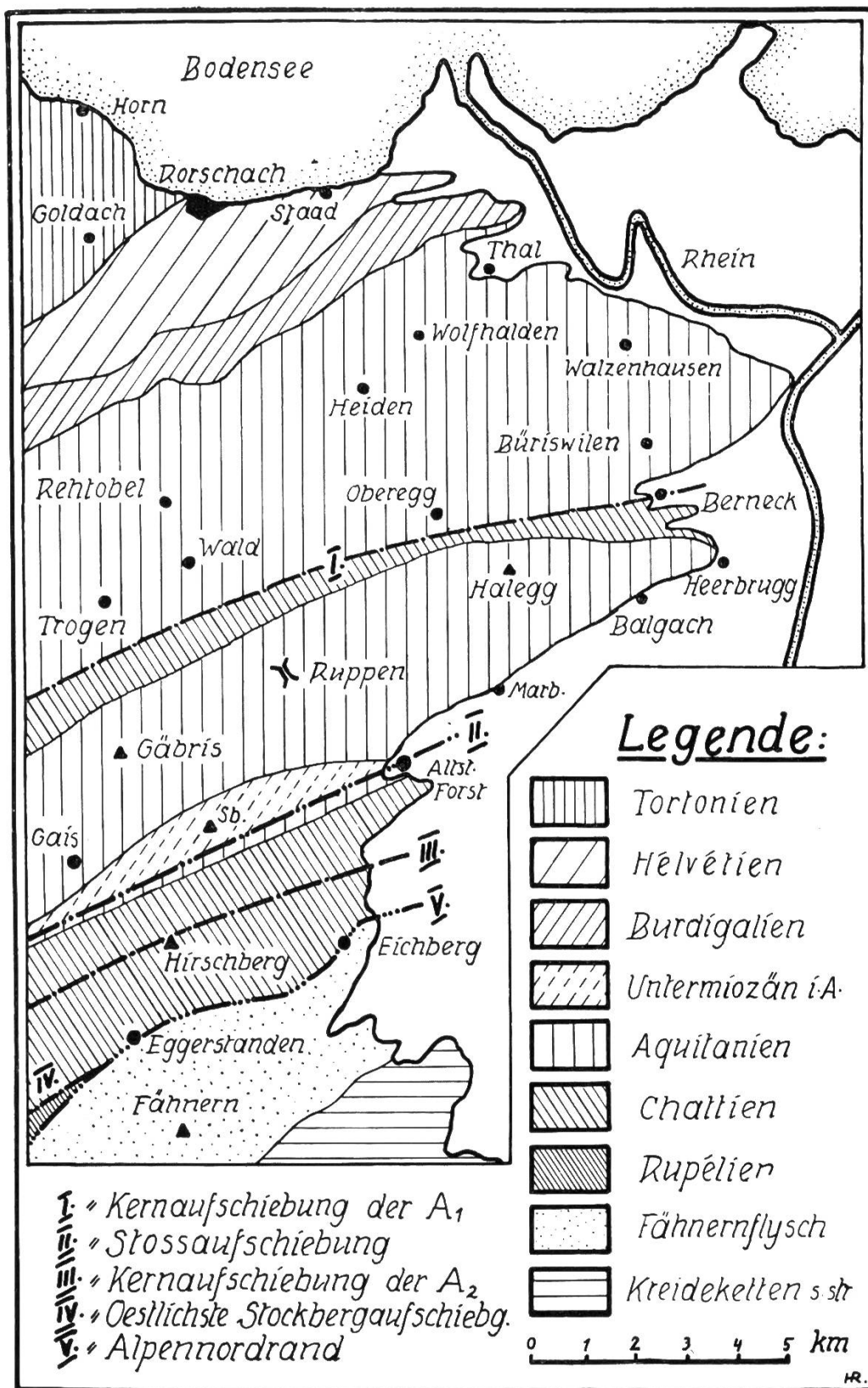


Fig. 1. Tektonisch-stratigraphisches Uebersichtskärtchen der östlichen st. gallisch-appenzellischen Molasse.

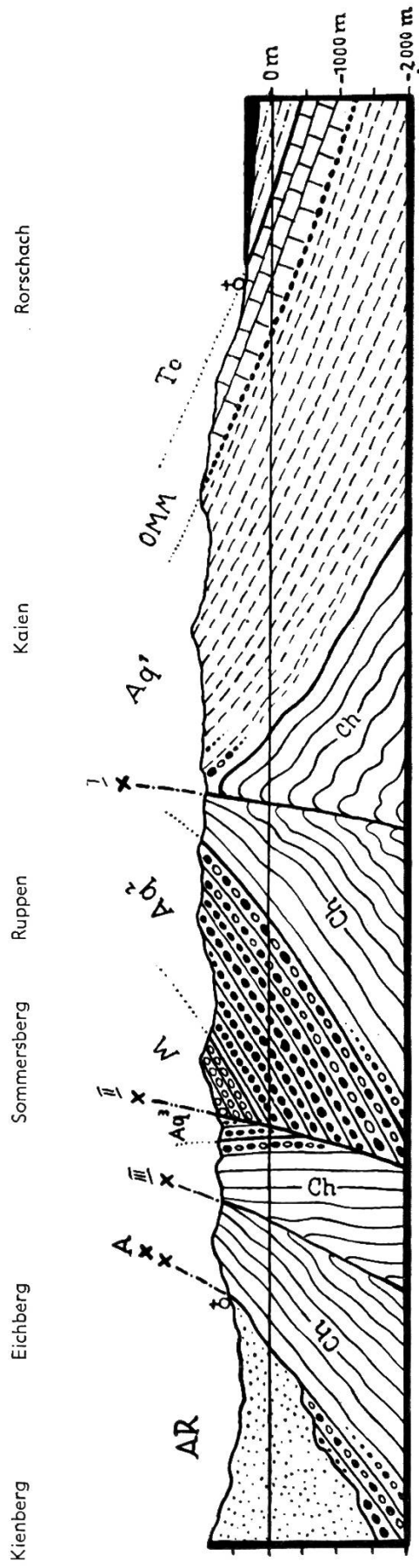


Fig. 2. Schematisches Uebersichtsprofil durch die östliche st. gallisch-appenzellische Molasse.

To = Tortonien, OMM = Helvétien und Burdigalien, M = Unterjura des Sommersberges, Aq¹ = Aquitanien = granitische Molasse, Aq² = Aquitanien = Gährzone
Aq³ = Aquitanien der Forstzone p. p., Ch = Chatien, AR = Alpine Randkette, I = Kernaufschichtung der A₁, II = Synklinalaufschichtung des Stoß,
III = Kernaufschichtung der A₂, A = Alpenrandrand.

Bei Blatten bildet die obere Seelaffe eine 8—10 m mächtige nordfallende Bank, innerhalb der das Gestein eine unregelmäßige, unruhige, oft wellige, im ganzen leicht muldenförmige Lagerung aufweist. Schon Gutzwiller führte diese Erscheinungen auf den Einfluß starker Meeresströmungen zurück. Für den von Ludwig (Lit. 89, p. 158) behaupteten Uebergang Seelaffe → gewöhnlicher Sandstein in der Richtung zum Bodensee hin liegen absolut keine Anhaltspunkte vor. Die Seelaffe weist, im Gegensatz zu den sie über- und unterlagernden Sandsteinkomplexen eine ausgeprägte Quer- und Längsklüftung auf (Kluftflächen zum Teil klaffend und mit Rutschharnischen), längs der eine tiefgreifende, gelbliche Verfärbung des in frischem Zustande blaugrauen Gesteins zu beobachten ist. Petrographisch bezeichnet man die Seelaffe am besten als sandige Muschelbrekzie oder als Muschelsandkalkstein.

Die Muscheltrümmer (Cardien, Pectiniden, seltener Ostreiden), durch ihre lagige Anordnung eine deutliche Schichtung bedingend, sind mit lokalen Ausnahmen (wo die Schalen in kreideähnlichem Zustand erhalten blieben: sogenannte weiße Seelaffe) unter Zerstörung der Feinstrukturen fast durchwegs völlig umkristallisiert (mesokristalliner Calcit). Als grobklastische Gesteinskomponenten beobachtet man gelegentlich kleine Nagelfluhgerölle (Quarzite, Gneise, rote Granite, Kieselkalksteine, Hornsteine). Diese treten namentlich in der untern Seelaffe (z. B. bei Schlipf) auf Kosten des zoogenen Materials stärker hervor. Der Dünnschliff zeigt im allgemeinen folgendes Bild:

Basalzement aus Calcit, mikro- bis mesokristallin, ohne Hohlräume, darin meist grobkristalline Calcitstreifen als Schnitte durch Muschelschalen, die zum Teil noch den faserigen Aufbau zeigen, deren Feinstruktur aber meistens durch Umkristallisation zerstört ist. Hauptgemengteile quantitativ zurücktretend, in unregelmäßiger bis lagiger, von Schliff zu Schliff stark variabler Verteilung:

Quarz: oft undulös auslöschend, vorwiegend in ausgesprochen eckig-scharfkantigen, zackigen Individuen (eigentliche Bruchsplitter). Viele Quarze zeigen überraschend intensive *Korrosionserscheinungen* unter starker Verzahnung mit dem Basalcalcit. Noch auffallender ist das Auftreten *tiefgreifender Risse*, die durch Calcit ausgeheilt sind. In vielen Fällen beobachtet man hierbei eine starke Verdrehung der noch zusammenhängenden Quarzteile (verschiedene optische Orientierung, undulöse Auslöschung!), die wir auf einen gewissen Kristallisationsdruck des in den Rissen auskristallisierenden Basalcalcites zurückführen möchten. (Wir beobachteten derartige Erscheinungen, denen in Zukunft vermehrte Aufmerksamkeit zu schenken ist, übrigens auch in anderen miozänen und oligozänen Kalksandsteinen unseres Gebietes, nirgends aber sind sie so häufig, deutlich und intensiv wie in der oberen Seelaffe. Sie zeigen sich in schwächerer Form teilweise auch an Feldspäten und an Glaukonit.)

Mikroklin (relativ häufig und frisch), *Orthoklas*, *Albit*, selten basische Plagioklase, *Muskowit*, *Biotit*, Chlorit, Hornsteintrümmer; feiner Grus von Calcit, Quarz, Serizit, zum Teil auch Glaukonit ist lokal angereichert. Akzessorien: Epidot, Granat, Zirkon, Erz. *Glaukonit*, meist in großen rundlich-ovalen, frisch-homogenen Körnern, zum Teil mit Erztüpfeln; nicht selten Körner mit deutlich faserigem Bau, dann gut pleochroitisch. Uebergänge zu stark granuliertem Glaukonit (feinverteilttes Erz!) unter Entfärbung, dann oft schwer diagnostizierbar. Glaukonit selten als eigentliche Zwickelausfüllung.

Bryozoen- und Echinodermenreste (z. B. Schnitte durch Echinidenstacheln) und kohlige Substanzen nicht selten. An Foraminiferen wurde in fünf untersuchten Schlifften ein einziges Exemplar gefunden.

Die Seelaffe ist dank ihrer Wetterbeständigkeit ein geschätzter Nutzstein. Der Steinbruchbetrieb bei Blatten, 1908 eröffnet und später vorübergehend eingestellt, hat neuerdings wieder starken Aufschwung erfahren (Material für Garten- und Straßenbauten, Randsteine, Marksteine; Sohlengewölbe des Ricken- und Rosenberg隧nells etc.). Auf die große Bedeutung der Seelaffe als erratisches Leitgestein (fächerartiger Lokalschweif des Rheingletschers!) haben vor allem Gutzwiller (Lit. 56, p. 125, Lit. 58, p. 110 und 119), Falkner und Ludwig (Lit. 81, p. 105), Früh (Lit. 41, p. 363/364, Lit. 38, p. 21—25) und Weber (Lit. 134, p. 48—52) hingewiesen. Ludwig (Lit. 83, p. 185) macht auf das Fehlen der Seelaffe im Deckenschotter besonders aufmerksam.

Einen speziellen Hinweis verdienen in diesem Zusammenhange die Karrenbildungen auf der Seelaffe von Blatten, die durch den Steinbruchbetrieb zeitweilig prachtvoll entblößt, leider aber auch sehr rasch wieder zerstört werden. Die Abhängigkeit der Karrenlöcher und -rinnen von der Gesteinsklüftung ist evident; es handelt sich daher offensichtlich zur Hauptsache um echte, rein chemisch-korrosiv bedingte Lösungserscheinungen. Indessen ist für einzelne kesselartige Löcher von über 1,5 m Breite und Tiefe, wie sie u. a. von J. Wahrenberger (pers. Mitt.) 1928 registriert wurden, die Annahme subglazialer Strudelkolke nicht zum vorneherein von der Hand zu weisen, umsomehr als solche Erscheinungen vom Sporn von Riedenburg (Bregenz), dem rechtsrheinischen Gegenstück des Seelaffehügels, seit langem bekannt sind.

Fossilinhalt der obern Seelaffe:

Abgesehen von meistens kaum generisch bestimmbarē marinen Mollusken, von kohligen Einlagerungen (Treibholzstücke) mit *Teredo spec. indet.* und von einem fraglichen Stück *Balanus* (Coll. Heimatmuseum Rorschach) verdienen die in der Blattener Seelaffe vorkom-

menden Wirbeltierreste ganz besonderes Interesse. Es war uns vergönnt, anhand eines großen Materiales⁸⁾ folgende Fossilliste aufzustellen⁹⁾:

Pisces:

- Selachii: *Notidanus primigenius* Ag. (2 Expl.) (St.) Taf. I Fig. 4—5
Hemipristis serra Ag. (16) Taf. I Fig. 1—3
Galeocерdo aduncus Ag. (1; auch zitiert in Lit. 78 p. 89) (Sch.)
Odontaspis acutissima Ag. (85) Taf. I Fig. 7—8
Odontaspis cuspidata Ag. (40) Taf. I Fig. 6, 9, 10
Oxyrhina hastalis Ag. (8) Taf. II Fig. 1—3
Oxyrhina Desori (Ag.) *Sismonda* (5) Taf. II Fig. 4—6
Carcharodon megalodon Ag. (1) (St.) Taf. II Fig. 7
Carcharias (*Hypoprion*) spec. (1) (Det. Leriche) (St.)
Taf. II Fig. 8
Carcharias (*Prionodon*) spec. (3) (Det. Leriche) Taf. II Fig. 9
Rochenstacheln, zum Teil von *Trygon*. (Versch. Fragmente)
Taf. III Fig. 1—2
Rhinoptera Studeri Ag. (12) Taf. III Fig. 3—4
Große *Rhinoptera* spec. (1) (St.) Taf. III Fig. 5
Aetobatis arcuatus Ag. (11)
Selachierwirbel versch. Form und Größe (35)¹⁰⁾
- Ganoidei: Hautschild von *Acipenser molassicus* Probst? (St.) Taf. III Fig. 7. Stimmt ausgezeichnet überein mit Probst (Jahreshefte des Vereins für vaterl. Naturkunde in Württemberg, 1882) p. 116, Taf. II, Fig. 1. Nach Zittel (Handbuch der Paläont. 1887-1890, Abt. Paläozoologie, Bd. III, p. 163/164, p. 105) könnte es sich hierbei allerdings auch um den Hautschild eines Rochens handeln.
- Teleostei: *Chrysophrys* cf. *molassica* Probst (1) (R.) Taf. III Fig. 6.

⁸⁾ Außer eigenen Funden stand uns neben Material aus dem Heimatmuseum Rorschach (J. Wahrenberger) und von G. Schenk (Berneck) vor allem die reichhaltige große Privatsammlung von J. Stäheli (St. Gallen) zur Verfügung. Es sei diesen Herren auch an dieser Stelle für ihr Entgegenkommen herzlich gedankt.

⁹⁾ Für ihre Mithilfe bei der Bearbeitung der Seelaffefossilien bin ich den Herren Prof. M. Leriche (Brüssel), B. Peyer (Zürich) und H. G. Stehlin (Basel) sowie meinem Kollegen H. Stauber zu bestem Dank verpflichtet. In der Fossilliste bedeutet: St. = Coll. Stäheli, Sch. = Coll. Schenk, R. = Coll. Heimatmuseum Rorschach.

¹⁰⁾ Von den 170 untersuchten Selachierzähnen gehören 73% zum Genus *Odontaspis*, 8% zu *Oxyrhina*, während *Carcharodon* mit einem einzigen Vertreter zu den Seltenheiten der Staader Seelaffe zählt.

Reptilia:

Crocodilia: Ein Hautschild von *Crocodylus* (R.) Taf. IVa Fig. 1
Schlecht erhaltener Reptilienzahn, vermutlich von *Crocodylus* (Sch.)

Testudinata: Verschiedene Panzerfragmente von Schildkröten, darunter
3 sicher von *Trionyx* Taf. IVa Fig. 2—3

Mammalia:

Cetacea: Rostrum eines langschnäuzigen Delphins (*Delphinus canaliculatus*) (St.) (Det. Stehlin) Taf. IV b Fig. 6

Exooccipitale dexter von *Delphinus* (St.) (Det. Stehlin)
Taf. IVa Fig. 5

Petrosum eines Meersäugers (St.) (Det. Stehlin)

Verschiedene Zähne und Zahnwurzelfragmente von Cetaceen
(8) Taf. IVa Fig. 4, Taf. IV b, Fig. 7—8

Verschiedene Rippenfragmente von Meersäufern, zum Teil
eventuell von *Halitherium* (7)

Verschiedene Wirbelfragmente von Meersäufern, zum Teil
eventuell von *Halitherium* (4)

Ungulata: Radius (proximales Ende) eines Cerviden (St.) (Det. Peyer)

Femur-Kopf eines Cerviden (St.) (Det. Peyer)

Zwei Geweihfragmente von Cerviden (St.) (Det. Peyer).

Außerdem enthält die Sammlung Stäheli über 40 vorderhand unbestimmbare Knochenfragmente. Ein Teil dieses Materiales dürfte anhand zukünftiger Strukturforschung bestimmbar werden.

f) Obere Plattensandsteine, blaugraue Schiefermergel und oberste Plattensandsteine. Ueber die obere Seelaffe legt sich erneut ein zirka 60 m mächtiger Komplex blaugrauer, bald plattiger, bald mehr grobbankig-massiger, mariner Kalksandsteine: Obere Plattensandsteinzone (z. B. Steinbrüche bei der Station Staad). Schon hier erkennt man lokal eine gewisse Tendenz zur Vermergelung, die im Hangenden rasch zunimmt und zu den blaugrauen Schiefermergeln überleitet, einer Serie, deren Mächtigkeit sich zu 40—50 m bestimmt und die auf dem Bahnhofareal von Rorschach und am Mühletobelbach wohl am schönsten erschlossen ist. Diese blaugrauen Sandmergel sind hier, im Gegensatz zu den Verhältnissen bei St. Gallen, fossilarm. Nur im obersten Teil stellt sich ein petrefaktenreiches Niveau ein, das uns im Riff des Hürli-buck bei Staad-Speck entgegentritt. Es enthält die aus dem St. Galler Helvétien zur Genüge bekannten häufigsten Molluskenformen, wäre

aber einer künftigen Ausbeutung bei Niederwasser wohl wert, umso mehr als nach p. 37 dieser Horizont stratigraphisch bedeutend höher liegt als das höchste marine Helvétien bei St. Gallen.

Den Abschluß des Rorschacher OMM-Profiles bilden endlich die sogenannten obersten Plattensandsteine, die innerhalb Rorschach da und dort zutage treten und früher auch in Steinbrüchen abgebaut wurden: SW Hauptbahnhof, beim Seminar, beim Feldmühlweiher etc. Das sichtbare Ausgehende dieser Plattensandsteinserie dürfte 20 m nicht übersteigen. Vermutlich repräsentiert dieselbe bei Rorschach das letzte marine Niveau, d. h. das Dach der gesamten OMM überhaupt. Die mutmaßliche Grenze OMM-Obere Süßwassermolasse dürfte etwa auf der Höhe des Rorschacher Hafens durchstreichen.

g) Zusammenfassung, Gliederung und Mächtigkeit. Nach den vorhergehenden Ausführungen gliedert sich die OMM von Rorschach und Umgebung wie folgt:

Obere Süßwassermolasse (Tortonien)

9. Oberste Plattensandsteine	ca.	20 m
8. Blaugraue sandige Schiefermergel		40—50 m
7. Obere Plattensandsteine, zum Teil massig und lokal vermergelnd		50 m
6. Obere Seelaffe im Mittel		5 m
5. Mittlere Plattensandsteine, lokal etwas massiger		80 m
4. Untere Seelaffe im Mittel		4 m
3. Untere Plattensandsteine, massig als Buchbergsandstein, an der Basis lokale Einlagerungen von Muschel-sandstein		150 m
2. Basiskonglomerat (polygene Nagelfluh)		3—10 m
1. Basissandstein, lokal fehlend, im Mittel		15 m

Untere Süßwassermolasse (Aquitaniien)

Die totale Mächtigkeit der OMM beträgt somit ca. 400 m. (Gutzwiller kam 1882 auf nur 300 m und unterschied bloß 4 verschiedene Niveaux.) Nun sind in der OMM bekanntlich sowohl das Helvétien (= Vindobonien inf.) als auch das Burdigalien vertreten, eine Zweiteilung, die — wie E. Baumberger neuerdings wieder betonte — anhand der säugetierpaläontologischen Ergebnisse gesichert erscheint, die aber auf Grund der Molluskenfaunen auch heute noch nicht durchführbar ist. Eine Zweiteilung rechtfertigt sich aber, wie vor allem Rutsch (Lit. 114) gezeigt hat, auch aus lithologischen Gründen, indem

man einen durch Plattensandsteine und Muschelsandsteine (mit artenarmer Molluskenfauna) charakterisierten tiefern Komplex (Burdigalien) einer höhern, durch blaugraue Schiefermergel (mit artenreicher Molluskenfauna) gekennzeichneten Schichtfolge (Helvétien) gegenüberstellen kann; das marine Helvétien ist im Ganzen als die Mergelfazies des Burdigalien zu betrachten. Von solchen Gesichtspunkten ausgehend, hat Rutsch (allerdings noch auf Grund der Gutzwiller'schen Untersuchungen) die Rorschacher OMM in Helvet und Burdigal getrennt durch eine Grenze irgendwo zwischen Nr. 6 und Nr. 8 unseres obigen Profils. Berücksichtigt man die bereits in Nr. 7 lokal auftretende Vermergelung, so würde man die helveto-burdigale Grenze am zweckmäßigsten zwischen die Horizonte Nr. 6 und 7 verlegen. Wir werden aber später in anderem Zusammenhang erkennen, daß diese Abtrennung nicht aufrechtzuhalten ist, und daß speziell die obere Seclaffe bereits ins Helvétien gestellt werden muß.

II. Die Rorschacher OMM im Rahmen ihrer westlichen und östlichen Fortsetzung.

Die Rorschacher OMM zeichnet sich durch zwei Erscheinungen besonders aus: Einerseits durch ihre völlig marine und andererseits durch ihre praktisch konglomeratfreie Entwicklung. Diese Eigentümlichkeiten sind bedingt durch die ausgezeichnete Lage dieses Sedimentationsbezirkes im Gebiet zwischen zwei selbständigen, voneinander wohl differenzierten Nagelfluhschuttfächern, die sich östlich und westlich der „Rorschacher Bucht“ deltaartig ins miozäne Meer ergossen. Verfolgen wir die OMM von Rorschach gegen SW, so stellen sich, mit der Annäherung an die bekannten Profile von St. Gallen und Herisau, mehr und mehr bunte Nagelfluhhorizonte ein, während sich gleichzeitig limnische und brackische Einschaltungen in zunehmendem Maße zwischenzulagern beginnen. Wir gelangen in den Bereich der östlichen Hörnli-Töß-Nagelfluhschüttung, in deren zentralen Partien bekanntlich die gesamte OMM durch limnoterrestische Äquivalente ersetzt ist. Entsprechende Vorgänge der Aufnahme groborogener Komponenten und der Einschaltung limnischer Zwischenkomplexe vollziehen sich gegen E. Bei Bregenz, nach einem durch das Rheindelta bedingten Längsprofilunterbruch von 12 km zwischen Bauriet und Riedenburg, ist die OMM auch in dieser Richtung stark nagelfluhführend geworden. Wir stehen hier am W-Rand der miozänen Pfänder-

Kalknagelfluhschüttung. Derartige paläogeographische Verhältnisse reizen speziell aus faziell-stratigraphischen Gründen zu einem Versuch, die Rorschacher OMM noch in einem etwas erweiterten, über das engere Arbeitsgebiet hinausgehenden Rahmen zu betrachten.

1. Die OMM von St.Gallen und Umgebung.

Westlich des Rorschacherberges sind vor allem die klassischen Profile zwischen der Goldach und der Sitter bzw. Urnäsch zu Berühmtheit gelangt. In tief eingerissenen postglazialen Schluchten eindrücklich erschlossen oder an verschiedenen Lokalitäten in unmittelbarer Nähe der Stadt St.Gallen bequem zugänglich, lenkten diese „St.Gallerschichten“ zunächst wegen ihres Petrefaktenreichtums die Aufmerksamkeit auf sich (J. Schläpfer 1821, B. Studer 1825, K. Mayer-Eymar 1854, 1872 etc.). Nachdem B. Studer (Lit. 132, p. 449—451) 1853 einige Details aus der marinen Molasse St. Gallens erwähnt hatte, gab J. C. Deicke (Lit. 23) 1855 zum ersten Mal ein genaueres stratigraphisches Profil durch eine sogenannte „Zweite Gruppe mit nördlichen Einfällen“ (wie er die OMM benannte), unterschied im Goldachprofil 10 Horizonte, im Sitterquerschnitt deren 6 und veranschlagte die entsprechenden Gesamtmächtigkeiten der OMM auf 2000 bzw. 600 Fuss. Eine eingehende Beschreibung der Verhältnisse im Sitter- und Goldachprofil verdanken wir A. Gutzwiller 1883 (Lit. 58, p. 31—34 bzw. 38—40), der die Mächtigkeit der OMM auf 140 bzw. 430 m schätzte. 1904 entdeckten A. Ludwig und C. Falkner (Lit. 81) die „untere Stufe“ oder „tiefere Etage der marinen Molasse“ an der Urnäsch, die (als „mittleres Helvetian“) vom „oberen Helvetian“ durch einen „limnischen Zwischenkomplex“ getrennt ist. Die heutige Gliederung der OMM von St. Gallen in Helvet und Burdigal geht zurück auf R. Rutsch 1928 (Lit. 114). Ihr schloß sich auch A. Ludwig 1930 und 1931 (Lit. 96, 98) an, zog aber in Uebereinstimmung mit Baumberger (z. B. stratigraphische Tabelle im „Geologischen Führer der Schweiz“) den von Rutsch ins Helvet gestellten limnischen Zwischenkomplex zwischen Sitter und Goldach zum Burdigalien. Nach Ludwig erreicht im Sitter-Urnäschprofil das Helvet eine Mächtigkeit von 130 m, das Burdigal eine solche von ca. 300 m. Beiden Stufen entsprechen weiter im W ungefähr gleichmächtige limnoterrestre Aequivalente. Diese auf Atlas Blatt 4 zwischen Glatt und Necker zum ersten Mal konsequent ausgeschieden zu haben, ist eines der großen Verdienste Ludwigs.

Bevor wir uns einer vergleichenden Darstellung der St. Galler OMM-Profile zuwenden können, müssen in den zwei folgenden Abschnitten zunächst die Grenzverhältnisse der OMM gegen die untere und obere Süßwassermolasse einer nähern Prüfung unterzogen werden.

a) Das burdigale Basiskonglomerat zwischen dem Rhein und der Urnäsch und die aquitano-burdigale Grenze.

Eine Hauptschwierigkeit bei der Gliederung der klassischen St. Gallerprofile bot von jeher die Abgrenzung der OMM gegen das Aquitanien. Diese Schwierigkeit besteht darin, daß hier die Oligo-Miozängrenze nicht mehr wie im E (Buchberg-Rorschacherberg) zugleich eine ausgeprägte Faziesgrenze Limnisch-Marin darstellt, sondern daß der limnische Charakter des Aquitans auch auf das untere Burdigal übergreift, um schließlich noch weiter im W die marine Fazies der OMM völlig zu verdrängen. Nun haben wir im E als eigentlichen Einsatz der burdigalen Meerestransgression ein BK kennengelernt. Von ihm dürfen wir a priori erwarten, daß es als groborogene Bildung gegen W, d. h. mit der Annäherung an das Schüttungszentrum, mit zunehmender Mächtigkeit weiterziehe. Gelingt es, diesen wichtigen Geröllhorizont vorderhand bis zur Urnäsch zu verfolgen, so haben wir damit auch bei St. Gallen die aquitano-burdigale Grenze festgelegt.

Es ist ja, wie u. a. Alb. Heim in der „Geologie der Schweiz“ hervorhebt, ein Merkmal der meisten Molassenagelfluhbänke, daß sie sich oft in erstaunlicher Geschlossenheit und scharfer Abgrenzung über viele Kilometer weit verfolgen lassen. Ohne an dieser Stelle den mutmaßlichen Schüttungsmechanismus dieser Konglomeratbänke näher zu diskutieren, dürfen wir heute doch soviel sagen, daß ihre Ablagerung einem plötzlichen, ruckartig einsetzenden, kurzperiodischen Schottervorstoß entspricht. Damit aber eignen sich diese Nagelfluhhorizonte dank ihrer regionalen Ausdehnung in hervorragendem Maße als geologisch-stratigraphische Zeitmarken, die — unabhängig vom Ablagerungsmedium — ein vortreffliches Mittel zur exakten zeitlich-räumlichen Korrelation differenter Faziesbereiche an die Hand geben.

Bereits Gutzwiller und Früh haben unser BK vom Buchberg bis an den obern Wattbach verfolgt, ohne allerdings dessen grundsätzliche stratigraphische Bedeutung in vollem Umfang erkannt zu haben. Es scheint uns daher angebracht, den Verlauf dieses BK im folgenden etwas näher zu beschreiben.

3 m mächtig, taucht das BK bei Bauriet aus der Rheinebene empor und streicht über Nagelstein und Station Tobel-Wienacht in die Gegend von Christhaus (Mächtigkeit mit unbedeutenden Sandsteineinlagerungen hier bereits 10 m; Ueberlagerung durch marine Plattensandsteine). Nörd-

lich St. Gallisch Grub erreicht es bereits 15 m Mächtigkeit und steigt am Hang oberhalb Rüti auf gegen 20 m. Hier wird die völlig kompakte Nagelfluhbank von 2 m Basissandstein unterlagert, unter dem in einer kleinen Bachrinne gelbliche Aquitanmergel zutage treten. Von Wienacht bis Feuerschwende ist das BK immer mitten am S-Hang des Rorschacherbergs zu suchen, während die untere Seelaffe oben die höchste Gratkante bildet. Jetzt übernimmt das BK die Rolle des Muschelsandsteins und schwingt sich von Feuerschwende an rasch empor zum Haldenwald (995,4 m), dessen Kamm und N-Hang aufbauend. Der steile S-Hang des Haldenwaldes zeigt gelbliche Mergelanrisse im Aquitan, Basissandstein wurde nicht beobachtet. Vom Haldenwald-W-Gipfel zieht das BK nun aber nicht, wie Gutzwiller dies auf Blatt IV einzeichnet, über den Grat in Richtung P. 917 m, sondern biegt über P. 962 m scharf nach NW zurück gegen das Einzugsgebiet des Witenbaches. Hierauf bildet es, erneut nach S vorspringend, Grat und N-Hang des Steinwaldes. Bei Eggersriet ist das BK in seiner ganzen Mächtigkeit von ca. 25 m in einem Kiesbruch nochmals aufgeschlossen. Dann aber liegt es gegen W auf etwa 2 km Länge verdeckt unter Quartär. Das tiefste sichtbare Burdigalien ist bei Tannacker auf Q. 830 m und Q. 850 m (Steinbruch mit bankig-massigen blaugrauen marinen Sandsteinen, Rippelbildungen) erschlossen, das BK dürfte etwa auf Q. 790 m durchstreichen. *Auf jeden Fall setzt die marine Fazies des Burdigal noch im Raume von Eggersriet direkt mit dem BK ein.* An der Goldach ändert sich dies nun: E Kasten erscheint das BK erneut am rechten Tobel-Hang der Goldach auf Q. 770 m und quert den Fluß bei der Ruine Rappenstein. Die 30 m mächtige Doppelbank, mit teilweise etwas aufgearbeitetem Kontakt der aquitanen Mergelzone des Landgrabens aufsitzend, wird hier überlagert von einem ca. 50 m mächtigen Mergel-Sandsteinkomplex, der die bekannten, früher zeitweilig abgebauten, autochthonen Kohlenflözchen des Schaugentobels enthält und dessen limnischer Charakter, abgesehen von den faziellen Verhältnissen, durch Vertreter der Gattungen *Helix*, *Planorbis*, *Limnaeus* und *Melania* (J. Früh) zur Genüge erwiesen ist. Für weitere Details sei auf C. Deicke (Lit. 25, p. 103), Gutzwiller (Lit. 58, p. 38—39), E. Letsch (Lit. 79, p. 220—221) und A. Ludwig (Lit. 81, p. 11-12, Lit. 89, p. 160) verwiesen.

Seit Gutzwiller wurden diese kohlenführenden Schichten des Schaugen¹¹⁾ stets zur untern Süßwassermolasse gerechnet bzw. als oberstes

¹¹⁾ Die limnischen Kohlenschichten sind übrigens, wie aus einem Stollenprofil im Besitze des Stadt St. Gallischen Elektrizitätswerkes (auf das uns F. Saxer freundlichst aufmerksam machte) hervorgeht, bereits ca. 1 km nordöstlich der Goldach nachgewiesen und haben demnach eine ganz respektable horizontale Ausdehnung. Dieser Wasserstollen Aachmühle-Untereggen (Dauer der Stollenbohrung vom 8. Januar 1896 bis 3. August 1898, Inbetriebsetzung des Unterwerkes Lochmühle am 29. April 1899) beginnt an der Goldach wenig unterhalb der Einmündung des Landgrabens, endigt bei einem Gefälle von 1‰ und einer Länge von 2207 m bei Mittlerhof und hat bei 850 m ab S-Eingang das BK, zwischen 880 und 940 m eine „große Kohlenader“ und „zwei kleine Kohlenschichten“ durchfahren. Leider ist das die ganze OMM umfassende Stollenprofil für weitere stratigraphische Korrelationen unbrauchbar.

Aquitaniien betrachtet. Nach unseren Bemerkungen über die grundsätzliche Bedeutung des BK kann natürlich über die stratigraphische Zuordnung dieser Kohlenschichten kein Zweifel bestehen: Sie repräsentieren als *limnischer Basiskomplex* das unterste *Burdigalien*.

Von Rappenstein verfolgen wir das BK über den Bärenwald zum Wenigerweiher, wo es in einem verlassenen Steinbruch am N-Ende des Weihers von Früh (Lit. 40) seinerzeit näher beschrieben wurde. Im unmittelbaren Liegenden beobachtet man hier gelbrot gefleckte Aquitanmergel, die als charakteristische und anhängliche Begleiter das BK weiter gegen W begleiten. Im Hangenden beschreibt Gutzwiller (heute verdeckte) „graue, granitische, mergelige Sandsteine und rötliche Mergel“ von limnischem Habitus. Ludwig (Lit. 81, p. 10 und 42, Lit. 86, p. 40) notierte hier auch Süßwasserkalk. Bei der Spinnerei Schlipf setzt das BK, „unterlagert von massivem granitischem Sandstein, überlagert von gelblichen und rötlichen Mergeln“ (Gutzwiller, Lit. 58, p. 24), über die Steinach und bildet, über Bädli streichend, Grat und N-Hang des Brandwaldes 925 m. Von hier an stellen sich nun sowohl über wie unter dem BK weitere Nagelfluhbänke ein, die die Lokalisierung unseres Leit-horizontes teilweise wesentlich erschweren. Die Nagelfluhen im Liegenden des BK (etwa 3—4 Bänke im Raume südlich des Wattbaches, lokale Einlagerungen schon bei Fröhlichsegg, Rüti, Waldegg etc.; vergl. hierüber die Geol. Karte von St. Gallen) dokumentieren, daß sich die erste lokale Geröllzufuhr zum mindesten im östlichen Hörnlfächer bereits *im oberen Aquitan* zu akzentuieren begann.¹²⁾

Vom Brandwald weg hält sich das BK zunächst auf der rechten Seite des Wattbachs, quert diesen sodann oberhalb der Straße nach Teufen und bildet die Nagelfluhschichtplatten im Walde ob Jonenwatt. Im Liegenden (z. B. Brandtobel, alter Steinbruch am Gstaldenbach) gelangt der aquitane, granitische Sandstein bereits zu bedeutender Mächtigkeit. Bei Jonenwatt sieht man das BK als steile Felswand (Felssturz von 1889!) gegen die Straße und den Wattbach herunterkommen. Letzterem folgt es bis ungefähr w vom Wort Wattwald, um dann, halbinselartig nach S vorspringend, die gegen 30 m mächtige Nagelfluhplatte gegen Gstalden hinauf (bis ca. 830 m) zu bilden. Hier ist der große Kiesbruch der Appenzellerbahn an der Straße bei P. 760 m in das BK eingelassen, und an dieser Lokalität befindet sich im untersten Teil des komplexen BK (Einlagerungen von Sandstein und Mergel und Kohlennestern) die für Aquitan geltende, bereits erwähnte *Fossilfundstelle Lustmühle*. An der Hauptstraße (beim Gstaldenbach) und am Wattbach fallen sofort die bezeichneten rotgelb fleckigen Mergel als Unterlage des BK auf. Ueber dem BK fand Ludwig (Lit. 81, p. 43) die ersten marinen Fossilien (Cardien) „1 cm südlich W von Wattwald“ (Q. 760 m), so daß für den limnischen Basiskomplex des Burdigals im Wattbachprofil demnach noch eine Mächtigkeit von maximal 65—70 m übrig bleibt.

¹²⁾ Aus dem Umstand, daß im Urnäschprofil diese oberoquitane Nagelfluhen lokal fehlen, darf auf einen relativ selbständigen geröllliefernden Flußarm im Wattbach-Sitter-Sektor geschlossen werden.

Vom Wattbach NW Station Lustmühle zieht das BK hinauf gegen P. 794 m und erreicht als Doppelbank, wenig S Haupteten durchstreichend, die Sitter ca. 150 m S Zweibrücken (kleines Stauwehr). Wiederum stellen sich prompt die rotgelben knolligen Basismergel ein. Aus dem Sittertobel 613 m steigt das BK wieder hinauf über Störgel und Ziel nach Rüti 785 m und senkt sich dann hinab in das unwegsame Tobel der Urnäsch, den Fluß bei r vom Wort Urnäsch, 900 m S des Kubelwerkes, überschreitend. Als gewaltige Doppelbank ruht hier das BK in messerscharfem Kontakt auf den gelbroten, mit gelblichen Mergelsandsteinen vergesellschafteten Mergeln des obersten Aquitans. Die Verhältnisse erinnern, da granitische Sandsteine erst ca. 50 m tiefer einsetzen und Konglomerate fehlen, in jeder Beziehung an die Profile am Landgraben und am Steinlibach weiter im E.

Damit liegt nun die aquitano-burdigale Grenze an der Urnäsch bedeutend tiefer als man bisher annahm. Ludwig (Lit. 96, Atlas Blatt 4) vermutete unter dem durch Cardien belegten marinen Burdigalien des Urnäschprofils noch ca. 100 m limnisches Burdigal, ohne eine scharfe Grenze gegen das Aquitan ziehen zu können. Auf Grund unserer Ergebnisse erreicht nun aber dieser limnische Basiskomplex des Burdigals volle 250 m Mächtigkeit, seine Abgrenzung gegen das Aquitan ist eindeutig und, jedenfalls hier im Urnäschquerschnitt, auch lithologisch-faziell sehr klar.

Er besteht aus einer Folge von ca. 5 Nagelfluhbänken (von durchschnittlich 5—10 m Mächtigkeit), denen meist harte, zum Teil blaugraue Kalksandsteine zwischengelagert sind. Mergel treten auffallend stark zurück, die Nagelfluh wird fast stets von Sandstein unterlagert. Es ist möglich, daß die Sandsteine teilweise marine Ablagerungen sind; doch wagen wir hierüber trotz ihres Glaukonitgehaltes noch kein endgültiges Urteil abzugeben.

Es ist uns damit gelungen, das BK, d. h. also die aquitano-burdigale Grenze, zwischen dem Rhein und der Urnäsch auf einer Strecke von über 21 km Länge durchgehend festzulegen. W der Urnäsch haben wir bis heute keine entsprechenden Begehungen ausgeführt, doch ist wohl kaum daran zu zweifeln, daß sich das BK auch noch weiter gegen W werde verfolgen lassen. Auf jeden Fall ist auch auf Atlas Blatt 4 die Oligo-Miozän-Grenze entsprechend weiter nach S zu verlegen, und es besteht dabei, soweit sich die Verhältnisse heute schon überblicken lassen, durchaus die Gefahr, daß die bekannte Aquitan-Fossilfundstelle Hombergtobel im Neckertal (vergl. z. B. Ludwig, Lit. 98, p. 131) trotz ihrer Leitfossilien ins Burdigalien hinaufrutschen könnte (vergl. hiezu die Ausführungen auf p. 37 ff.).

Wir wollen das burdigale BK, als einen grundlegenden Leit-horizont für die stratigraphische Gliederung der ostschweizerischen Molasse nicht verlassen, ohne noch in Kürze einige Bemerkungen über seine Geröllführung und über ein paar spezielle Erscheinungen beizufügen.

Dem Geröllbestand des BK hat Fröh (Lit. 40, p. 75—77) einen eigenen Abschnitt gewidmet. Zwei Geröllzählungen, eine aus dem östlichen und eine aus dem westlichen Bereich, mögen die Fröh'schen Angaben ergänzen. Sie geben gleichzeitig ein ungefähres Bild von der Zusammensetzung der tieferen miozänen St. Galler Nagelfluhen überhaupt.

Basiskonglomerat:	I. Wenigerweiher		II. Station Tobel-Wienacht	
Komponenten:	Anzahl	%	Anzahl	%
Rote Granite	6	2	2	1
Grüne — graue Granite . . .	4	1	—	—
Uebrige Granite, Aplite etc. .	27	8	20	6
Quarzporphyre	—	—	1	+
Gabbro-Diorite	4	1	8	2
Basische Effusiva	4	1	5	1
Gneise, Glimmerschiefer . .	—	—	9	3
Kristallin total:	45	13	45	13
Quarze inkl. Quarzite	11	3	28	8
Kieselkalke	110	31	129	38
Helle Kalke — Mergelkalke .	62	18	19	6
Dunkle Kalke	49	14	38	11
Fleckenmergelkalke	2	+	4	1
Sandkalke, Sandsteine u. ä. .	35	10	43	13
Brekzien und Konglomerate .	13	4	7	2
Verrukano — Buntsandstein .	—	—	3	1
Dolomite	21	6	14	4
Hornsteine, Radiolarite . .	2	1	10	3
Sedimente total:	305	87	295	87
Total der gezählten Komponenten	350		340	

Man erkennt im großen Ganzen eine gewisse Anreicherung der widerstandsfähigeren Komponenten (Quarze und Quarzite, Hornsteine, Kieselkalke) von W nach E, d. h. mit zunehmendem Transportweg. Das Fehlen

metamorphen Kristallins in Zählung I bedeutet eine lokale Ausnahme, serizitführende Gneise sind normalerweise häufig. Beachtung verdient, im Vergleich mit den aquitanen Gäbrisnagelfluhen, die relative Häufigkeit basischer Eruptiva. Wir notierten u. a. auch von Eggersriet neben prachtvollem ostalpinem Granit, Gneis, Verrukano, Buntsandstein etc. respektabler Größe reichlich grünliche Diabasporphyrite (event. Oberostalpin-Silvretta?), Gabbro-Diorite und dunkle dichte basische Effusiva. Eine noch stärkere Anreicherung ophiolithischer Komponenten beobachtete Ludwig (Lit. 100, p. 878, Lit. 101) namentlich in den Tortonkonglomeraten über der Abtwiler-Kalknagelfluh, doch gilt ganz allgemein, daß in der Ostschweiz sofort mit dem Einsatz der miozänen Hörnlinagelfluhen reichlich Grüngesteine zur Ablagerung kommen. Nach Gutzwiller (Lit. 58, p. 5) ist an der Goldach der obere Teil des BK als Kalknagelfluh entwickelt, im tieferen Teil soll sich das Kristallin (namentlich helle Granite mit grünlichem Feldspat) stark anreichern.

Früh (Lit. 40, p. 76) hatte am Wenigerweiher, an der gleichen Lokalität wie wir, ebenfalls 2 Geröllzählungen im BK ausgeführt. Er gelangte dabei zu einem Kristallingehalt von nur 4,9 bzw. 5,6%. Die große Differenz mit unseren Resultaten liegt wohl darin begründet, daß Früh seine zweidimensionale Auszählungsmethode in Anwendung brachte, wir hingegen einen dreidimensionalen räumlichen Nagelfluhbezirk zur Untersuchung und Statistik verwendeten (vergl. hierüber auch die prinzipiellen Bemerkungen von Liechti in Lit. 80).

Das BK zwischen Urnäsch und Rhein stellt sich, als Ganzes betrachtet, dar als eine von W nach E an Mächtigkeit allmählich abnehmende Nagelfluhbank: Mächtigkeit an der Urnäsch: 35—40 m, an der Goldach: 30 m, bei Eggersriet: 25 m, bei Christhaus: 12 m, bei Tobel-Wienacht: 3 m, bei Nagelstein: 3 m, am Buchberg: 1—2 m, bei der Weinburg: 3 m. Die rascheste Mächtigkeitsreduktion erfolgt dabei etwa von Christhaus an gegen E. Auf derselben Strecke gelangen aber, offensichtlich auf Kosten der Nagelfluh, die Basissandsteine zu maximaler Entwicklung. Es ist daher kein Zufall, daß gerade diese Basissandsteine mit dem BK durch beachtenswerte Verzahnungen bzw. Auskeilerscheinungen primär verknüpft erscheinen, Phänomene, die u. a. am Buchberg im Längsprofil, bei Tobel-Wienacht und Nagelstein im Querschnitt in selten klarer Weise studiert werden können. Einige Beobachtungen, die uns hauptsächlich auch für die Beurteilung der Sedimentationsverhältnisse des BK (und damit von Nagelfluhbänken überhaupt) von Interesse scheinen, seien im folgenden festgehalten: (Vergl. Fig. 3, p. 31)

1. Eigentliche Auskeilungen (d. h. blindes Endigen bzw. Auslaufen von Teilen der gesamten Nagelfluhbank) sind fast ausschließlich auf die Sohle des BK beschränkt. Sie erfolgen durchwegs von W nach E

bezw. von S nach N, und ergeben im Verein mit einer im Buchberg- und Basissandstein stellenweise ausgeprägten W→E Schrägschichtung von 20° das eindruckliche Abbild einer stark WSW→ENE gerichteten Transportströmung. Die Hangendgrenze des BK verläuft mit wenig Ausnahmen eben bis flachwellig.

2. Am Buchberg ist das BK starken Mächtigkeitsschwankungen unterworfen. Hierbei reduziert es sich entweder geschlossen von 3 m bis auf 0,5 m oder löst sich in verschiedene ein- bis mehrgeröllige Schnüre und Bänder auf, die aber, ohne je ganz abzureißen, sich bald wieder zusammenschließen, um erneut eine kompakte Bank von 2—3 m zu bilden. Das BK setzt also im Kleinen wie im Großen mit ganz erstaunlicher Hartnäckigkeit und Konsequenz von W nach E durch und zeigt selbst bei Bauriet noch keine Anzeichen eines raschen, endgültigen Erlöschens.

3. Sowohl die obere wie die untere Nagelfluh/Sandsteingrenze verlaufen vollkommen scharf und eindeutig. Erstens, weil in Bestätigung Kraus'scher Beobachtungen (Lit. 75, p. 10) das BK gegen den Sandstein hin keine allmähliche Auflockerung bzw. Versandung zeigt. Zweitens, weil (nicht einmal an den Auskeilstellen) ein kontinuierlicher Korngrößenübergang Nagelfluhgeröll→Sandkorn zu beobachten ist.¹³⁾ Es fehlt im Durchschnitt eine Körnerfraktion von 3—10 mm Durchmesser (Cadisch, Lit. 18, p. 116, spricht in diesem Falle von 2-maximaler Korngröße).

4. Oft ist (worauf Kraus ebenfalls hinweist) innerhalb des BK eine Sonderung der grobgerölligen (über faustgroben) Fraktionen von den kleingerölligen zu konstatieren, wobei sich mit wenigen Ausnahmen die groben Partien an der Basis anreichern.

Trotz der Mächtigkeitsabnahme des BK von W nach E, trotz zunehmender Transportdistanzen, konnten wir im Gegensatz zu Gutzwiller kaum eine entsprechende Abnahme der mittleren Geröllgrößen feststellen. Insbesondere weisen auch die maximalen Gerölle merkwürdigerweise keine Größenreduktion auf, wie aus der folgenden Zusammenstellung einiger Messungen ohne weiteres hervorgeht:

Eggersriet:

24×15×10 cm Kieselkalk	23×13×11 cm Roter Granit
23×13×12 cm Kieselkalk	16×11×10 cm Roter Granit
21×15×11 cm Kieselkalk	16×10× 5 cm Gneis
18×10× 6 cm Verrukano	

Christhaus:

22×13×11 cm Kieselkalk	17×11×10 cm Roter Granit
22×11× 9 cm Verrukano	12×9×7 cm Gneis
20×13×10 cm Kieseliger Kalk	
19×14×13 cm Kieseliger Kalk	

¹³⁾ Daß der Korngrößensprung gleichzeitig mit einer sprunghaften Änderung des Abrollungsgrades zusammenfällt, wird u. a. auch von Zingg (Lit. 136) erwähnt.

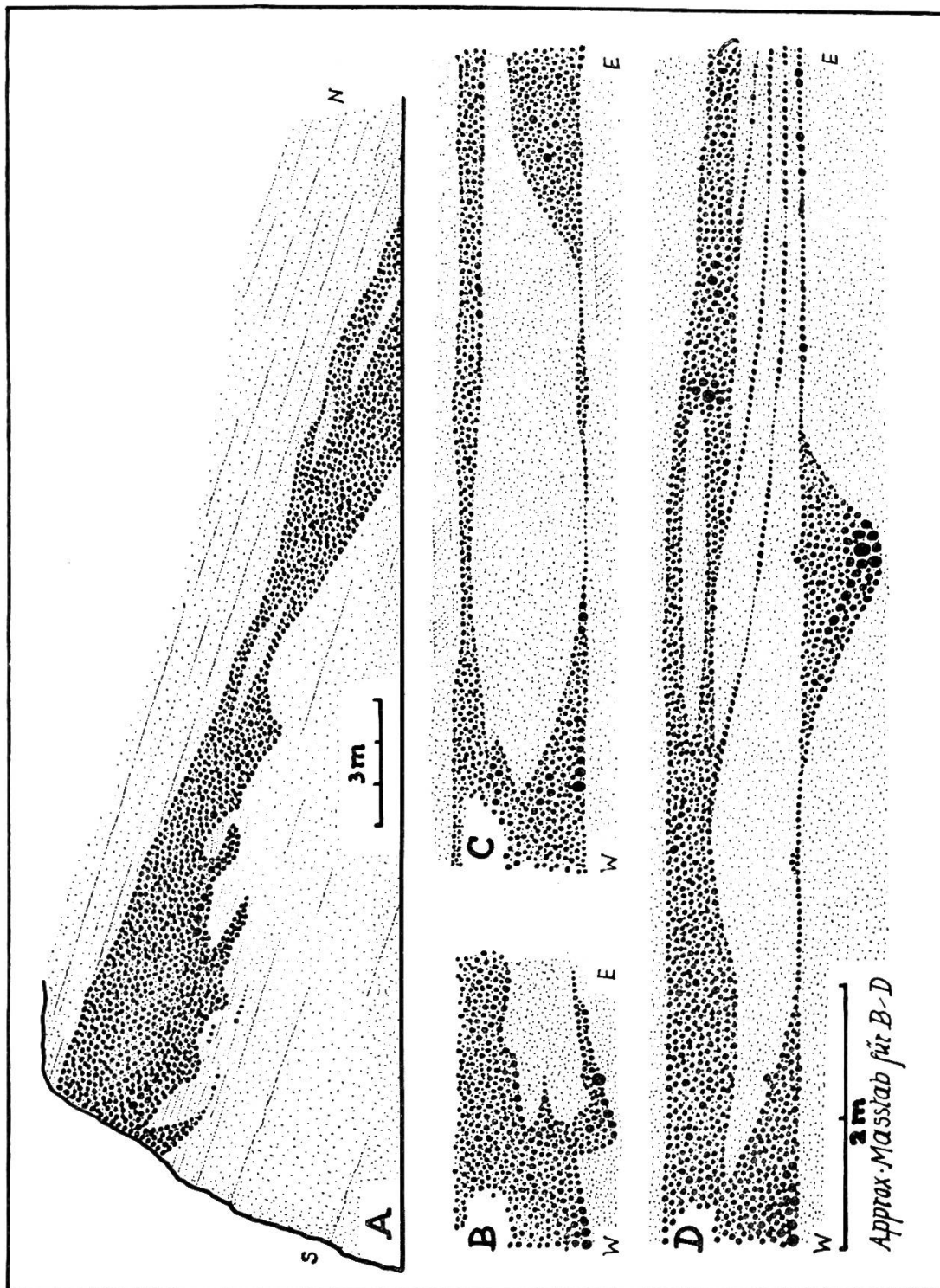


Fig. 3. **Auskeilphänomene im burdigalen Basiskonglomerat.**

A : bei Station Tobel-Wienacht.

B : an der Unterseite des BK am Buchberg (bei u von Wort Buchberg).

C : am Buchberg (bei h von Wort Buchberg).

D : am Buchberg (am Weg Steinerne Tisch-Thal).

Station Tobel-Wienacht:

18×10× 8 cm Kieseliger Kalk	20×10×11 cm Rotgrüner Granit
15×11×10 cm Kieselkalk	17×12×10 cm Quarz
15 × 9 × 6 cm Kieseliger Kalk	8 × 7 × 6 cm Roter Granit
11 × 9 × 7 cm Fleckenmergelkalk	

Nagelstein:

23 × 14 × 9 cm Kieselkalk	12 × 11 × 7 cm Quarporphyr
14 × 10 × 6 cm Kieseliger Kalk	
14 × 10 × 7 cm Kieselkalk	
11 × 9 × 9 cm Kieseliger Kalk	

Steinerner Tisch:

11 × 9 × 8 cm Kieselkalk	21 × 13 × 9 cm Roter Granit
	20 × 12 × 8 cm Aplitgranit
	18×12×10 cm Granitporphyr

Weinburg: Kindskopfgröße Gerölle beobachtet.

Auf eine Erscheinung, die allerdings keineswegs nur dem BK eigen ist, dank ihrer auffallenden Häufigkeit aber für dasselbe geradezu als Charakteristikum gelten kann, sei schließlich noch kurz aufmerksam gemacht. Sie betrifft das reichliche Auftreten von Eindrücke- und Rutschspiegelführenden Geröllen und von deformierten, zerquetschten Geschieben, deren Entstehung auf diagenetische Prozesse zurückzuführen ist.

Schon 1854 beschrieben H. Dechen und W. Haidinger (Lit. 20 und Lit. 59) das Phänomen der Eindrücke an Geröllen im BK des Buchberges. Gutzwiller (Lit. 58, p. 6) erwähnt 1883 „Eindrücke, Quetschungen und Rutschstreifen“ speziell von den Geröllen des BK am Wenigerweiher, und J. Früh (Lit. 40), der die in Frage stehenden Erscheinungen bekanntlich eingehend und regional studierte, hebt die gleiche Lokalität ebenfalls ganz besonders hervor und betont, daß er „nirgends größere Veränderungen an Geschieben wahrgenommen“ habe als hier. A. Ludwig (Lit. 81, p. 200) erwähnt aus dem ebenfalls im BK liegenden, heute zugedeckten Steinbruch an der Steinach südlich Laders „Rutschstreifen, gequetschte Gerölle etc. in wahren Kabinettstücken“, bemerkt in Lit. 89 (p. 157), daß „die intensivsten Gerölldeformationen besonders in der Bank Rappenstein-Schaugentobel-Wenigerweiher“ vorkommen und notiert in Lit. 97 (p. 86) „schönste Stücke in der von Rüti auf der rechten Flußseite nach der Urnäsch hinabziehenden Bank“, ohne daß ihm der Zusammenhang dieser Nagelfluh mit dem BK weiter im E bekannt gewesen wäre. Als weitere bemerkenswerte Fundstellen fügen wir noch bei: Steinbruch Lustmühle, Rappenstein an der Goldach, Tobel-Wienacht.

Obwohl wir im Rahmen dieser Arbeit auf eine Diskussion der Entstehung von Eindrücken und andern Deformationen verzichten

müssen — es sei u. a. auf die wichtigen Arbeiten von Früh, Alb. Heim, A. Kumm verwiesen — mag doch im Hinblick auf die Bedeutung derartiger diagenetischer Phänomene für die Erkenntnis besonderer primärer Ablagerungsverhältnisse, wie sie offenbar für das BK existiert haben müssen, wenigstens folgendes festgehalten werden:

Eindrücke als reine *Lösungsvorgänge* und Zerquetschungen und Riefungen als *mechanische Prozesse* sind genetisch scharf auseinanderzuhalten. Doch gehören die beiden Erscheinungen insofern unverkennbar zusammen, als der mechanische Prozeß durch das bei der chemischen Lösung eintretende *Zusammensacken* einer Konglomeratmasse ausgelöst wird ¹⁴⁾. Hierbei können die Komponenten einesteils in druckfreie Räume ausweichen (Entstehung der diagenetischen Glättung und Riefung), andernteils werden Geschiebe mit allseitig senkrecht zu den Berührungstellen stehendem Druck zertrümmert, sobald der vermutlich ruckartig wirksame Senkungsdruck überlagernder Schichten die Festigkeit eines Gerölls übersteigt. Es muß demnach den Nagelfluhkomponenten während der Dauer der Diagenese eine gewisse Eigenbeweglichkeit zugestanden werden, die offenbar zum größten Teil von der *Menge des sandigen Zwischenmittels* abhängig erscheint. In der Tat ist eine relativ sandarme Einbettung der Gerölle bzw. ein Zurücktreten des sandigen Bindemittels innerhalb unseres BK oft in augenfälliger Weise beobachtbar. Wir sind geneigt, diese Verhältnisse und damit die Häufigkeit eingedrückter und zertrümmerter Gerölle auf eine nach der Ablagerung und vor der Verfestigung des BK erfolgte Auswaschung zurückzuführen (Ausspülung einer strandwallartigen Schotterplatte durch Brandung oder wiederholte Transgression?).

Die Erscheinung eines weitausgreifenden burdigalen BK werden wir auch im Bereiche der Pfänderschüttung jenseits des Rheins wieder antreffen. Man kennt sie auch aus dem Gebiet des Napffächers, wo das BK in der subjurassischen Zone des bernischen Seelandes, am Bucheggberg, im Aargau u. a. O. seit langem aufgefallen ist. Auf die Bedeutung des Zusammenfallens von BK und burdigaler Meerestransgression hat vor allem J. Cadisch (Lit. 18, p. 114) aufmerksam gemacht (Kippungsbewegungen des Vorlandes als charakteristische orogene Bewegungsvorgänge).

b) Die „obere Grenznagelfluh“ = OGN und die
Helvet-Torton-Grenze.

Nachdem wir im vorhergehenden Kapitel, ausgehend von den klaren Verhältnissen am Rorschacherberg, die aquitano-burdigale Grenze in der Gegend von St. Gallen festgelegt haben, soll in folgendem der

¹⁴⁾ Selbstverständlich können deformierte Gerölle auch durch reine Dislokationsumformung entstehen.

helveto-tortonische Grenzbereich zwischen dem Bodensee und der Sitter etwas näher diskutiert werden.

An der Goldach betrachtete Deicke (Lit. 23, p. 75 und Profil) bereits 1855 als Grenze zwischen OMM und OSM (= obere Süßwassermolasse) die mächtige Nagelfluhbank westlich Hinterhof. Auch Gutzwiller (Lit. 58, p. 27) bezeichnete diesen im Goldachprofil neben dem BK einzig bedeutenden Nagelfluhhorizont als das ungefähre Dach der marinen Molasse und verfolgte ihn bis an die Sitter. Ludwig (Lit. 81, p. 45–47) sprach im gleichen Sinne von oberer Grenznagelfluh, war aber im Zweifel, ob diese Nagelfluh an der Goldach noch marin oder bereits limnisch sei. Auch er beschrieb die streichende Fortsetzung dieser OGN von der Goldach über Grütli-Neudorf, die Berneck und den Menzlenwald bis an die Sitter, wo die Widerlager der SBB-Brücke in diese Konglomeratbank eingelassen sind.

An der Goldach bildet die polygene OGN eine Doppelbank von ca. 20 m Mächtigkeit und ruht unmittelbar auf den marinen Plattensandsteinen des Helvétien. Sie enthält eine aus grauen Sandsteinen und Mergeln zusammengesetzte Zwischenlage, in der wir einige *Heliciden*-reste feststellen konnten. An einem kleinen Seitenbach am linken Goldachufer sieht man die OGN von gelblichen, zum Teil bituminösen, schneckenführenden, zweifellos rein limnischen Mergeln und Sandsteinen der OSM unmittelbar überlagert. Man würde somit im Goldachprofil die OGN zweckmäßig als die Basis der OSM, d. h. des Tortonien betrachten.

Nun enthält aber diese selbe OGN im Grütli-Steinbruch nordöstlich Hof Tablat reichlich *Cardien*, dasselbe konstatiert man westlich P. 697 m. Am Bache zwischen Flurhof und Hagenbuch fand Ludwig marine Fossilien (*Turritellen*) sogar in den die OGN überlagernden Sandsteinen. Die marine Fazies des Helvet reicht also schon hier lokal über die OGN hinaus. An der Sitter zog Gutzwiller die OGN zur OSM; Ludwig (z. B. Atlas Blatt 4) ließ ebenfalls mit ihr das Tortonien beginnen, denn er fand „unmittelbar über dem marinen Vindobonien (Helvétien), noch unter der Nagelfluh, welche die Bahnbrücke trägt“ (Lit. 101), die von E. Baumberger bestimmten Torton-Leitfossilien *Cepaea silvana* Klein und *Clausilia helvetica* Mayer (vergl. hiezu auch Baumberger Lit. 8, p. 159)¹⁵⁾.

¹⁵⁾ Die Grenze zwischen dem nur marine Formen führenden Helvet und dem nur Land- und Süßwassermollusken enthaltenden Torton ist hier äußerst brüsk. Es fehlt — offenbar im Zusammenhang mit den im subalpinen Bereich stärker akzentuierten Schüttungsvorgängen, die Aussüßungen bedingen — eine brackische Uebergangszone mit einer Mischung mariner und limnoterrestrer Molluskenformen, wie sie z. B. Hürzeler (Lit. 65) aus dem helveto-tortonischen Grenzbereich des Aargaus oder Gerber (Lit. 49) aus dem Unteremmental beschreiben.

Ueber die Möglichkeit einer Fortsetzung der OGN von der Goldach gegen E scheint man sich kaum je Gedanken gemacht zu haben, obwohl die bedeutende Mächtigkeit und die maximalen Gerölle von 25—30 cm Länge im Goldachprofil ein baldiges Auskeilen der OGN zum vorneherein nicht erwarten lassen. Einzig Deicke (Lit. 23, p. 74) spricht ohne nähere Ortsangaben von einer Fortsetzung der OGN „auf der Nordostseite (sollte wohl heißen: Nordwestseite) des Rorschacherberges“, während nach Gutzwiller und der Falkner-Ludwigschen Karte im fraglichen Bereiche nur quartäre Ablagerungen zu gewärtigen wären. *Heute aber ist das Durchziehen der OGN von der Goldach bis zum Bodensee durch genügende Anhaltspunkte sicher gestellt.*

Von der Goldach, wo sie den nördlichen Abschluß des imposanten Martinstobels markiert, streicht die OGN am Hange S Hinterhof über Ems und Rüti in Richtung auf Vogtrüti. Bei f von Wort Hinterhof (Hof Nettenbühl 670 m) wurde sie vor Jahren in einer Kiesgrube gebrochen und ist noch heute gut sichtbar. Uebrigens steht sie am selben Hange (Falkner und Ludwig kartierten hier überall Moräne) verschiedentlich unmittelbar unter dem Rasen an, ihr Verlauf zeichnet sich bei günstiger Beleuchtung, von der Ferne betrachtet, morphologisch deutlich ab. Bei Rüti mußte, nach mündlicher Mitteilung des Eigentümers, die Jauchegrube in Nagelfluh hineingesprengt werden. Am Bache nordöstlich Rüti treten plattige, marine Sandsteine und Mergel voll Fossilien zutage. Reichliche Einstreuung kleiner Nagelfluhgerölle verrät die Nähe der hangenden, hier nicht aufgeschlossenen OGN. Bis zum Bettlerenbach bedeckt reichlich Moräne die Molasse; der Bettlerenbach selber aber zersägt zwischen Q. 570—580 m auf ca. 40 m Länge eine mächtige Nagelfluhbank. Der Aufschluß, auf den uns J. Wahrenberger aufmerksam machte, liegt — das mittlere Streichen zu N 60—65 E angenommen — genau in der streichenden Fortsetzung der OGN an der Goldach. In der hier mindestens 12—15 m mächtigen Nagelfluh treten kristalline Komponenten etwas zurück; maximale Gerölle von 15 cm wurden beobachtet. Die OGN liegt hier, wie weiter westlich auch, direkt über marinen Plattensandsteinen, ihr Hangendes ist leider bedeckt. Während der Witenbach auf der fraglichen Strecke ganz in Moräne fließt, treten am Eschlenbach wenigstens noch Plattensandsteine und wenig blaugraue Mergel mit spärlichen Fossilien auf. Die hangende OGN müßte (konstruktionsgemäß) etwa bei Sulzberg 520 m durchziehen (Moräne!). Ein kleines Nagelfluhband auf der E-Seite des Eschlenbaches oberhalb Loch (pers. Mitt. von J. Wahrenberger) dürfte auf die Nähe der OGN hindeuten. Da Oberflächenaufschlüsse in der OGN östlich des Bettlerenbaches fehlen, kommt dem Nachweis dieses wichtigen Leithorizontes in der *Bohrung am Feldmühleweiher* besondere Bedeutung zu.

Diese Bohrung, über die Gutzwiller im Jahrbuch 1873/74 der St.Gallischen Naturwissenschaftlichen Gesellschaft (p. 370—390) berichtet, wurde zwecks

Anlage eines artesischen Brunnens in den Jahren 1859—1860 auf eine Tiefe von 423 Fuß = 141 m niedergelassen. Der durchfahrene Schichtkomplex, über dessen Lithologie ein sehr detailliertes Bohrjournal orientiert, fällt im Mittel 15° nach NNW und hat somit eine Mächtigkeit von 130 m. Auf Grund des Bohrprofils können wir ihn folgendermaßen gliedern:

4. Tiefe 0—15 m (effektive Mächtigkeit = 14 m): „Harte Sandsteine“.
3. Tiefe 15—114 m (effektive Mächtigkeit = 95 m): „Graue, sandige Mergel, bläulich-graue, sandige Thonmergel, harte Steinmergel, grauer, sandiger, zäher Leberfels, weiche und feste Leber“ u. ä. in Wechsellagerung mit „Sandstein, Sandstein mit Eisenkies, Mergelsandstein, Kieselsandstein, Kalksandstein, Kalkstein, Knauer-molasse“, zum Teil mit losen Geröllschnüren; Mergel namentlich oben vorherrschend.
2. Tiefe 114—124 m (effektive Mächtigkeit = 9 m): „Grünlich-grauer Thonmergel, zuweilen gräulich-blau und olivenbraun gefleckt, mit Eisenkies“.
1. Tiefe 124—141 m (effektive Mächtigkeit = 16 m): „Nagelfluh“ mit Einlagerungen von „Thonmergel“.

Horizont 1 dieses Bohrprofils ist nun ohne jeden Zweifel nichts anderes als unsere OGN, die wir am Bettlerenbach zum letzten Mal an der Oberfläche angetroffen haben. Dies wird allein schon durch die Tatsache bewiesen, daß diese Nagelfluhbank mit einer Mächtigkeit von $16 + x$ m (beim erfolglosen Abbruch der Bohrung auf 141 m war sie noch nicht durchfahren) genau in jener Tiefe angebohrt wurde, wo nach Konstruktion und Berechnung die streichende E-Fortsetzung der Bettlerenbach-Nagelfluh erwartet werden muß.

Sehen wir nun aber die Bohrlochserie im Hängenden der OGN etwas näher an: Die „harten Sandsteine“ von Horizont 4, in welche übrigens der Feldmühleweiher eingelassen ist, sind marine Plattensandsteine, wie sie in unmittelbarer Nähe der Bohrstelle z. B. am Riedbach zutage treten. Sie repräsentieren das 9. Niveau unseres Profils auf p. 21, d. h. also die obersten Plattensandsteine beim Seminar und beim Bahnhof Rorschach. Die Horizonte 3 und 2 müssen, als unter den obersten Plattensandsteinen liegend, die blaugrauen Schiefermergel (Nr. 8 unseres Rorschacherprofils) und, im Hinblick auf die Mächtigkeitsverhältnisse, auch die oberen Plattensandsteine Nr. 7 umfassen. Ob sich in dieser Serie zwischen Bohrtiefe 29 und 48 m limnische Einschaltungen geltend machen, wie Gutzwiller auf Grund des Bohrjournals vermutet, ist heute nicht mehr zu entscheiden, aber in diesem westlichen Rorschacherprofil durchaus möglich.

Berücksichtigt man nun, daß der Komplex Nr. 2 + Nr. 3 des Bohrprofils auch in seiner Mächtigkeit sehr genau der Serie Nr. 7 + Nr. 8 des Rorschacherprofils auf p. 21 entspricht, so ergibt sich weiterhin mit größter Wahrscheinlichkeit, daß *die OGN als direkte W-Fortsetzung*

*der oberen Seelaffe von Staad zu betrachten ist, bzw. in dieselbe seitlich übergeht.*¹⁶⁾

Zunächst gilt es, das Hauptresultat festzuhalten, zu dem uns der Nachweis einer Fortsetzung der OGN von der Goldach zum Bodensee geführt hat: Bei Rorschach liegt über der OGN (bzw. der obern Seelaffe) ein unzweifelhaft mariner Helvétienkomplex von mindestens 120 m Mächtigkeit. Ihm entsprechen, unter Berücksichtigung der allgemeinen Schichtkonkordanzen und unserer Ausführungen über die Bedeutung von Nagelfluhbänken als Zeitmarken, im Raume von St. Gallen ebenso unzweifelhaft rein limnische, „tortonische“ Serien. Was wir zwischen der Goldach und der Sitter in kleinerem Maße bereits konstatierten, bestätigt sich dank der Feststellung der seitlichen Zusammenhänge gegen E in überraschender Weise: *Die OGN ist gar keine Grenznagelfluh zwischen der OMM (bzw. Hévétiens) und der OSM (bzw. Tortonien).*

Man wird sich nun sofort fragen müssen, in welches stratigraphische Niveau die in Frage stehenden marinen Schichten über der „OGN“ bei Rorschach und die ihnen zeitlich gleichzusetzenden rein limnischen, Leitfossilien des Tortonien führenden Serien bei St. Gallen nun eigentlich zu stellen sind.

Von einem marinen Torton bei Rorschach kann natürlich keine Rede sein, da das echte marine Torton der schweizerischen Molasse ganz allgemein fehlt, und da der fragliche Komplex nach Fauna und Fazies zweifellos zum marinen Helvet gehört. Andererseits spricht die rein tortonische Molluskenfauna an der Sitter durchaus gegen die Zuteilung dieser Serie zu den sogenannten Helicidenmergeln, die von E. Baumberger (Lit. 8) im Juragebiet als oberstes, limnisches Helvétien betrachtet werden.

Unsere Untersuchungsergebnisse lassen daher nur eine, in molluskenpaläontologischer Hinsicht allerdings nicht sehr erfreuliche Lösung zu: Bei Rorschach erhält sich die marine Fazies des Helvets (in Uebereinstimmung mit den später zu erörternden paläogeographischen Verhältnissen) am längsten. Bei St. Gallen ist zur selben Zeit das Helvétienmeer längst ausgesüßt, es kommt zur Ablagerung eines limnischen Oberhelvets, das nun allerdings bereits eine normale Tortonmolluskenfauna führt. Diese Tatsache, zusammen mit den p. 26 u. 27 erwähnten Verhältnissen, wonach aquitane Mollusken offenbar bis ins Burdigal

¹⁶⁾ Es sei in diesem Zusammenhange darauf aufmerksam gemacht, daß z. B. auch der Muschelsandstein von Nagelstein oder von Tobel-Wienacht an Nagelfluh (BK) gebunden erscheint, und daß die Muschelbrekzie von Riedenburg bei Bregenz (siehe p. 50) ebenfalls seitlich aus Nagelfluh hervorgeht. Rutsch (Lit. 114, p. 28) erwähnt einen entsprechenden seitlichen Uebergang Muschelsandstein-Nagelfluh vom Belpberg; Gerber (Lit. 49) zitiert ähnliche Erscheinungen aus dem Unteremmental.

hinein persistieren können (Lustmühle, Hombergtobel), nötigt zu einigen prinzipiellen Bemerkungen mehr paläontologischer Natur:

Die Aquitanzeit mit ihren limnischen Ablagerungsräumen (vergl. hiezu auch p. 117) ist stratigraphisch beendet im Moment des Einsatzes der burdigalen Meerestransgression. Dieselbe hat, wie man weiß, gewisse Sedimentationsbereiche der subalpinen Molasse (zentrale Schuttkegelgebiete, alpennahes Festland) nie oder erst verspätet oder nur vorübergehend erreicht, ihre eigentliche Domäne waren die Schuttkegel-Zwischengebiete und das zentrale Trogbecken. Während also im eigentlichen Transgressionsbereich marine Sedimente bzw. Fossilien das Burdigal vom Aquitan eindeutig zu trennen gestatten (z. B. im Buchbergprofil!), gelangen in den erwähnten Bereichen limnoterrestre Sedimente ganz oder teilweise auch während der Dauer der OMM zum Absatz. D. h. das quasi-aquitane Milieu bleibt also weiterhin erhalten, und es ist nicht einzusehen, warum hier aquitane Molluskenformen (gleichsam als Superstiten) nicht auch noch im limnischen Burdigal persistieren können. Diese Mollusken können dabei unter Umständen einen Einschlag jüngerer Formen (vom Typus der Molluskenfauna von Tuchorschitz, Böhmen) aufweisen — für Baumberger (Lit. 64, p. 47) eine notwendige Voraussetzung für limnisches Unterburdigal —, sie können aber auch ihr rein aquitanes Gepräge noch längere Zeit durchaus beibehalten. Sie werden sich, unbekümmert um den andernorts marinen Zeitraum, ungestört weiter entwickeln und schließlich in tortonischen Formen aufgehen, unabhängig davon, ob die für den Beginn des wahren Tortonien maßgebende völlige Aussüßung des Helvétienmeeres schon überall stattgefunden hat oder nicht. Auch in diesem Falle kann ein Auftreten spezieller Arten gemäß den in den Helicidenmergeln vorkommenden Formen wohl möglich, für die Abtrennung eines limnischen Oberhelvets aber keineswegs Voraussetzung sein (Sitterprofil!).¹⁷⁾

Jedenfalls wäre eine paläontologische Untersuchung der Land- und Süßwassermollusken innerhalb der vollständig limnisch entwickelten OMM, z. B. westlich Herisau, von größtem Interesse, denn es fragt sich, inwieweit sich dieser Schichtkomplex vom rein molluskenpaläonto-

¹⁷⁾ Unter solchen Umständen wird man sich auch nicht zu sehr verwundern dürfen, wenn z. B. W. Wenz (Lit. 135) aus dem limnischen Burdigal-Helvet des Pfänders (Wirtatobelstollen) *Triptychia helvetica* Sandb. bestimmte, eine Form, „die mit der bisher nur aus den Silvanaschichten bekannten Art identisch oder höchstens subspezifisch verschieden ist“. Wenz erwähnt weiter auch, daß die Mollusken desselben Komplexes einerseits noch deutliche Zusammenhänge mit typisch burdigalen Formen, andererseits aber bereits Anklänge an die Tortonfauna der Silvanaschichten aufweisen, während sich seltsamerweise kaum Anknüpfungspunkte an die ihnen zeitlich näher stehenden Helicidenmergel böten. Es mag in diesem Zusammenhang weiter interessieren, daß nach Ludwig (Lit. 98, p. 128) eine der *Cepaea silvana* Klein „zum Verwechseln ähnliche Spezies“ schon im oberen Aquitan auftritt, daß *Cepaea eversa* Larteti Boissy ebenfalls bereits „in sicherem Aquitan einen ununterscheidbaren Doppelgänger“ habe, und daß die aquitane *Clausilia antiqua* einer im Torton gefundenen Form „zum Verwechseln“ gleiche.

logischen Standpunkt aus teils dem Aquitan und teils dem Torton zuteilen lasse.

Die Erscheinung, daß in den Grenzbereichen der OMM gegen die USM (= untere Süßwassermolasse) und OSM stratigraphische Zeitgrenzen und Faziesgrenzen nur an wenigen Orten zusammenfallen, bringt es also mit sich, daß Funde von aquitanen oder tortonischen Mollusken-Leitformen noch keineswegs in jedem Falle entsprechendes Alter der Fundschichten verbürgen: aquitane Leitfossilien sind von einem gewissen Moment an (Einsatz der Burdigaltransgression irgendwo in der Nachbarschaft) nurmehr Faziesfossilien. Und tortonische „Leitformen“ haben zunächst nur die Bedeutung von Faziesfossilien, sie werden erst im Moment, wo der letzte Rest Helvétienmeer irgendwo verschwindet, zu effektiven Leitfossilien. Ueber die wahre stratigraphische Stellung der Fundschichten kann daher erst im Verein mit der geologischen Untersuchung der Fazieszusammenhänge endgültig Klarheit geschaffen werden.

Als Hauptergebnisse dieses Kapitels halten wir fest, daß in den Profilen durch die OMM im Raume St. Gallens noch mindestens 150 bis 200 m¹⁸⁾ *limnisches Helvétien* über der „OGN“ einzusetzen sind. Die helveto-tortonische Grenze dürfte damit etwa 500 m tiefer als der Abtwiler-Kalknagelfluhorizont zu liegen kommen, der Streifen Burdigal-Helvet auf Atlas Blatt 4 ist also nicht nur gegen SE, sondern auch gegen NW entsprechend zu verbreitern. Wäre das S-N-Profil des helveto-tortonischen Grenzbereiches gegen den zentralen Molasse-trog hin, wo sich das Helvetmeer wohl am längsten halten konnte, einer ähnlichen stratigraphisch-faziellen Untersuchung zugänglich wie das Längsprofil St. Gallen-Bodensee, so müßte die wahre Helvet-Tortongrenze vermutlich noch höher hinauf verlegt werden. Jedenfalls ist es mehr als wahrscheinlich, daß ganz allgemein bedeutende „tortonische“ Basiskomplexe der südlicheren Molassegebiete in Tat und Wahrheit limnisches Helvétien darstellen.¹⁹⁾

Unsere Untersuchungen über das BK und die OGN geben uns im Folgenden die neue Grundlage, um die klassischen Profile bei St. Gallen in knapper, übersichtlicher Form darzustellen. Für die Zweiteilung Burdigal-Helvet wurde die von Rutsch (Lit. 114) gegebene

¹⁸⁾ Die im folgenden Abschnitt zu erwähnende allgemeine Schichtmächtigkeitszunahme von E nach W verlangt diesen gegenüber den marinen Äquivalenten bei Rorschach etwas größeren Zahlenwert.

¹⁹⁾ Wenn die Auffassung von Brandenberger (Lit. 15) und Gerber (Lit. 49) zu Recht besteht, daß die Aargauer Austernnagelfluh in die „obere Grenz-nagelfluh“ des Unteremmetals übergeht, so hätte man allem nach auch im Unteremmetall über der marinen Molasse noch limnisches (und brackisches) Helvétien vom eigentlichen Torton abzutrennen, da im Aargau das marine Helvet sicher noch über die Austernnagelfluh hinausreicht. (Vergl. hiezu auch Hürzeler Lit. 65).

Gliederung als richtig vorausgesetzt. Weitere Details findet man in den grundlegenden Arbeiten von Gutzwiller und Ludwig.

c) Das Goldachprofil und die primären Deltagefälle am Ostrand des Hörnlfächers.

Profil durch die OMM an der Goldach:

Hangendes: Tortonien (Silvanaschichten Baumbergers)

Helvétien	limnisch	12. <i>Limnisches Helvétien</i> : gelbliche, oft bituminöse Mergel und Sandsteine, faziell und paläontologisch vom wahren Torton nicht abtrennbar	ca. 200 m
		11. „ <i>Obere Grenz Nagelfluh</i> “: polygene Doppelbank mit Sandstein-Mergel-Zwischenlage	20 m
	marin	10. <i>Oberste Plattensandsteine</i> : z. B. Steinbruch an der Straße nach Untereggen; im untern Teil eine rasch gegen E auskeilende Nagelfluheinlagerung von 1–1,5 m; Wabenverwitterung; Ausblühungen von Bittersalz (vergl. Ludwig, Lit. 88)	30 m
		9. <i>Blaugraue, sandige Schiefermergel</i> mit Sandsteinzwischenlagen, die gegen oben reichlicher auftreten; mit Geröllband und einzelnen isolierten Geröllen; stellenweise fossilreich (namentlich Pholaden und Pectiniden) oder voll von Steinpipern	90 m
		8. <i>Obere plattige Sandsteine</i> , mit Geröllschnüren, oft diagonal geschichtet, übergehend in 9	10 m
		7. <i>Nagelfluh</i> , gegen E rasch auskeilend: Freudenberg-Nagelfluh	1–0,1 m
	limnisch	6. <i>Limnischer Zwischenkomplex</i> : Gelbgraue fleckige, gelbe sandige oder bituminöse Mergel und feinschichtige Mergelsandsteine, mit Süßwasserfossilien, Basissandstein von Nr. 7 wohl bereits marin	20 m
	marin	5. <i>Mittlere, plattige bis massige Sandsteine</i> , z. B. Steinbruch bei der Martinsbrücke; Wabenverwitterung	60 m
		4. <i>Seelaffe</i> = untere Seelaffe des Rorschacherberges; in modifizierter Goldacherfazies mit Kohlenschmitzen	2–3 m
		3. <i>Untere Plattensandsteine</i> : lokal leicht vermergelnd; ein merkwürdiger Uebergang zu massigem Sandstein wird von Ludwig (Lit. 81, p. 206, Fig. 1) erwähnt; Einlagerung einer lokalen Bank von Muschelsandstein (ca. 20 m unter Nr. 4), sowie eines cardienführenden Geröllbandes; Spiralsteine, Steinpiper. Aus derselben Zone stammen die schon von Deicke (Lit. 23, p. 75) erwähnten schönen Exemplare von <i>Avicula studeri</i> , deren Fundstelle heute nicht mehr auffindbar ist. Wabenverwitterung	170 m
Burdigalien	limnisch	2. <i>Limnischer Basiskomplex</i> : Gelbliche, bunte oder blaugraue Mergel und feinschichtige Sandsteine, namentlich im oberen Teil schlecht aufgeschlossen; autochthone Kohlenflözchen, Süßwasserfossilien	50 m
		1. <i>Basiskonglomerat</i> von Rappenstein: Zweiteilige Nagelfluhbank, oben Kalknagelfluh, unten polygen	30 m

Liegendes: Aquitanien: Oberaquitane Mergelzone des Landgraben.

Mächtigkeiten: Helvétien . . .	350 m
Burdigalien . . .	330 m
OMM	680 m

Ein Vergleich dieses Goldachprofils mit demjenigen bei Rorschach (siehe p. 21) ergibt zunächst auffallende Mächtigkeitsdifferenzen. BK, untere Seelaffe und OGN (bezw. nach p. 36 obere Seelaffe) sind die beiden Profilen gemeinsamen Leithorizonte. Die Mächtigkeit des Komplexes zwischen

	bei Rorschach ²⁰⁾	an der Goldach
BK und Seelaffe beträgt . .	180 m	250 m
BK und OGN beträgt . . .	265 m ²¹⁾	480 m
BK und Tortongrenze beträgt .	ca. 400 m	ca. 680 m
Seelaffe und OGN beträgt . .	85 m	230 m
OGN und Tortongrenze beträgt	ca. 140 m	ca. 200 m

Wir konstatieren somit von der Goldach zum Bodensee eine allgemeine Mächtigkeitsabnahme. Wenn Deicke Lit. 23, p. 83) 1855 schrieb: „Bei Staad ist die Mächtigkeit (der OMM) geringer als bei Martinsbruck; es hat dort wahrscheinlich eine Zerstörung der Schichtenfolge stattgefunden“, so erkennen wir heute dank der Leithorizonte, daß diese Mächtigkeitsdifferenz nicht sekundärer, sondern primärer Natur ist. In ihr kommt der seitliche Deltaabfall des östlichen Hörnli-Toggenburg-Schwemmkegels zum Ausdruck; sie ist das Abbild einer Art Deltaschichtung im Großen, bedingt durch die mit wachsendem Abstand vom Schüttungszentrum allmählich erlahmende Transportkraft strömenden Wassers. Da wir für das BK eine mehr oder weniger ausgeglichene horizontale, höchstens aber bereits etwas W → E geneigte, aber keinesfalls ansteigende Unterlage voraussetzen müssen, so ergeben sich aus den obigen Zahlenangaben — bei einer Distanz Goldach-Bodensee von 6—7 km — folgende primäre Ablagerungsgefälle:

für die untere Seelaffe	10 ‰
für die OGN bezw. obere Seelaffe	30 ‰
für den helveto-tortonischen Grenzbereich .	ca. 40 ‰

Daß diese Zahlen vollständig in der zu erwartenden Größenordnung liegen, zeigt ein Vergleich mit folgenden Angaben, die wir dem Buche Alb. Heims über „Bergsturz und Menschenleben“ entnehmen:

Böschungswinkel für: Flußdelta $\alpha = 1/2 - 1^\circ$, Gefälle:	8—17 ‰
Kleines Flußdelta $\alpha = 1 - 3^\circ$, „	17—52 ‰

²⁰⁾ Inklusiv Leithorizonte.

²¹⁾ 340 m im Profil des Bettlererbaches.

Großer Wildbachschuttkegel, naß $\alpha = 3-10^\circ$, Gefälle 52—176 ‰
 Kleiner Wildbachschuttkegel, naß $\alpha = 10-20^\circ$, „ 176—363 ‰
 Trockener Schuttkegel je nach

Material $\alpha = 20-40^\circ$, „ 363—839 ‰

Noch ein wichtiger Punkt muß bei einem Vergleich von Goldach- und Rorschacherprofil hervorgehoben werden. Wir haben im Profil durch die Rorschacher OMM die Burdigal-Helvet-Grenze unter Vorbehalt zwischen die Horizonte Nr. 6 und 7 verlegt. Da nun aber nach den Ausführungen von p. 36 die OGN der Goldachergegend allem nach in die obere Seelaffe übergeht, so kommen wir auf Grund der wohl zweifellos zu Recht bestehenden Zweiteilung der Goldacher OMM auch mit der klassischen *Staader Seelaffe ins Helvétien* hinein, ein Ergebnis, das angesichts der lange schon bekannten Seelaffevorkommnisse im Helvet bei Herisau (p. 45) und am Pfänder (p. 50) nicht weiter überraschen darf.

d) Das Sitter-Urnäschprofil und das W-Ende der OMM bei Herisau.

Das Profil durch die OMM längs Sitter und Urnäsch:

Hangendes: Tortonien (Silvanaschichten)

Helvétien	limnisch	19. <i>Limnisches Helvétien</i> : gelbliche, oft bunte-rötliche, oft bituminöse, tonigsandige Mergel und gelblich-graue, zum Teil pseudogranitische Sandsteine und polygene Nagelfluhen (ca. 3 Bänke); faziell-lithologisch und paläontologisch vom Torton nicht abtrennbar	ca. 200 m
		18. „ <i>Obere Grenznagelfluh</i> “ mit Torton-Fossilien führenden Basismergeln; beim Grütli (St. Gallen-E) noch marin. Widerlager der SBB-Brücke	20 m
	marin	17. <i>Plattige Sandsteine</i> und <i>graue Mergel</i>	15 m
		16. <i>Blaugraue sandige Schiefermergel</i> mit Sandsteinlagen, fossilreich	20 m
		15. <i>Plattig-massiger Sandsteinkomplex</i> , gegen die Basis vermergelnd und dort fossilreich	20 m
		14. <i>Nagelfluhbank</i> mit Sandsteinzwischenlagen, gegen N an Mächtigkeit rasch abnehmend, von Sandstein unterlagert	3—10 m
		13. Komplex von gewöhnlichen <i>grauen und plattigen Sandsteinen</i> mit <i>Mergeln</i>	15—20 m
		12. <i>Blaugraue Schiefermergel</i> mit losen Geröllschnüren (Bohrmuscheln!), fossilreich (namentlich schöne Turritellen)	20—25 m
		11. Kompakte <i>Nagelfluhbank</i> , ca. 20% Kristallin, vermutlich Fortsetzung der Freudenberg-Nagelfluh	10—15 m

Burdigalien	limnisch	10. <i>Bunte, gelb-rötliche, gefleckte</i> , zum Teil kalkige <i>Mergel</i> und <i>Sandsteine</i> mit kleinen Nagelfluhbänken bzw. -nestern. Einlagerung eines autochthonen <i>Kohlenbändchens</i> von mehreren cm, das auch im Kubel-Gübsenmoos-Stollen angeschnitten wurde (vergl. Letsch Lit. 79, p. 222), an seiner Basis Funde von <i>Helix</i> , <i>Planorbis</i> , <i>Limnaeus</i>	50 m
		9. <i>Nagelfluhdoppelbank</i> am Zusammenfluß von Sitter und Urnäsch	20 m
		8. Komplex von <i>grauen</i> und <i>gelblichen Sandsteinen</i> und <i>graugelben</i> , seltener fleckigen oder dunkeln <i>Mergeln</i> (namentlich gegen die Basis)	60—70 m
	marin	7. <i>Nagelfluhdoppelbank</i> bei der ersten, passierbaren Flußenge an der Urnäsch S Kubel. Blaugraue Sandsteinzwischenschicht mit Pflanzenresten. An der Basis 1—2 m <i>massiger Sandstein</i> mit Cardien und Schwemmkohlennestern. Im gleichen Niveau liegen die früher abgebauten, sehr wahrscheinlich allochthonen Kohlen S Sturzenegg (vergl. Letsch Lit. 79, p. 219)	15—20 m
		6. <i>Plattige blaugraue Sandsteine</i> mit Rippelmarken und Steinpipern, gegen unten vermergelnd (rötliche Mergel)	25—30 m
		5. <i>Nagelfluhbank</i>	4—5 m
		4. Kalkreiche, <i>plattige</i> , frisch <i>blaugraue</i> , sowie gewöhnliche <i>Sandsteine</i> , zum Teil mit Wellenfurchen. Einlagerung von 2 je ungefähr 2 m mächtigen <i>Nagelfluhbänken</i> . Höchst wahrscheinlich marin bis brackisch.	25 m
	limnisch	3. <i>Nagelfluhbank</i> bei der zweiten, ohne Seil unpassierbaren Flußenge. Unterlagert von grauen und blaugrauen <i>Sandsteinen</i> voll von Pflanzenresten . . .	10 m
		2. Wechselfolge von 3—4 durchschnittlich 5—10 m mächtigen <i>Nagelfluhbänken</i> und grauen bis blaugrauen <i>Kalksandsteinen</i> mit sehr wenig Mergeln	180—200 m
		1. <i>Basiskonglomerat</i> : Nagelfluhdoppelbank mit 5 m mächtiger Sandsteinzwischenlage	30—40 m

Liegendes: Aquitanien: Oberaquitane Mergelzone.

Mächtigkeiten: Helvétien 350 m

Burdigalien 460 m

OMM 810 m

BK (Nr. 1) und OGN (Nr. 18) haben wir bereits als wichtige Leit-horizonte für die Parallelisierung von Sitter- und Goldachprofil kennen gelernt. Ferner gehören nach Ludwig (Lit. 81, p. 40) allem nach auch Nr. 11 des Sitter- und Nr. 7 des Goldachprofils ein und demselben Nagelfluhhorizont an (Freudenberg-nagelfluh), und schließlich läßt sich auch die Goldacher Seelaffe ebenfalls noch bis zur Urnäsch mehr oder weniger genau lokalisieren.

Gutzwiller (Lit. 58, p. 31) ließ die untere Seelaffe des Rorschacherberges ungefähr an der Goldach auskeilen. Ludwig (Lit. 81, p. 40—41) vertrat indessen die Meinung, daß die Goldacher Fazies der Seelaffe in modifizierter Form bis an die Urnäsch durchziehe. Berücksichtigt man, daß im Burdigal des Goldachprofils die untere Seelaffe den wesentlichsten Fossilhorizont darstellt, und daß sich, wie eine nähere Prüfung zeigt, auch alle wichtigeren Burdigal-Fossilfundstellen SE und SW St. Gallen (ehemaliger Steinbruch Schaugen, siehe Gutzwiller Lit. 58, p. 39; südlich Biserhof-St. Georgen; südlich Riethüsli; rechte Wattbachseite beim Wort „in der Held“; Urnäsch südlich Kubel (vergl. Ludwig Lit. 81, p. 40—41) ziemlich exakt einem in der Fortsetzung der Goldacher Seelaffe gelegenen Niveau einordnen, so gelangt man mit A. Ludwig zur Ueberzeugung, daß die cardienführenden Sandsteine an der Urnäsch (d. h. die Basis von Nr. 7 unseres Profils) das westlichste Äquivalent der unteren Seelaffe darstellen. Dieser Leithorizont ist damit im Streichen auf ca. 20 km Gesamtlänge feststellbar.²²⁾

Eine Gegenüberstellung entsprechender Schichtkomplexe des Goldach- und des Sitter/Urnäschprofils auf Grund der Leithorizonte ergibt folgendes Bild:

Die Mächtigkeit des Komplexes zwischen

	an der Sitter:	an der Goldach:
BK und Seelaffe beträgt	300 m	250 m
BK und Freudenbergnagelfluh beträgt	470 m	330 m
BK und OGN beträgt	600 m	480 m
BK und Tortongrenze beträgt . . .	810 m	680 m
Seelaffe und Freudenbergnagelfluh beträgt	170 m	80 m
Freudenbergnagelfluh und OGN beträgt	130 m	150 m

Man erkennt eine erneute Mächtigkeitszunahme der OMM von der Goldach zur Sitter. Aus den verschiedenen Zahlenangaben berechnen sich — die Entfernung Goldach-Sitter = 9 km angesetzt — primäre Ablagerungsgefälle von 6—15 ‰.

Der Anteil, den die limnische Fazies der OMM in den einzelnen Profilen einnimmt, beträgt

für das Rorschacherprofil	0 ‰
„ „ Goldachprofil ca.	47 ‰
„ „ Sitterprofil ca.	75 ‰

²²⁾ Bemerkenswert erscheint, daß die Seelaffeäquivalente zwischen Goldach und Urnäsch in auffallender Weise von Kohlenvorkommnissen begleitet werden: Martinsbrücke, St. Georgen (mit Stinkkalk und Planorben), Zweibrücken-Wattbach (mit Planorben und Paludinen), Urnäsch, Sturzenegg (mit Planorben). Vergl. hierüber z. B. Letsch (Lit. 79, p. 217—222). Inwieweit es sich hierbei wirklich immer um limnische Einschaltungen handelt, ist schwer zu entscheiden.

Westlich der Sitter-Urnäschlinie reduziert sich die marine Fazies rasch noch mehr und verschwindet bekanntlich in der Gegend von Herisau schließlich vollständig. Während Deicke (Lit. 23, p. 83) 1855 kurzer Hand erwähnt, daß die OMM „bei Moosberg sich auskeilt“, betont Gutzwiller 1877 zum ersten Mal mit aller Deutlichkeit, daß es sich hierbei keineswegs um ein Auskeilen im gewöhnlichen Sinne des Wortes, sondern um einen horizontalen Facieswechsel, um einen vollständigen Ersatz der marinen Molasse durch limnoterrestre Aequivalente handle. Im gleichen Sinne äußert sich Früh (Lit. 40, p. 77–79) 1887 und zeigt am Verlauf des Appenzeller-„Granites“, daß nicht der gesamte Bereich der Hörnlinagelfluhen „eine helvetische Halbinsel“, d. h. limnoterrestre OMM repräsentiere. Auf Atlas Blatt 4 hat Ludwig 1930 als erster die limnischen Aequivalente der OMM zwischen Sitter und Necker abgegrenzt. Die klare Darstellung der „auskeilenden“ OMM auf dieser mustergültigen Molassekarte macht eine weitläufige Beschreibung der Verhältnisse überflüssig. Wir beschränken uns, unter Hinweis auf Ludwig (Lit. 98, p. 128–130, Lit. 97, p. 91–93), auf ein paar ergänzende Bemerkungen.

Das durch seinen Petrefaktenreichtum und seine lithologische Beschaffenheit (blaugraue Schiefermergel!) gekennzeichnete *Helvet* erreicht im Querschnitt von Lutzenland (913 m) noch eine Mächtigkeit von rund 80–90 m²³⁾ und ist beim Schloß an der Glatt zum letzten Mal nachgewiesen. Es enthält bei Lindenwies und im Tobel E Heinrichsbad einen von der Staader Seelaffe ununterscheidbaren *Muschelsandstein*, der das Baumaterial für den alten Herisauer Kirchturm geliefert haben muß (vergl. hierüber Deicke, Lit. 23, p. 75, Ludwig Lit. 97, p. 92–93). Die Basis des Helvet bildet die Nagelfluhrippe von Lutzenland und auf dem Berge, welche als direkte Fortsetzung der Freudenbergnagelfluh (Nr. 11 im Sitterprofil) anzusprechen ist. *Das untere Helvétien behält die marine Fazies gegen W am längsten bei.* Zum limnischen Helvet der Ludwig'schen Karte sind nach p. 39 noch weitere ca. 200 m im Hangenden der von der Sitter über den Gübsenweiher und Moosberg streichenden OGN hinzuzuzählen.

Das marine *Burdigalien*, an der Urnäsch noch ca. 80 m (nach Ludwig nur 50 m) stark entwickelt und *Cardium commune* Mayer und Tapes führend, verschwindet bereits südlich Sturzenegg, d. h. schon 4 km weiter im E als das marine Helvet, „in Uebereinstimmung mit der auch anderwärts bekannten Tatsache, daß die Meerestransgression im Vindobonien

²³⁾ gegenüber 130 m im Sitterprofil. Der Ersatz der verschwundenen 40–50 m durch entsprechende limnische Aequivalente erfolgt dabei nach Ludwig (Lit. 101) nicht kontinuierlich, sondern ziemlich plötzlich zwischen dem W-Ende des Gübsenweihers und dem Heinrichsbade.

weiter ausgreifend war als im Burdigalien“ (Ludwig Lit. 98, p. 129)²⁴). Dem basalen limnischen Burdigal der Ludwig'schen Karte müssen nach p. 27 noch weitere 150 m angegliedert werden. Doch ist die Möglichkeit, daß in diesem limnischen Basiskomplex noch marin-brackische Einschaltungen enthalten sein könnten, nicht von der Hand zu weisen (siehe p. 27), umsomehr als Gutzwiller (Lit. 56, p. 83) noch an der Straße nach Saum NE Lutzenland „plattenartig abgelagerte Sandsteine“ erwähnt, die eher auf marine Fazies schließen ließen.

Unsere vergleichenden Untersuchungen über die OMM zwischen dem Bodensee und der Glatt ergeben nun, dank der Existenz größerer limnischer Basis- und Hangendkomplexe, auch für die St. Galler OMM Mächtigkeitszahlen (Goldachprofil ca. 680 m, Brandwaldprofil ca. 750 m, Sitterprofil ca. 800 m), die sich eher neben den Angaben aus andern Gebieten sehen lassen dürfen (1400 m bei Luzern, 1200 m im Entlebuch und im Ilfisgebiet) als die bisher bekannten Zahlen. Berücksichtigt man schließlich die namentlich zwischen Bodensee und Goldach so deutlich in Erscheinung tretende, aber auch noch zwischen Goldach und Sitter erkennbare Schichtmächtigkeitszunahme innerhalb der OMM von E nach W, so liegt die Vermutung nahe, daß die limnoterrestre OMM im zentralen Schüttungsgebiet des Hörnlfächers wohl ebenfalls Mächtigkeiten von über 1000 m erlangen dürfte.

2. Die OMM des Pfändergebietes.

Mit dem Uebertritt aus der Gegend Staad-Buchberg in das Gebiet Bregenz-Pfänder gelangt man, ähnlich wie auf der Strecke Rorschach-St. Gallen, aus einer konglomeratfreien in eine nagelfluhreiche OMM. Wir befinden uns im Bereiche der Pfänderschüttung, deren Kalknagelfluhen zu den polygenen St. Gallernagelfluhen in denkbar größtem Gegensatz stehen (vergl. z. B. die Geröllzählungen von p. 28 und p. 91). Die Schuttbelieferung erfolgte hier, statt wie im linksrheinischen Gebiet aus SW, eindeutig aus SE. Dies geht aus auskeilenden Nagelfluhhorizonten (z. B. bei Riedenburg, am Gebhardsberg) oder aus Schrägschichtungen innerhalb von Nagelfluhbänken (z. B. am Gebhardsberg mit 40° primärer Schichtungsdiskordanz; am Kanzelfelsen) ohne weiteres hervor. Der Einsatz der Pfänderschüttung fällt äußerst exakt mit der burdigalen Meerestransgression zusammen. *Das burdigale BK*, von S. Fußenegger zuerst namhaft gemacht, führt

²⁴) Daß diese für den nördlichen Transgressionsbereich (subjurassisches Gebiet) zutreffende Tatsache für den südlichen Trogrand nicht immer maßgebend sein muß, geht z. B. daraus hervor, daß im östlichen Napffächer zwischen Luzern und Groß-Emme das marine Burdigal länger aushält als das marine Helvet. (Fröhlicher Lit. 35).

im Wirtatobel *Ostrea gryphoides* nebst Hai- und Rochenzähnen und ruht, weit aus dem E herkommend, mit scharfer Diskontinuität auf den gelblichen Mergeln der nagelfluhfreen oheraquitanen Zone von Kennelbach. Wie das Buchberg-BK von W nach E, so nimmt das Pfänder-BK von E nach W an Mächtigkeit ab: 12 m im Sulzberggebiet, 8 m bei Langen und 2 m im Wirtatobel. Das rechts- und das linksrheinische BK dürften sich im Bereiche des heutigen Rheintales, bedeckt von den quartären Aufschüttungen, irgendwo berühren oder überschneiden. Wir müssen im Rahmen dieser gedrängten vergleichenden Darstellung auf eine eingehendere Beschreibung der Pfänder-OMM verzichten. Näheres findet man, abgesehen von den älteren Arbeiten von A. R. Schmidt (1843/79), von Gümbel (1894/96), C. Schmidt und F. Müller (1911) und J. Blumrich (1904/08/21/24), vor allem bei Arn. Heim (Lit. 64), R. Rutsch (Lit. 114) und J. Blumrich (Lit. 13-14).

a) Profil durch die OMM im Querschnitt des Gebhards-
berges-Kusterberges (nach J. Blumrich und eig. Beob.)

Tortonien: Silvanaschichten: Nagelfluh-Mergelserie; Grenze gegen das Helvet noch unabgeklärt. Blumrich (pers. Mitt.) möchte sie auf die schwebende Nagelfluhbank am Rappenloch, d. h. ca. 150 m unter die sog. Klaus-Nagelfluhbank am „Gschlif“, hinabsetzen. Möglicherweise ist auch am Pfänder ein Teil des untern Tortonien limnisches Oberhelvet, eine Auffassung, die in Fig. 4 mit Vorbehalt zur Darstellung gelangt.

Helvétien	marin	9. <i>Graue Schiefermergel</i> , fossilreich (Herz-Jesukirche), gegen oben plattige Sandsteine, an der Basis seelaffeähnliche Einlagerung (Weissenreutebach)	30 + x m
		8. <i>Kalknagelfluh</i> (sogenanntes Hangendkonglomerat der Flözzone)	3—4 m
		7. Graue, marine <i>Mergelsandsteine</i>	20 m
Burdigalien	limnisch	6. <i>Limnischer Zwischenkomplex</i> . Graue und grüne Mergel, Kohlenflözchen	ca. 50 m
	marin	5. <i>Graue, rote und grüne Sandsteine</i> des Talbachsteinbruches, mit <i>Ostrea gryphoides</i>	30 m
		4. Wechsellagerung von ca. 4 <i>Kalknagelfluhbänken</i> (die oberste bildet die Rippe des Gebhardsberges) mit <i>grauen, zum Teil roten Sandsteinen</i> , bankig-massig. An der Basis eine <i>Cardienbank</i> , möglicherweise ein Äquivalent der Seelaffe von Riedenburg	ca. 80 m
	limnisch-brackisch	3. <i>Limnisch-brackische Zwischenschicht</i> : Bunte u. gelbgraue Mergel. Süßwassermollusken; Kohlenflözchen; Gipskriställchen	10 m
	marin	2. Bankig-massiger, <i>graugrüner Sandstein</i> . gut	60 m
		1. <i>BK</i> , hier nicht erschlossen. Vermutlich	1 m

Aquitaniien: Mergel der Zone von Kennelbach.

b) Profil durch die OMM im Wirtatobel
(vorwiegend nach Arn. Heim).

Tortonien: Silvanaschichten. Grenze gegen das Helvétien unsicher (event. limnisches Oberhelvet?), Arn. Heim verlegt sie an die Basis der Klausenrippe.

Helvétien	marin	12. <i>Nagelfluh-Sandstein-Mergelserie</i> im untern Teil mit Ostreiden	ca. 100-150 m
		11. <i>Rote plattige Sandsteine</i>	20 m
		10. <i>Nagelfluhhorizont</i>	20 m
		9. <i>Mergel</i> voll mariner Mollusken, vorwiegend Cardien. An der Basis 10 cm harter <i>Muschelsandstein</i>	20 m?
		8. <i>Nagelfluh</i> mit Sandsteineinlagerung	ca. 50 m
Burdigalien	limnisch-brackisch	7. <i>Gelbe und violette Mergel</i>	10-20 m
		6. <i>Graublau sandige Mergel</i> mit marinen Mollusken	20 m?
		5. <i>Kohlenhorizont</i> , mit Stinkkalk, Land- und Süßwassermollusken	1-2 m
	marin	4. <i>Graue Sandsteine</i>	8-10 m
		3. <i>Nagelfluh-Sandsteinserie</i> , unten Kanzelfelsen-nagelfluh ca. 50-60 m mit <i>O. gryphoides</i> , oben Gebhardsbergnagelfluhen 30-40 m.	ca. 200 m (?)
		2. <i>Grauer</i> , massig-bankiger, pseudogranitischer <i>Sandstein</i> , gegen oben leicht vermergelnd . . .	ca. 200 m (?)
		1. <i>BK</i> , Kalknagelfluhbank mit <i>O. gryphoides</i> und Hai- und Rochenzähnen	2 m

Aquitaniien: gelbliche Mergel der nagelfluhfreien Zone von Kennelbach.

Ein Vergleich der zwei ziemlich summarischen Profile — sie liegen, im Schichtstreichen gemessen, nicht ganz 4 km auseinander — zeigt zunächst beträchtliche Mächtigkeitsunterschiede auf. Halten wir fest, daß z. B. die Kohlenschichten Nr. 6 im Profil a) und Nr. 5 im Profil b)²⁵⁾ ein und denselben Horizont repräsentieren, so ergeben sich für die burdigale Schichtserie zwischen dem Kohlenniveau und dem BK direkt vergleichbare Mächtigkeitswerte: ca. 200 m im W-Profil gegen ca. 400 m im E-Profil. Hiezu muß nun allerdings bemerkt werden, daß die Mächtigkeitsangaben in beiden Profilen nicht als sehr genau und zuverlässig gelten können und zudem nicht von ein und demselben Autor stammen. Die Mächtigkeitsdifferenz der beiden Profile ist nun aber für den betrachteten Komplex selbst bei Berück-

²⁵⁾ Den limnischen Zwischenkomplex der Pfänder-OMM betrachten wir (Fig. 4) aus Analogie mit den St. Gallerprofilen im Gegensatz zu Heim, Rutsch und Blumrich als oberstes Burdigal. Doch ist diese Eingliederung selbstverständlich rein formaler Natur.

sichtigung einer nicht unbedeutenden Fehlergrenze ²⁶⁾ derart, daß eine $E \rightarrow W$ gerichtete Mächtigkeitsabnahme des Pfänderburdigals auf jeden Fall bestehen bleibt, ein Ergebnis, das wir nach unseren Erfahrungen auf der linksrheinischen Seite ohne weiteres erwarten durften. Künftige genaue Profilaufnahmen unter spezieller Berücksichtigung der Mächtigkeitsverhältnisse bzw. der für die Vergleiche so wichtigen Leithorizonte — wir denken hier, abgesehen vom BK, vor allem an die Kanzelfelsen- und Gebhardsberg-nagelfluhen, an das sogenannte Hangendkonglomerat am Berg Isel [Nr. 8 im Profil a)], das zusammenhängend über Fluh-Wirtatobel-Langen-Hegisberg bis zum Kesselbach verfolgbar sein soll, an die Klausen-Nagelfluhrippe u. a. m. — werden auch für den W-Rand der Pfänderschüttung zahlenmäßige Angaben für die Existenz primärer Deltagefälle beibringen können. Vorderhand mußte in Fig. 4 etwas schematisiert werden, nicht zuletzt auch deshalb, weil ein direkter Anschluß der Pfänder-OMM an diejenige von Staad-Rorschach wegen des durch das Rheintal bedingten Längsprofilunterbruches leider zum vornherein illusorisch ist. Ergänzend sei beigefügt, daß im Bereich der Pfänderschüttung, im Gegensatz zu den im linksrheinischen Gebiet beschriebenen Verhältnissen, die marine Fazies der OMM nie völlig durch limnoterrestre Äquivalente verdrängt wird. Es hängt dies zweifellos in erster Linie mit den gegenüber dem Hörnli-fächer bedeutend kleineren Dimensionen der Pfänderschüttung zusammen.

Eine Frage, die an dieser Stelle noch kurz gestreift zu werden verdient, ist die: Inwieweit beeinflußt die in ihrer Zusammensetzung von den linksrheinischen polygenen Konglomeraten so differente Pfänderkalknagelfluh die faziell-lithologische Ausbildung der marinen Sandsteine und Mergel, oder mit andern Worten: Erhalten sich die für die Rorschacher und St. Galler OMM so bezeichnenden blaugrauen Schiefermergel, Plattensandsteine und Seelaffen auch im Bereiche der Pfänderschüttung?

Blaugraue Schiefermergel, an Sitter und Glatt noch inmitten der Nagelfluhen typisch entwickelt, sind uns aus der westlichen Pfänder-OMM nur von Bregenz (Herz-Jesu-Kirche), aus dem Wirtatobel (im Hangenden des limnisch-brackischen Zwischenkomplexes, von B. Studer schon 1825 mit den Belpbergschichten verglichen) und von Ellhofen in unbedeutender Mächtigkeit und nicht einmal immer ganz typischer Ausbildung bekannt. Auch die Plattensandsteinfazies tritt gegenüber den linksrheinischen Profilen stark zurück; wir nennen als Vorkommnisse:

²⁶⁾ Die Mächtigkeitsangaben Heim's scheinen uns auf Grund unserer Schätzungen eher etwas zu hoch gegriffen zu sein.

Riedenburg (rötliche Plattensandsteine), Weißenreutebach (blaugraue plattige Sandsteine), Tobelbach bei Ellhofen (blaugraue Plattensandsteine, die nach Rutsch eine ausgezeichnete lithologische Uebereinstimmung mit den Luzerner Schichten aufweisen sollen). An Stelle der Plattensandsteine gelangt, vorwiegend im unteren Burdigal, ein grobbankig-massiger mariner Sandstein von pseudogranitischem Charakter zu bedeutender Mächtigkeit und Verbreitung: Gebhardsberg, Kusterberg, Kronhalden, Wirtatobel etc., und statt des für die linksrheinische OMM bezeichnenden Blaugrau herrschen graue, grüne und — besonders charakteristisch — rote Farbtöne vor (Zusammenhang mit den eisen-schüssigen, rot-gelbverfärbten Pfänderkalknagelfluhen!).

Unter den seelaffeartigen Bildungen verdient die Muschelbrekie von Riedenburg, am Sporn westlich Bregenz, einen besonderen Hinweis. Dieses interessante Gestein entwickelt sich, wie unweit Station Riedenburg eindrucklich sichtbar, von ESE nach WNW aus einer austernreichen auskeilenden Nagelfluhbank und erreicht an den westlichsten Aufschlüssen bis zu 5 m Mächtigkeit. Gegen E verschwindet es bald bzw. geht in Nagelfluh über und ist bereits im Profil von Bregenz nicht mehr nachweisbar. Wenn diese Seelaffe von Riedenburg als die mehr oder weniger direkte Fortsetzung der Staader-Seelaffe angesprochen worden ist (J. Früh, A. Ludwig), so muß demgegenüber betont werden, daß die beiden Gesteine wohl faziell, aber keineswegs lithologisch und stratigraphisch miteinander etwas zu tun haben. Die Riedenburger Seelaffe, ein unregelmäßig gebanktes bis massiges, calcitreiches, stark klüftiges, karrig anwitterndes Gestein, führt bezeichnenderweise rötliche Sandeinschwemmungen und enthält zur Hauptsache nur Austern- und Pectinidenfragmente, im Gegensatz zur blaugrauen, nie rötlichen Staader Seelaffe, die überdies ein ausgesprochenes Cardien-Agglomerat ist. Größere lithologische Uebereinstimmung mit der Seelaffe s. str. hat ein lokaler, cardienreicher Muschelsandstein im Helvet des Weißenreutebaches, und von Harbatzhofen erwähnt Rutsch eine Seelaffe, die mit dem Staader Gestein auch lithologisch völlig übereinstimmen soll.

Im allgemeinen erkennt man also, daß die Schiefermergel-, Plattensandstein- und Seelaffefazies, allerdings lithologisch meist etwas anders geartet, auch in der Pfänder-OMM da und dort auftritt, ohne aber zu jener Bedeutung zu gelangen, die ihr in den linksrheinischen Profilen zukommt. Der Einfluß der Pfänderschüttung äußert sich namentlich im Auftreten einer mehr massigen Sandsteinfazies von der Art des Buchbergsandsteins jenseits des Rheins, und statt der blaugrauen Gesteinsfarbe dominieren graugrüne und rote Farbtöne. In ihrer Schweremineralführung aber zeigen die Pfänderpsammite eine auffallende Uebereinstimmung mit den zur Hörnischüttung gehörigen Sandsteinen, obwohl die zugehörigen Nagelfluhen total verschieden geartet sind (siehe p. 108).

3. Das Längsprofil der OMM zwischen Herisau und dem Pfänder.

Gleichsam als Zusammenfassung unserer bisherigen Ausführungen und Ergebnisse sei in Fig. 4 versucht, die OMM am E-Rand des Hörnlfächers zusammen mit derjenigen an der W-Peripherie der Pfänderschüttung in ihren stratigraphisch-faziellen Zusammenhängen in einem WSW-ENE-Längsprofil übersichtlich darzustellen. Allerdings ist hierbei eine bedeutende (20fache) Ueberhöhung bzw. Längenverkürzung nicht zu umgehen. Da die Zeichnung für sich selber spricht, können wir uns hier auf wenige ergänzende Bemerkungen beschränken.

a) Paläogeographie und Faziesverteilung.

Das Profil Fig. 4 entspricht einem Schnitt durch die seitliche Berührungszone (Ueberschneidung) zweier deltaartig ins Miocänmeer sich erstreckender Schuttfächer. In der den maximalen Abständen von den beidseitigen Schüttungszentren entsprechenden Ueberschneidung ist die OMM völlig marin und konglomeratfrei, aber am wenigsten mächtig entwickelt. Gegen W und E schalten sich mit der Annäherung an das (jedenfalls im W) mehr oder weniger festländische Ufer bei zunehmender Schichtmächtigkeit Konglomerate und limnisch-brackische Zwischenkomplexe ein. Im Ueberschneidungszentrum (Schuttkegel-Zwischengebiet), das man sich im Aufriß als vermutlich weit gegen S vorspringende Meeresbucht vorzustellen hat, dominieren statt der zu erwartenden pelitischen Sedimente merkwürdigerweise sandige Ablagerungen (Plattensandsteinfazies!). Erst im mittleren und oberen Helvétien — wir betrachten speziell den westlichen Deltaabfall — stellen sich auch hier, bei zunehmender Einengung der helvetischen Meeresbucht, die für das strandnahe Unterhelvet bei St. Gallen so charakteristischen graublauen Schiefermergel ein. Von ganz besonderem Interesse ist die *Verteilung der Seelaffefazies*. Sieht man von den lokalen, durchaus unbedeutenden Muschelsandsteinen bei Herisau und am Weißenreutebach bei Bregenz ab, so zeigt sich, daß die 3 wichtigsten Seelaffehorizonte: die untere und die obere Seelaffe des linksrheinischen Gebietes und die Muschelbrekzie von Riedenburg im Pfänderbereich ihre typischste und mächtigste Entwicklung keineswegs in den strandnahen Zonen, sondern eindeutig in der Richtung gegen das tiefere, strandferne Meeresbecken hin erlangen, wo — wie aus Fig. 4 geschlossen werden kann — immerhin Meerestiefen von 200—300 m im Minimum vorausgesetzt werden müssen. Diese Verteilung der 3 Seelaffebildungen ist daher mit der landläufigen Deutung dieser Sedimente als typische Strand-

To.	OMM
To.	OMM

Normalprofil.

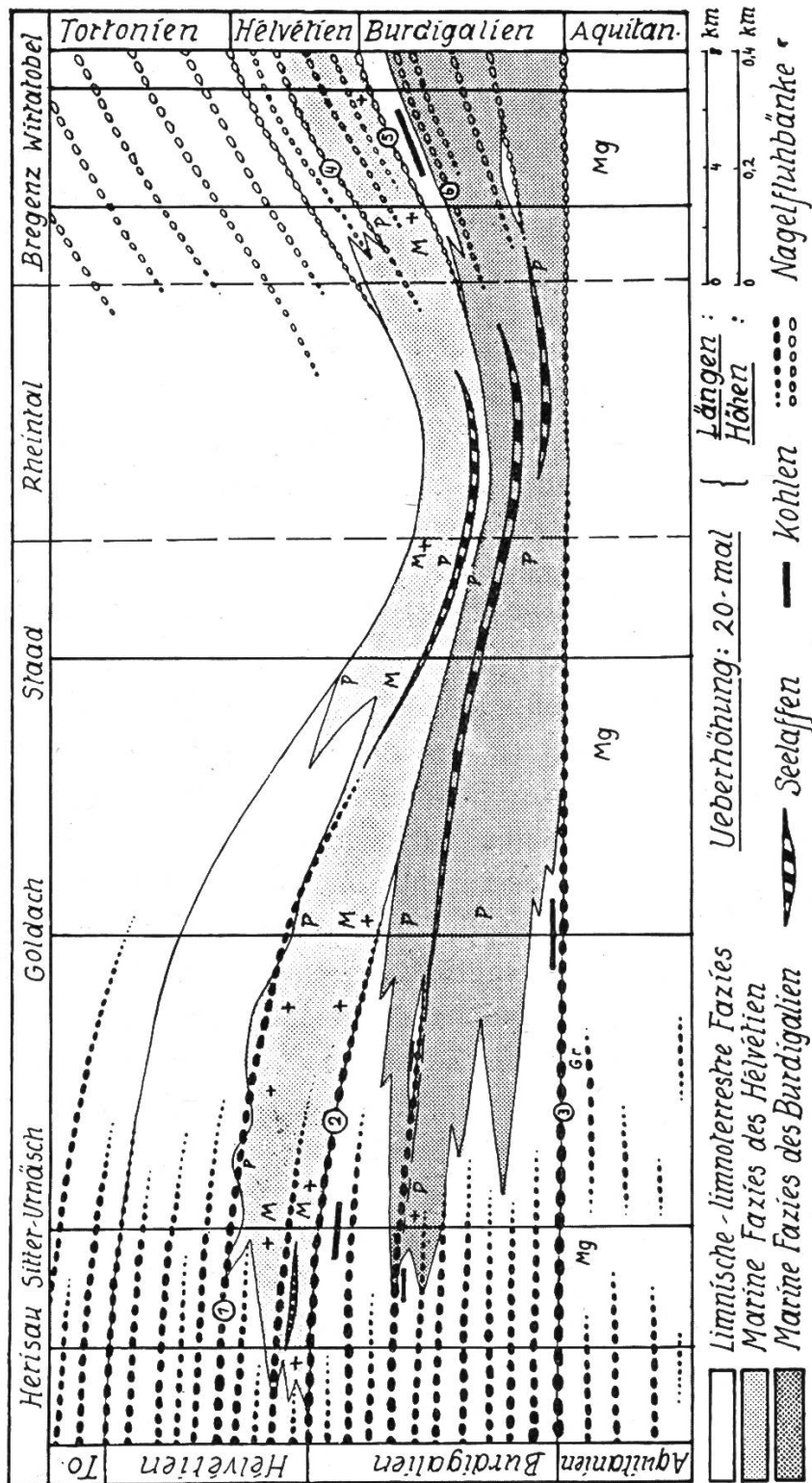


Fig. 4. Das Längsprofil der OMM zwischen Herisau und dem Pfänder.

1 = OGN, 2 = Freudenbergnagelfluh, 3 = BK, 4 = Klause-Rippe, 5 = Hangendkonglomerat, 6 = Gebhardsbergnagelfluh. M = Fazies der blaugrauen Schiefermergel, P = Fazies der Plattensandsteine, Mg = Oberaquitaner Mergel, + = granitischer Sandstein, autochthon.

bildungen (der Brandungszone) nicht vereinbar und veranlaßt uns — wir haben p. 15 und 17 weitere Argumente hiefür vorgebracht und möchten hier nur noch die Einschaltung der 3 Seelaffen mitten in ruhig sedimentierte Plattensandsteine speziell hervorheben, — die Seelaffen als *sekundär in größere Meerestiefen verschwemmte, d. h. als umgelagerte ehemalige Strandbildungen aufzufassen*. Damit aber können uns die genannten Sedimente keine Anhaltspunkte für die Nähe des S-Ufers des miozänen Meerestrogos geben²⁷⁾ und es muß daher betont werden, daß die Meeresbucht zwischen Staad und Bregenz primär noch sehr wohl weit über den heutigen S-Rand der marinen Miozänsedimente hinaus gereicht haben konnte.

Die seit langem bekannte Tatsache, daß im großen Ganzen das marine Burdigalien durch Plattensandsteine (d. h. ganz allgemein: durch die psammitische Fazies) charakterisiert erscheint, und daß das marine Helvet als die Mergelfazies (blaugraue Schiefermergel!) des Burdigals zu bezeichnen ist, wird durch Fig. 4 bestätigt. Hingegen können die Seelaffebildungen nicht mehr als für das Burgidalien besonders bezeichnend betrachtet werden.

b) Verbreitung der marinen Faunen.

Die räumliche Verteilung der autochthonen marinen Molluskenfaunen richtet sich, wie aus der Eintragung der wichtigsten Fossilfundstellen in Fig. 4 erhellt, in erster Linie nach der Verbreitung der Mergelfazies. Die (arten- und individuen-) reichsten Molluskenfaunen sind daher, immer abgesehen von allochthonen Anhäufungen, fast ausschließlich auf das Helvétien beschränkt, wo sie zunächst besonders auffallend im strandnahen (!) Unterhelvet bei St. Gallen und Bregenz auftreten, um erst im bereits stark eingeengten Oberhelvetmeer — quasi notgedrungen — auch das Beckenzentrum (Hürli-buck!) zu überziehen. Eines besonderen Hinweises bedarf in diesem Zusammenhange das Verhalten der dickschaligen Ostreiden. Während diese Mollusken im westlichen, d. h. zum Hörnlifächer gehörenden Ablagerungsbezirk praktisch beinahe fehlen²⁸⁾, sind große Austern

²⁷⁾ Auch die in den Rorschacher Plattensandsteinen (übrigens keineswegs so häufig, wie man oft meint) vorkommenden Wellenfurchen sprechen noch keineswegs für einen ausgesprochen flachmeerischen, seichten Sedimentationsbezirk, da nach K. Andrée (Lit. 3, p. 430) solche Wellenbildungen in heutigen Meeren noch in Tiefen von über 200 m entstehen können.

²⁸⁾ In der untern Seelaffe findet man, worauf uns J. Wahrenberger aufmerksam machte, hie und da ordentlich erhaltene, meist kleine Austern. Es handelt sich hiebei nach einer verdankenswerten Bestimmung von R. Rutsch wahrscheinlich um *Ostrea* (*Crassostrea*) *gryphoides* Schloth.

(zur Hauptsache *Ostrea gryphoides* Schloth.) in der OMM des Pfänders durchaus häufig und bezeichnend. Einen Anlaß zu diesem Verhalten mag man vielleicht darin erkennen, daß diese reichlich CaCO_3 konsumierenden Austern im Mündungsgebiet ausschließlich kalkiges Material fördernder Ströme offenbar besonders günstige Lebensbedingungen (härteres Wasser) fanden.

c) Die miozäne Deltaüberschneidung und der heutige Rhein.

Die für den Zeitraum der OMM so exakt nachweisbare Depressionszone (Deltaüberschneidung) zwischen dem östlichen Hörnlfächer und der westlichen Pfänderschüttung hat sich zweifellos auch noch nach der Ausstüßung des Helvétienmeeres im Torton-Sarmat erhalten oder womöglich gar noch akzentuiert. Wir dürfen dies aus dem Umstand schließen, daß sich die gegenseitige Lage der zwei in Frage stehenden Hauptschüttungszentren und allem nach auch die Intensität der Schuttbeförderung im Obermiozän nicht wesentlich geändert haben. Eine gewisse Depression dieses primären miozänen Reliefs wird sich daher auch noch nach der Aufrichtung der A_1 in deren N-Schenkel mehr oder weniger deutlich geltend gemacht haben²⁹⁾. Aus diesem Grunde scheint es uns jedenfalls mehr als nur Zufall, daß der Uebertritt des heutigen Bodenseerheintals aus der subalpinen in die mittelländische Molasse ausgerechnet im zentralen Bereich einer wenigstens für das untere Miozän direkt nachweisbaren Deltaüberschneidung erfolgt.

B. Das Aquitanien (Granitische Molasse).

1. Einleitung.

Südlich der miozänen Transgression am Rorschacherberg und am Steinernen Tisch betreten wir das ausgedehnte Gebiet des N-fallenden Aquitans (der sogenannten „Ersten Gruppe mit nördlichen Einfällen“ von J. C. Deicke 1855). Dieses Gebiet umfaßt vor allem die Höhenzüge von Walzenhausen-Heiden, der Meldegg 648 m, der Gebhardshöhe 884 m, der Eggen 945 m und des Hirschberges 982 m, die in ihrer Gesamtheit den sogenannten Appenzeller-Sporn aufbauen. Abgesehen von dem im Abschnitt „Antiklinalzone“ zu besprechenden südlichsten Streifen bildet dieses Aquitan eine einheitlich NNW-fallende Sandstein-Mergelserie von ungefähr 2 km Mächtigkeit (gegen ca. 1800 m im Profil der Urnäsch). Das mittlere Fallen beträgt, abgesehen von lokalen Abweichungen, $30-40^\circ$ (25° in den hangendsten

²⁹⁾ Sofern sich überhaupt nicht schon im obersten Miozän, vor der Molassedislokation, irgend eine Abflußrinne darin installiert hat.

Partien gegen das Miozän), ohne daß ein kontinuierliches Wachsen der Fallwinkel von N nach S zu konstatieren wäre. Das mittlere Streichen bestimmt sich (ausgenommen den S-Rand, wo besondere Verhältnisse vorliegen) zu N 70°—80° E, was wiederum, wie im Bereiche der OMM, gegenüber dem im W beobachteten Streichen (N 60° bis 65° E im Aquitan des Trogener Querschnittes) ein Einschwenken in die E-W-Richtung bedeutet.

2. Geologisches Alter und Fossilfunde.

Belege für das geologische Alter konnten in unserm Gebiet keine beigebracht werden. Doch steht das aquitane Alter der Serie dank der Fossilfunde in benachbarten Gebieten (Mollusken- und Säugetierfunde von Bildstein, Unterstaudach und Kennelbach: vergl. Lit. 64, p. 54/55, 61/64; Molluskenfauna von Lustmühle: vergl. Lit. 64, p. 55, Lit. 98, p. 132; Molluskenfunde von Trogen: vergl. p. 68)³⁰⁾ und dank der faziell-lithologischen Zusammenhänge (granitischer Sandstein!) außer Frage. An fossilen, aber leider für die Stratigraphie unverwertbaren Pflanzen ist die granitische Molasse unseres Gebietes ziemlich reich. Wir nennen als Fundstellen: Högli W Walzenhausen, Eisenbühl bei Büriswilen, Langmoos-Kobel W Au (Sammlung Reallehrer G. Schenk in Berneck), Oberegg (Felswand am Fallbach). Von St. Margrethen ist eine im naturhistorischen Museum St. Gallen deponierte Flora bekannt geworden, die von R. Keller (Lit. 67) bearbeitet wurde und die folgende, zum Teil vermutlich revisionsbedürftige Arten umfaßt:

- | | |
|--|--------------------------------------|
| 1. <i>Myrica acuminata</i> Ung. | <i>Cinnamomum lanceolatum</i> Heer |
| <i>Myrica salicina</i> Ung. | <i>Cinnamomum polymorphum</i> Heer |
| 2. <i>Quercus neriifolia</i> A. Br. | <i>Cinnamomum grandifolium</i> |
| <i>Quercus chlorophylla</i> Ung. | Schimper |
| <i>Quercus Mureti</i> Heer | <i>Cinnamomum spectabile</i> Heer |
| 3. <i>Salix elongata</i> Weber | 7. <i>Cornus orbifera</i> Heer |
| 4. <i>Populus balsamoides</i> Goeppert | <i>Cornus rhamnifolia</i> Weber |
| <i>Populus versus attenuatam</i> | 8. <i>Cupanites Neptuni</i> Schimper |
| Keller | 9. <i>Rhamnus rectinervis</i> Heer |
| 5. <i>Persea intermedia</i> Keller | <i>Rhamnus inaequalis</i> Heer |
| 6. <i>Cinnamomum Scheuchzeri</i> | <i>Rhamnus acuminatifolius</i> Weber |
| Heer | 10. <i>Phyllites spec. indet.</i> |

Ueber einen Fund von Lacertilier-Fährten vergl. p. 75.

³⁰⁾ An dieser Stelle verdienen auch 2 leider verloren gegangene Säugetierfunde in Erinnerung gebracht zu werden:

Rhinoceros incisivus Mey. aus gr. Sandstein v. Bendlehn-Speicher,
Rhinoceros minutus Cuv. aus einer Mergelgalle in einem Steinbruch an der Straße Rehtobel-Vogelherd. Vergl. hierzu: J. Früh (Lit. 39); H. G. Stehlin (Lit. 128) zitiert ohne nähere Angaben auch St. Margrethen als Säugetierfundstelle.

3. Gliederung und Lithologie.

Infolge Fehlens distinkter Leithorizonte ist die mächtige Aquitanserie im Gegensatz zur OMM nur schwer gliederbar. Immerhin ergibt sich für unser Gebiet unter Berücksichtigung der Tatsache, daß zwischen den ausscheidbaren Komplexen nie scharfe Grenzen, sondern allmähliche Uebergänge bestehen, folgende Gliederung:

II. Oberaquitane Mergelzone

I. Zone des granitischen Sandsteins s. l.,

zerfallend in: 3. Uebergangszone

2. Zone des gr. Sandsteins s. str.

1. Nagelfluhführendes Unteraquitane.

Die oberaquitane Mergelzone umfaßt die Niederung von Thal-Rheineck und das Gebiet des Steinli- und Mattenbaches (Engetobel) sowie des unteren Gstaldenbaches (gute Profile an den Tobelhängen der genannten Bachläufe). Sie erreicht eine Mächtigkeit von ungefähr 300 m und setzt sich zusammen aus einer oft an tortonische Verhältnisse gemahnenden Wechselfolge von grau-gelbbraun-blaugrauen, vielfach auch gelbrot-fleckigen-bunten, seltener schwärzlich-bituminösen, sandig-tonigen Mergeln und Mergelsandsteinen mit Einlagerungen stark absandender, zum Teil glimmerreicher gewöhnlicher Sandsteine, die, feinkörnig werdend, zu harten Kalksandsteinen überleiten können. Granitische Sandsteine fehlen. Gegen SW streicht diese Mergelzone über Grub und den Landgraben an die Goldach und erreicht den Oberlauf der Steinach (Wenigerweiher). Sie tritt morphologisch als deutliche Depression im Gelände hervor (Oberaquitane-Kombe). Vom Obern Brand (S St. Gallen) an gegen SW verliert sie sich: Nagelfluhbänke lagern sich ein und mit ihnen granitische Sandsteine (Wattbachgebiet). Im Urnäschprofil indessen ist die Vermergelung des obersten Aquitans nochmals sehr deutlich.

Der Mergelzone von Thal entspricht also im W das von Ludwig auf Atlasblatt 4 ausgeschiedene, nagelfluhführende Oberaquitane (d. h. soweit dieses nach p. 27 nicht bereits zum Burdigalien gehört). Im Uebergangsgebiet (Wattbachoberlauf, lokal schon an der Goldach südlich Rappenstein) vermitteln bezeichnenderweise granitische Sandsteine den seitlichen Fazieswechsel Mergel-Nagelfluh.

Jenseits des Rheines hat die Mergelzone von Thal in der „Zone von Kennelbach“ (Arn. Heim, Lit. 64, p. 11) ihre direkte Fortsetzung.

Die Zone des granitischen Sandsteins s. l. kann zweckmäßig in 3 Komplexe unterteilt werden. Eine mittlere Zone des granitischen Sandsteins s. str. umfaßt die eigentliche Domäne des typischen, bauwürdigen „St. Margrethersteins“, also ungefähr einen Streifen, der durch die Ortschaften St. Margrethen-Walzenhausen-Heiden-Hirschberg-Büriswilen-Au umschrieben und der durch eine Reihe größerer, heute allerdings meist aufgelassener Steinbrüche gekennzeichnet wird: St. Margrethen-Kornau, Gaismoos, Heldstadel, Monstein, Walzenhausen-Gütli, Büriswilen, P. 790 m NW Schönenbühlbad und andere mehr. Uebrigens hat schon Gutzwiller hervorgehoben, daß der bauwürdige gr. Sandstein „nur innerhalb eines engbegrenzten Streifens von kaum 2 km Breite zu finden ist“.

Auf eine nähere petrographisch-mikroskopische Charakterisierung des oft beschriebenen gr. Sandsteins kann hier unter Hinweis auf Lit. 106, p. 25 ff, Lit. 109, p. 232–234, Lit. 40, p. 70, Lit. 56, p. 34–35, füglich verzichtet werden. Schweremineralführung siehe p. 107, 109. Folgende Beobachtungen seien festgehalten: Der gr. Sandstein des Appenzeller Sporns tritt zumeist in 3–10 m mächtigen, massigen, kaum klüftigen Bänken auf, die mit ihren gegen S gerichteten, meist unbewachsenen, rundlich absandenden Schichtköpfen zu einer prachtvollen Rippenlandschaft Anlaß geben (Gebiet Meldegg-Weilen!). Diagonalschichtung konnte, im Gegensatz zu Arn. Heim (Lit. 64, p. 10), im typisch-granitischen Sandstein nie beobachtet werden. Wo die Basis einer Sandsteinbank zufällig einmal aufgeschlossen ist, konstatiert man, daß der gr. Sandstein in der Regel mit äußerst scharfem Kontakt auf Mergeln aufruht, und zwar greift der Arkosesandstein oft mit höckerartigen, bis 40 cm vorragenden Ausbuchtungen oder auch nur mit kleineren walzenartigen, länglichen Wülsten in die absolut ruhig gelagerten, meist schwärzlichen Basismergel ein (z. B. P. 453 m NE Monstein, Wasenbach E Walzenhausen). Die Hangendgrenze dieser Sandsteine ist im allgemeinen wenig scharf, Vermergelung oder Uebergang in gewöhnliche Sandsteine unter Kalkaufnahme sind häufige Erscheinungen. Derartige Verhältnisse erinnern an die von Nagelfluhbänken her bekannten Phänomene und weisen auf ähnliche Sedimentationsbedingungen bzw. auf einen engen Anschluß der gr. Sandsteine an Nagelfluhschüttungsbezirke hin.

Innerhalb des gesamten Verbreitungsgebietes des gr. Sandsteins, also auch innerhalb der eigentlichen Zone von St. Margrethen, treten neben schwer charakterisierbaren Uebergangsgliedern („gewöhnliche“ Sandsteine; knauerige Sandsteine, z. B. an der Meldegg mit löcherigen, wabenähnlichen Verwitterungsformen) auch ausgesprochene Kalksandsteine auf.

Sie entwickeln sich teils innerhalb weniger dm durch allmählichen Uebergang aus gr. Sandsteinen bzw. gehen in solche über, teils bilden

sie selbständige, einheitliche und mächtige Bänke. Ihre Verbreitung wird im allgemeinen durchaus unterschätzt. Wir nennen als gute Aufschlüsse (Steinbrüche) in unserem Gebiet: Straße W Walzenhausen (Kalksandstein zum Teil erfüllt von Mergelgallen: Pseudokonglomerate), Kornau P. 460 m, Au-Haslach, Hofstatt N Sulzbach, P. 922,9 m W Oberegg³¹⁾ u. a. m. Es handelt sich bei den typischen Vorkommnissen um graue bis blaugraue, gelbbraun anwitternde, im allgemeinen sehr harte und zähe, stark klüftige, grobbankig-unregelmäßig gelagerte Kalksandsteine bzw. Sandkalksteine (Karbonatgehalt meist 60—70%; vergl. hiezu auch Lit. 109, p. 238—240), die für den Bereich der granitischen Molasse zwischen Rhein und Linth gewissermaßen charakteristisch sind, und die nach dem Vorgange von Kaufmann und Gutzwiller als Heidener oder Teufener Pflastersteine bezeichnet werden. In Lit. 106 und Lit. 109 figurieren diese aquitanen Kalksandsteine der gr. Molasse unter der Gruppe der Appenzellersandsteine. Wir wollen diese Bezeichnung — vergl. hiezu auch Gutzwiller (Lit. 56, p. 34) und Ludwig (Lit. 88, p. 42) — aber enger fassen und vor allem in stratigraphischem Sinne für die von den Heidenersteinen petrographisch allerdings kaum unterscheidbaren, aber älteren (chattischen) Kalksandsteine an der Basis der Gäbriszone reservieren.

Unter den Mergeln und Mergelsandsteinen der gr. Sandsteinzone s. l. sind graue, gelbbraun-rötlich-fleckige, oft kalkreiche, etwas knollige Typen am verbreitetsten. Daneben treten schwärzlich-graue bituminöse, sowie graue tonige Mergel auf. Wirklich bunte (gelbrote, graublaue, violette) Mergel sind nur selten aufgeschlossen und von untergeordneter Bedeutung (Mühlebach N Schönenbühlbad, Hirschberg). Jedenfalls hat, worauf u. a. auch von Ludwig hingewiesen worden ist, die Bezeichnung „bunte“ oder „rote Molasse“ für das ostschweizerische Aquitanien keinen Sinn. Das Verhältnis Mergel: Sandstein schätzen wir für unser Gebiet auf ungefähr 1 : 1.

Mit der Annäherung an die oberaquitanische Mergelzone, etwa im Raume S Thal bis gegen Walzenhausen-Heiden, beginnen die mächtigen massigen Bänke des gr. Sandsteins der St. Margretherzone mehr

³¹⁾ Dieser Steinbruch ist zugleich Fundort bemerkenswerter *Calcitkristalle*. Die hier einer Querkluftfläche aufsitzenden Kristalle weisen eine bisher aus der ostschweizerischen Molasse unbekannte Tracht auf. Die folgenden kristallogr. Angaben seien Herrn Prof. Parker (Zürich) auch an dieser Stelle herzlich verdankt.

Durchwegs leicht angeätzte Zwillinge nach (0001). Kombination folgender Formen: Ein Skalenoeder wahrscheinlich $[51\bar{6}1]$, abgestumpft durch ein Skalenoeder, für das nach den approx. gemessenen Winkeln $[25\bar{7}9]$ in Frage kommt. Ferner findet man Flächen eines sehr spitzigen Rhomboeders vermutlich von der Form $[28.0\bar{2}8.1]$. Außerdem treten hie und da die Flächen des Einheitsrhomboeders als Spaltflächen auf. Die Kristalle zeichnen sich durch ihre auffallend isometrische Form besonders aus.

und mehr zurückzutreten. Das Gestein verliert seine Bauwürdigkeit, was sich schon im Fehlen größerer Steinbrüche äußert. Dafür treten neben ausgesprochenen Kalksandsteinen (Steinbrüche bei Walzenhausen und Heiden) wenig charakteristische intermediäre Sandsteine stark hervor. Im Sägetobel unterhalb Walzenhausen wurden ebenplattige Kalksandsteine mit Rippelbildungen (Wellenfurchen) festgestellt. Im großen Ganzen konstatiert man in diesen hangenden Teilen der gr. Molasse eine Kornverfeinerung, die den Uebergang zur oberstaquitane Mergelsedimentation vorbereitet. Am Burghügel von Rheineck beweist eine selten schöne, ausgeprägte Schrägschichtung von 20° wenigstens für das obere Aquitan eine ziemlich genau S→N gerichtete Transportströmung, im Gegensatz zu den p. 30 aus dem Miozän beschriebenen Verhältnissen im selben Querschnitt, wo die Materialbelieferung eindeutig aus WSW erfolgte.

Am S-Hang der Eggen und der Meldegg zwischen Kobel und Najenried treten die tiefsten Schichtglieder der gr. Molasse zutage. (Gute Profile z. B. im Schleifetobel bei Berneck oder am Sulzbach.) Sie unterscheiden sich von der eigentlichen St. Margretherzone dadurch, daß zu den Arkose- und Kalksandsteinen nunmehr auch Nagelfluheinlagerungen hinzutreten. Da diese größeren und kleineren, im allgemeinen eher sporadischen Konglomeratbänke, wie wir später sehen werden, für die stratigraphische Zuordnung der Gäbriszone und damit für die tektonische Deutung der A_1 von grundsätzlicher Wichtigkeit sind, verdienen sie ganz besonderes Interesse, umsomehr auch, als das Unteraquitane weiter im W (z. B. bei Trogen oder an Sitter und Urnäsch) völlig nagelfluhfrei ist. Es handelt sich um folgende Nagelfluhvorkommnisse:

a) Sulzbachnagelfluh: Eine schon von Gutzwiller auf Blatt IX eingezeichnete Nagelfluhbank im Raume der Säge Sulzbach. Sie ist auf eine Länge von ca. 1,2 km im Streichen erschlossen und keilt nach W (Sulzhalde P. 721 m) und E (Städeli N Than) rasch aus. Am Sulzbach erreicht sie, zusammen mit einer Einlagerung von gr. Sandstein, eine Mächtigkeit von 5–10 m, an der Straße N Than eine solche von gegen 20 m. Unterlagerung durch einige m Sandstein, Fallen im Mittel 50° N. Der Geröllbestand ergibt sich aus folgender, bei Sulzhalde P. 721 m ausgeführten Zählung:

	Anzahl	in %
1. Gneise + Glimmerschiefer	21	5
2. Rote Granite	1	+
3. Kieselkalke	201	50
	223	55%

	Uebertrag	223	55%
4. Dunkle schwärzliche Kalke	35	9	
5. Helle Kalke	25	6	
6. Sandkalke, Mergelkalke, Kalkschiefer u. ä.	45	11	
7. Sandsteine	11	3	
8. Buntsandstein	1	+	
9. Konglomerate und Brekzien	5	1	
10. Dolomite	34	9	
11. Hornsteine, Radiolarite	2	1	
12. Quarze inkl. Quarzite	19	5	
Total der gezählten Komponenten	400	100%	

Maximale Gerölle: 15×12×9 cm : Kieselkalk

14×10×9 „ : „

13×9×8 „ : Gneisquarzit

12×10×9 „ : Kieseliger Kalk

10×10×8 » : Kieselkalk

Es handelt sich somit nach unserer in Lit. 110 vorgeschlagenen Nomenklatur um eine kristallinführende Kalknagelfluh. Auf die petrographische Uebereinstimmung der Sulzbachnagelfluh mit den Gäbris-konglomeraten sei schon hier mit Nachdruck hingewiesen.

b) Alte Kiesgrube bei Schwendi Q. 840 m (E Schachen): Reichlich Nagelfluhlagen und -schnüre in blaugrauem, 66° N-fallendem, pflanzenführendem Kalksandstein, als letzte Reste einer ehemals kompakten, 4—5 m mächtigen, heute abgebauten Bank. Da der bis zum Verschwinden der Nagelfluh erfolgte Abbau in der S→N-Richtung vor sich ging, ergibt sich daraus auch das S→N gerichtete Auskeilen der Nagelfluh. Mittlere Geröllgrößen: nußgroß. Eine kursorische Sichtung von 200 Geröllen ergab übereinstimmenden Geröllbestand mit der Sulzbachnagelfluh bei einem Kristallgehalt von ca. 10% (13 Gneise und 6 Quarze; keine Granite beobachtet).

c) Kleine Kiesgrube bei Bühl unweit P. 800,1 m [500 m NE Aufschluß b]): 2—3 m nußgrobe Kalknagelfluh mit Gneisen, Quarzen, Hornsteinen etc., im Hangenden pflanzenreicher Sandstein.

d) Steilstufe am westlichen Sulzbacharm auf Q. 740 m: 2 m nußgrobe Kalknagelfluh mit Gneisen.

Die 3 letztgenannten Nagelfluhvorkommnisse dürften primär einem einzigen, stratigraphisch etwa 400 m über der Sulzbachnagelfluh liegenden einheitlichen Horizont angehört haben.

Ueberblicken wir abschließend die Gesamtschichtfolge des N-fallenden Aquitanien, so ergibt sich im ganzen deutlich eine Korngrößenabnahme in der Sedimentation von unten nach oben:

granitische Molasse + Nagelfluh → gr. Molasse → Mergelserie.

Man muß sich hierbei allerdings vor dem naheliegenden Schluß auf eine entsprechende Abnahme der Schuttbeförderungsintensitäten im

Verlaufe der Aquitanzeit hüten. Denn das heute der Untersuchung zugängliche oberste Aquitan im N entspricht infolge der Schrägstellung des gesamten Profiles auch einem primär in Bezug auf die tiefsten Profilaufschlüsse bedeutend nördlicher gelegenen Ablagerungsraum, d. h.: wir müssen bei der Betrachtung einer derart mächtigen Sedimentfolge nicht nur das Uebereinander, sondern auch das Nebeneinander berücksichtigen.³²⁾ (Vergl. hiezu aber p. 94.) Aehnliche Ueberlegungen gelten übrigens auch in Bezug auf die Gesamtmächtigkeit der aquitanen Serie, die wir nur durch Summation des sichtbaren Ausgehenden angenähert bestimmen können.

II. Die Antiklinalzone s. str.

Der hier in Frage stehende Begriff einer Antiklinalzone ist 1860 von Kaufmann in die Molasseliteratur eingeführt worden und spielt namentlich auch in der Gutzwiller'schen Terminologie eine wesentliche Rolle. Man versteht darunter — in rein tektonischem Sinne — jene mehr oder weniger breite und komplexe Zone, innerhalb welcher der N-Schenkel einer Antiklinale (Antikline) in den S-Schenkel übergeht. Da aber eine Antiklinalzone im eigentlichen Sinne des Wortes die Gesamtheit der bezüglich einer Längsaxe antiklinal gestellten Schichtkomplexe, d. h. in unserem Falle den ganzen Bereich der A₁ zwischen dem oberen Bodensee und einer Linie Altstätten-Gais umfaßt, so müssen wir den zentralen Uebergangsstreifen im Sinne Kaufmann's und Gutzwiller's als Antiklinalzone s. str. (= AZ) bezeichnen. Eine genauere Abgrenzung dieser AZ ist, da es sich ja um einen rein tektonischen, aber trotzdem sehr zweckmäßigen Begriff handelt, nicht möglich. Für unser Gebiet wollen wir die AZ im N durch eine Linie Meldegg-Hirschberg, im S durch die Gäbris - Basis - Nagelfluhbank Buchholz-Schwellmühle begrenzen. Im folgenden seien zunächst die baulichen und erst nachher die stratigraphischen Verhältnisse einer näheren Prüfung unterzogen.

A. Die Tektonik der AZ Au-Berneck-Oberegg.

(Vergl. hiezu die tektonische Skizze Taf. VII.)

Als Ausgangspunkt für eine tektonische Analyse dieses Gebietes eignet sich zweckmäßig das Profil am Sulzbach, wo in Kalksandsteinen und Mergeln an der Straße Reute-Berneck bei P. 601 m ein vollständiges Gewölbe aufgeschlossen ist (Fig. 5). Wenn auch der

³²⁾ Aus dem ergänzten Profil ergibt sich, daß das Oberaquitan bei Thal primär etwa 5 km nördlicher abgelagert wurde als das tiefste Aquitanien bei Berneck. Auf solche Distanzen ist mit horizontalen Fazieswechseln durchaus zu rechnen.

Gewölbescheitel eine kleine Scheitelbruchüberschiebung und sekundäre Stauchungen aufweist, so steht, wie auch Arn. Heim (dem man die erstmalige Abbildung dieser Stelle in Lit. 64 verdankt) betont, die einfache Gewölbenatur des Aufschlusses außer Frage, um so mehr als im Sulzbach selber der horizontale Gewölbscheitel ebenfalls erschlossen ist.

Gutzwiller kannte diese Lokalität P. 601 m ebenfalls, erblickte hier aber merkwürdigerweise ein in das Schichtstreichen fallendes, wahrscheinlich durch Verrutschung entstandenes Pseudogewölbe (Lit. 58, p. 12). — Sulzbachaufwärts treffen wir, wenig oberhalb P. 601 m, auf Q. 620 m zwei ungefähr 50° N-fallende Bänke von gr. Sandstein, während auf Q. 640 m die bereits erwähnte Sulzbachnagelfluh eine senkrechte Steilstufe bildet. Wir stehen somit im Bereich der gr. Molasse.

Von P. 601 m bachabwärts gehend, quert man zunächst erwartungsgemäß $45\text{--}60^\circ$ S-fallende, zum Teil gr. Sandsteinschichten, bis auf Q. 560 m unvermutet eine saigere, N 80° E streichende Steilzone einsetzt. Bachabwärts wird das Fallen wieder südlich und beträgt an der Mündung in den Litenbach 48° S/ 78° .³³⁾ Wie also schon das Sulzbachprofil zeigt, ist südlich des Sulzbachgewölbes mit einer Komplikation der AZ zu rechnen.

Verfolgen wir zunächst den Verlauf des Sulzbachgewölbes gegen E bzw. NE. Bei Städeli N Than zieht ein mächtiges Sandsteinriff durch den Wald, an dessen Basis die letzten Spuren der hier auskeilenden Sulzbachnagelfluh zu finden sind. Das Fallstreichen beträgt 30° NE/ 150° . Dies bedeutet gegenüber dem in der AZ herrschenden mittleren Axenstreichen von N $80\text{--}90^\circ$ E eine bedeutende Ablenkung von $60\text{--}70^\circ$ im Sinne eines östlich umlaufenden Streichens, als der Ausdruck eines östlichen Axialgefälles des Sulzbachgewölbes. Dasselbe kann aus obigen Angaben unter Benützung der Höfer'schen Formel³⁴⁾ ungefähr berechnet werden und beträgt ca. 14° . Dieses axiale Absinken ist übrigens schon am Sulzbachgewölbe direkt beobachtbar und manifestiert sich auch, wie das Studium der Gehänge von Kobel und Tigelberg von der Rheinebene her eindrucklich lehrt, ganz allgemein in einem auffallenden E-Absinken der am Hange durchstreichenden Sandsteinbänke.

Die aus pseudogranitischem Knauersandstein bestehende Rippe am Wege Than-Schlössli (Berneck) fällt bereits wieder ca. 50° S/ 80° ; der zwischen ihr und dem Aufschluß bei Städeli durchziehende Gewölbe-

³³⁾ Die Zahl links bedeutet das südliche bzw. nördliche Einfallen, die Zahl rechts das Schichtstreichen in Graden gemessen von N über E.

³⁴⁾ $\operatorname{tg} \alpha = \operatorname{tg} \beta \cdot \cos \gamma$, worin bedeutet:

α = das gesuchte Axialgefälle

β = der gemessene Fallwinkel

γ = Winkel, den die gemessene Streichrichtung mit dem mittleren Axenstreichen bildet.

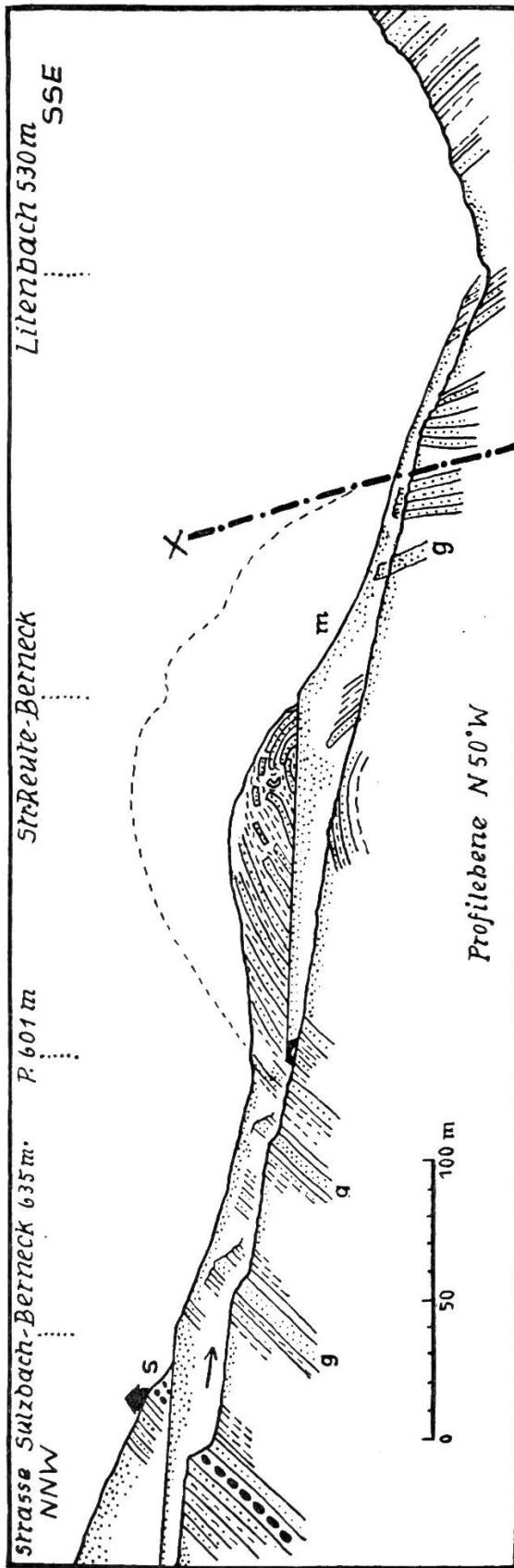


Fig. 5. Das Gewölbe am Sulzbach bei Berneck. (S = Sulzbachnagelfluh, g = granitischer Sandstein, m = Moräne).

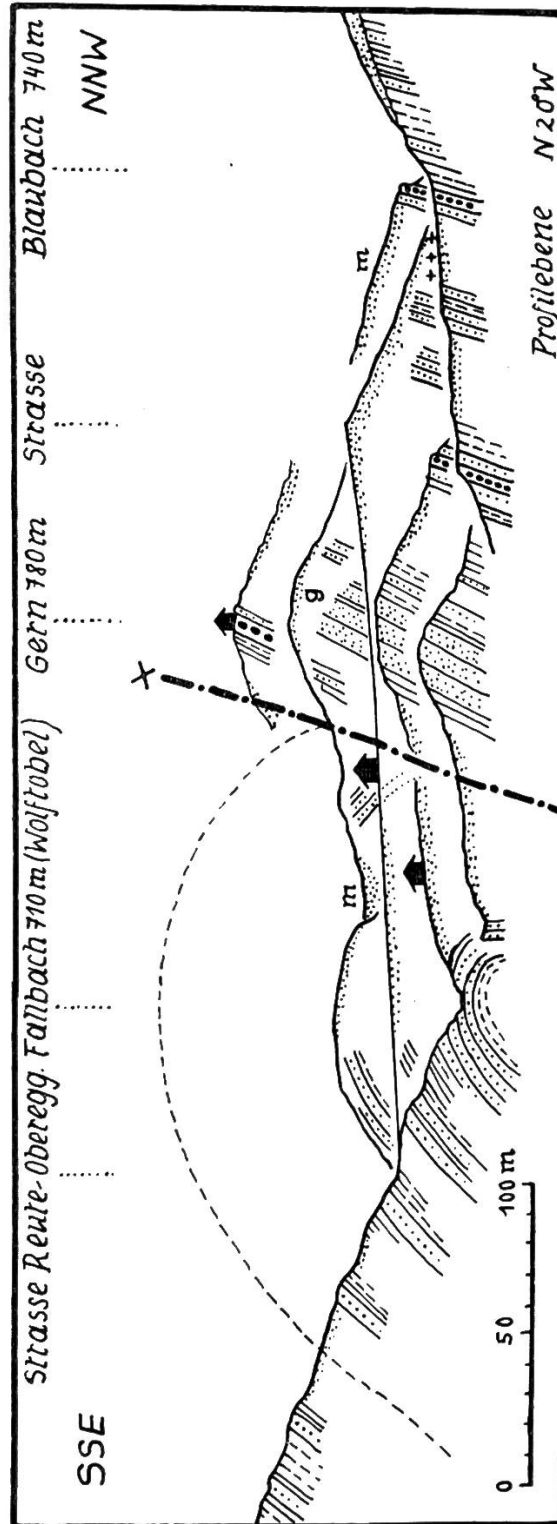


Fig. 6. Das Gewölbe im Wolfstobel bei Reute. (+ = erratische Blöcke).

scheitel liegt hier verdeckt. Bei der Schleife, am Ausgang des Schleife- oder Kühbachtobels, steht granitischer massiger Sandstein an mit 45° N/ 85° Fallstreichen. Der Gewölbescheitel muß wenig südlich durchziehen. Tobelaufwärts nimmt der Fallwinkel allmählich ab, erreicht auf Q. 460 m ein Minimum mit 16° N/ 90° und steigt, noch höher hinauf, wieder kontinuierlich an auf über 30° N. Diese merkwürdige Erscheinung (irgendwelche Diskordanzen oder rasch auskeilende Schichten sind nirgends zu beobachten) wiederholt sich im W am Sulzbach (17° N/ 90° auf Q. 680 m zwischen steiler fallenden Komplexen) und in ähnlicher Weise an der Schwendihalde.

Am Bächlein bei Kobel SW Au kannte schon Kaufmann (erwähnt in Gutzwiller Lit. 58, p. 13) horizontale Schichten. Die genauere Untersuchung ergab am selben Bach zwischen Q. 410 und 430 m sogar das Vorhandensein einer prachtvoll sichtbaren, völlig ungestörten Gewölbebiegung, die axial gegen NE untertaucht. Dieses Gewölbe bei Kobel liegt topographisch mit 420 m ganz bedeutend tiefer als jenes am Sulzbach mit 600 m, gehört aber mit seinen Sandstein-Mergelschichten (wie die Verfolgung des Längsverlaufes gewisser Sandsteinhorizonte ergab) stratigraphisch in ein ca. 400 m über dem Sulzbachgewölbe liegendes Niveau. Man erkennt daraus den Einfluß des Axenfallens gegen das Rheintal und hat zugleich ein Mittel, dieses zahlenmäßig zu bestimmen; es berechnet sich zu ca. $7-10^{\circ}$. Bei Haslach P. 408 m weist ein schon von Kaufmann erwähnter Kalksandsteinbruch bereits 40° SE/ 36° -Fallen auf, desgleichen ein verlassener Steinbruch unweit M vom Wort Monstein 30° SE/ 52° . Im Steinbruch bei e von Wort Monstein fällt gr. Sandstein aber bereits wieder 30° N/ 80° , während eine Felswand 4 mm S h von Wort Haslach, aus SW→NE schräg geschichtetem Sandstein mit feinen Konglomeratlagen (Kalk-, Hornstein- und Quarzgerölle) bestehend, annähernd horizontal gelagert ist. Die Axe des Sulzbachgewölbezuges zieht somit mitten durch Haslach hindurch und streicht bei s von Wort Monstein mit Richtung N 60° E in die Rheinebene hinaus.

Das Sulzbachgewölbe gegen W weiter lokalisierend, finden wir am Blaubach, zwischen seiner Mündung in den Fallbach und dem Steg Hägli-Rohnen, eine einfache, ziemlich regelmäßige antiklinale Schichtstellung, die dem Sulzbachzuge entspringt. Eine Gewölbebiegung ist hier nicht erkennbar, doch fallen die geometrische und die geologische Antiklinalaxe zweifellos zusammen. Bei B von Wort Blaubach ist eine 80° S-fallende, 2 m mächtige Kalknagelfluhbank von besonderem

Interesse. Sie führt vereinzelte Gneise und entspricht in ihrem Geröllbestand ungefähr der Nagelfluh am Sulzbach, liegt aber stratigraphisch tiefer als diese. Eine ähnliche Konglomeratbank findet sich übrigens auch ca. 100 m bachabwärts. (Es sei hervorgehoben, daß die AZ bei Trogen und westlich davon völlig konglomeratfrei ist.) Zwischen dem Steg Hägli-Rohnen (Fallstreichen 55° S/ 67°) und dem Straßenübergang W Schachen (53° N/ 68°) beobachtet man am Blaubach auf 250 m Länge erneut antiklinale Schichtstellung. Weiter gegen E ist eine solche nicht mehr zu konstatieren, gegen W zeichnet sie sich aber bei Oberegg mit östlich umlaufendem Streichen buckelartig ab (Felswand bei der Kreuzung Fallbach/Straße nach St. Anton: Blaugraue pflanzenführende Kalksandsteine, an der Basis einige Meter kaum haselnußgrober Kalknagelfluh, die ihrerseits wieder von knauerigem gr. Sandstein unterlagert wird; Fallstreichen z. B. 25° ENE/ $130-140^{\circ}$). Es entwickelt sich also vom Blaubach an gegen W nördlich des Sulzbachzuges ein weiterer kleiner Gewölbezug, den wir in den Trogener Profilen wieder deutlich ausgeprägt finden werden. — Die Sulzbachgewölbezone des Blaubachs hat ihre Fortsetzung am Fallbach bei Oberegg, wo zwischen Q. 840 und 860 m eine klare antiklinale Schichtstellung ohne Gewölbescheitel aufgeschlossen ist.

Es ist somit möglich, den Sulzbachgewölbezug zwischen Oberegg und Au auf eine Länge von 8 km durchgehend nachzuweisen. Die Faltenaxe streicht von Oberegg bis Berneck normal ca. N 80° E, biegt aber dann gegen Au hin auffallend nach NE vor (Axenstreichen N 60° E) und taucht mit einem mittleren Axialgefälle von etwa 10° bei Monstein axial unter die Rheinebene.

Wie bereits das Sulzbachprofil aufdeckte, setzt südlich des dortigen Gewölbes erneut eine Komplikation ein. Klarheit in die hier obwaltenden tektonischen Verhältnisse erlangen wir im Wolfstobel W Reute. Dort stehen wir am Fallbach auf Q. 710 m vor einem selten schönen, eindrucksvollen, geschlossenen Gewölbe aus Kalksandstein. Es liegt leicht nach N über, wie namentlich bachabwärts zu beobachtende, in der streichenden Fortsetzung des Gewölbe-N-Schenkels liegende saigere Sandsteinbänke dartun (Fig. 6).

Am Sulzbach haben wir eine dem Wolfstobelgewölbe entsprechende Steilzone bereits kennengelernt. Zwischen den beiden wichtigen Aufschlüssen, im Raum Reutetobel-Sonderegg, trifft man indessen nur mehr oder weniger einheitlich S-fallende Sandsteinkomplexe an. (Eine Partie gr. Sandsteins beim Brücklein Reute-Geigerhaus mit einem

Fallstreichen von 70° NNW/ 60° ist wohl nicht anstehend, sondern abgesackt.) Die überkippte Wolfstobelantiklinale ist also auf dieser Strecke längsgebrochen und ihr S-Schenkel allem nach direkt auf denjenigen des Sulzbachzuges an- und aufgeschoben worden. Der N-Schenkel blieb dabei ganz in der Tiefe zurück bzw. wurde überfahren, denn die aufgeschobenen Kalksandsteine des Steinbruches Reute, bei der Straßenbrücke P. 684 m, liegen nicht verkehrt, sondern normal, wie aus einer prachtvollen Kreuzschichtung ohne weiteres hervorgeht.

Am Litenbach südlich Schlössli-Berneck ist die dem Wolfstobelgewölbe entsprechende antiklinale Schichtstellung kurz bevor der Bach aus dem Anstehenden in die Aufschüttungen des Rheintals übertritt, nochmals äußerst klar aufgeschlossen.

Eine bemerkenswerte Störung beim Brücklein südlich S von Wort Schlössli beweist, daß diese Antiklinale in sich mehr oder weniger stark verstellt ist: An einer messerscharfen Gleitfläche sind hier hangende 45° S/ 80° fallende Kalksandsteine mit einer Lage kleingerölliger Kalknagelfluh über liegende 45° SE/ 40° fallende Kalksandsteine diskordant hinweggefahren. Die Diskordanz bzw. Abscherung ist also nicht eine Folge verschiedener Fallwinkel, sondern einer lokalen Streichdifferenz von 40° .

Eine weitere prachtvolle Aufschiebungsfläche wurde am Litenbach beim Brücklein auf Q. 540 m durch Wegbauten zufällig angeschnitten.

Auf einer bloßgelegten, über und über mit Calcitharnischen bedeckten, ca. 40 m^2 großen und 45° S-fallenden Rutschfläche ruht hier ein etwas flacher S-fallender, daher schwach diskordant abgescherter, unruhig gelagerter Komplex von pseudogranitischen Sandsteinen mit Konglomerateinstreuungen. An dem auch unterhalb des Weges sichtbaren Gleitkontakt findet man 10–20 cm gequälte, kohlenführende Tonmergel, die ihrerseits von teilweise sich kreuzenden sekundären Rutschflächen durchsetzt sind.

Diese Schubfläche tritt innerhalb einer im Ganzen S-fallenden Serie dort auf, wo wir eigentlich die synklinale Schichtstellung zwischen Wolfstobel- und Sulzbachgewölbe erwarten müßten. Man erkennt also schon jetzt, daß die nicht überall durch antiklinale Schichtstellung ausgezeichnete Wolfstobelzone teils längs ihrer Scheitellinie, teils längs der geknickten und gebrochenen Synklinalaxe (als den primären Schwächestellen) auf den vorgelagerten Sulzbachgewölbe an- und aufgeschoben ist. Wir kommen später an anderer Stelle auf diese Aufschiebung nochmals zurück und werden auch ihre ungefähre Größe kennen lernen.

Halten wir schließlich noch fest, daß sich die westliche Fortsetzung des Gewölbes im Wolfstobel auch am Fallbach bei Oberegg durch eine Störungszone deutlich zu erkennen gibt.

Südlich der Sulzbachantiklinale fällt hier zunächst an der Einmündung des Bürki-Baches (Q. 840 m) eine kleine, stark zusammengestaute, schöne Synklinalbiegung auf, unmittelbar südlich an ein 2 m mächtiges, 50° S/ 90° -fallendes Nagelfluhriff anschließend, das allem nach die Fortsetzung des bei Gern festgestellten Nagelfluhhorizontes darstellt. Die in ihrem Streichen lokal stark abgedrehten (bis N 165° E), ca. 45° NE fallenden S-Flügelschichten dieser Synklinale stoßen mittelst einer stark zerrütteten Quetschzone an steil S-fallende Sandsteinkomplexe an; wir stehen also auch hier vor einer Aufschiebung³⁵⁾. Bachabwärts nimmt das südliche Einfallen ab, und bei der Schwellmühle Q. 825 m ist es bis auf etwa 10° verflacht. Schon Kaufmann kannte diese Stelle (erwähnt in Gutzwiller Lit. 58, p. 11—12) und glaubte hier den Scheitel der nach seiner Meinung einfach-gewölbeartig gebauten AZ annehmen zu können. Dieses in der streichenden Fortsetzung des Wolftobelgewölbes liegende, auffallende Schichtverflachen könnte für uns als Abbild eines in der Tiefe verborgenen, vollständigen, von höheren S-Schenkelteilen aber überfahrenen Gewölbes gedeutet werden.

Damit haben wir die östliche und westliche Fortsetzung des Gewölbes im Wolftobel teils in antiklinaler Form, teils als Aufschiebungszone durchgehend festgestellt und fassen zusammen:

Der Bau der AZ im Raume Au-Berneck-Oberegg löst sich ohne weiteres auf in 2 enggescharte Gewölbezüge, deren Faltennatur an 3 Lokalitäten (Kobel, Sulzbach, Wolftobel) durch Gewölbebiegungen erwiesen ist. Der nördliche Zug des sog. *Sulzbachgewölbes*, besonders klar und einheitlich verfolgbar, weist ein deutliches, gegen das Rheintal hin gerichtetes Axialgefälle auf. Es liegt im Bereiche der südlichsten d. h. stratigraphisch tiefsten gr. Molasse. Die südliche Zone der *Wolftobelantiklinale* zeigt teilweise stärkere tektonische Deformation, welche die antiklinale Struktur lokal verwischt: Es treten Aufschiebungen auf. Diese sind teils an die den beiden Gewölbezügen zwischengeschaltete Synklinalknickung gebunden (Hauptaufschiebung), teils als Scheitelstörungen bzw. -überschiebungen innerhalb der Antiklinale zu betrachten. Die Wolftobelzone bildet die normale Basis der Gäbris-nagelfluhen. Für ihre stratigraphische Stellung konnten in unserem Gebiet keine direkten Anhaltspunkte (Leitfossilien) gefunden werden. Ein im folgenden zu unternehmender Vergleich unseres AZ-Gebietes mit den westlichen AZ-Profilen (Trogen, Sitter, Urnäsch) wird uns aber einerseits für den E eine begründete stratigraphische Zuordnung, andererseits für den W gleichzeitig eine vertieftere tektonische Interpretation ermöglichen.

³⁵⁾ Die Synklinalbiegung ist daher wohl eher als sekundäre Schleppung am Aufschiebungskontakt denn als Äquivalent der im Wolftobelprofil am klarsten ausgeprägten synklinalen Schichtstellung zwischen den beiden Gewölbezügen zu deuten.

B. Die westliche Fortsetzung der AZ.

Das Goldachprofil, als nächster Querschnitt westlich Oberegg, bietet nicht die zu erwartenden zusammenhängenden Aufschlüsse. Immerhin tritt zwischen der Stampfbachmündung im N und der Gäbrisnagelfluhbasisbank bei Baschloch P. 857 m im S eine dreimalige antiklinale Schichtstellung mehr oder weniger deutlich in Erscheinung. Wirklich gute Profile trifft man dann aber bei Trogen: Am Bruderbach und ganz besonders am Unterbach. An Stelle einer weitläufigen Beschreibung verweisen wir auf die 2 Profile Fig. 7 und Fig. 8, die das Resultat mehrfacher Begehungen sind. Sie ergeben, abgesehen von einer gewissen Verbreiterung der AZ, eine überraschende Uebereinstimmung mit den Verhältnissen im E.

Wir erkennen von S nach N eine erste antiklinale Schichtstellung ca. 600 m nördlich der Basisnagelfluhbank, die dem Woltobelgewölbezug gleichzusetzen ist. Es schließt sich an ein zweiter Antiklinalzug, in dem wir das Homologon zum Sulzbachgewölbe erkennen. Daß es sich auch hier wieder trotz teilweise saigerer Kernzonen um ein normales Gewölbe handelt, beweist eine Gewölbebiegung, deren horizontalen Scheitel man im Bett des Unterbaches auf Q. 945 m überschreiten kann. Die sich nördlich in den beiden Profilen entsprechend anschließenden zwei kleineren Gewölbestörungen sind als das gedoppelte und intensivierte Äquivalent jener kleinen Antiklinale zu interpretieren, deren Ablösung sich bereits bei Schachen-Oberegg zu erkennen gab. Besondere Erwähnung verdient ein schönes Detail am Unterbach 120 m nördlich der Hauptstraße P. 902 m, wo die Schichtköpfe S-fallender Kalksandsteine von N-fallenden Mergeln und Sandsteinen an sichtbarem Kontakt quer abgesichert wurden; eine Erscheinung, die auf gewisse Stauung mit Unterschiebung hinweisen dürfte.

In seinem Profil Lit. 31 deutet H. Eugster, unabhängig von unseren Beobachtungen, die Trogener AZ ebenfalls im Sinne einer Gewölbedoppelung.

Im Bereiche des nördlichen Gewölbezuges von Trogen, den man schon aus lithologisch-faziellen Gründen unbedenklich zur aquitanen gr. Molasse stellen darf, sind (nach einer verdankenswerten Mitteilung von Prof. Dr. H. Eugster, Trogen) folgende von E. Baumberger bestimmte, hier erstmals publizierte Molluskenfunde³⁶⁾ gemacht worden:

Cepaea regulosa Zieten (häufig)

Ena hassiaca Ulmensis Wenz

Triptychia antiqua Zieten.

Die letzteren 2 Spezies gelten als aquitane Leitformen, womit also das aquitane Alter der tiefsten gr. Molasse auch paläontologisch belegt ist.

³⁶⁾ Sie verteilen sich auf die Fundorte: Unterbach (ca. 150 m W P. 1013 m), Unterbach-Töbeli Q. 840 m, Niederi-Trogen, Bahnhof Trogen.

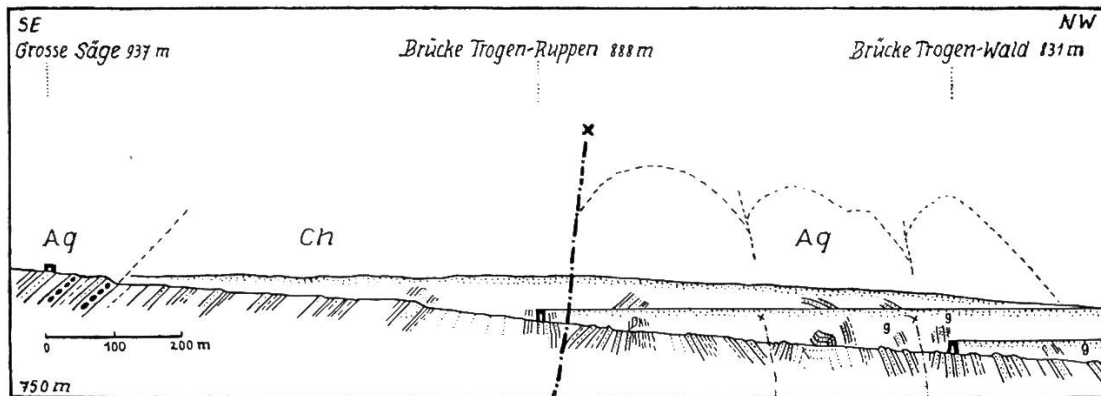


Fig. 7.

Das Profil durch die Antiklinalzone s. str. am Bruderbach bei Trogen.

(Aq = Aquitanien, Ch = Chattien, g = granitischer Sandstein).

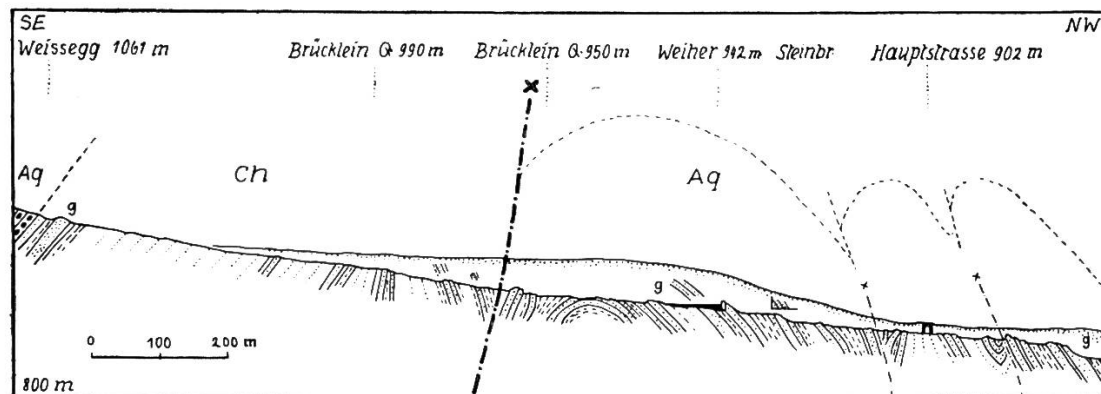


Fig. 8.

Das Profil durch die Antiklinalzone s. str. am Unterbach bei Trogen.

Ungefähr von der Goldaeh an gegen W treten in der AZ keine Nagelfluhbänke mehr auf. Die westlichsten Vorkommnisse sind aus dem Raume des Sägebaches südöstlich Wald bekannt (vergl. hiezu Ludwig Lit. 98, p. 135).

Westlich Bühler quert der Rotbach die AZ in junger epigenetischer Schlucht. Leider ist das Profil nicht vollständig, und die von Arn. Heim in Anlehnung an A. Ludwig versuchte Deutung von „drei Sekundärgewölben oder Andeutungen solcher“ (Lit. 64, p. 40) mehr als fraglich.

Die Abbildung eines nicht ganz einwandfreien, spitzbogenartigen Gewölbchens bei der Ob. Lochmühle findet man bei Kesseli Lit. 68, p. 160. Wenig südlich dieser Stelle treffen wir, von E kommend zum ersten Mal, am rechten Rotbachufer einige saigere Kalksandsteinbänke, die lithologisch in jeder Beziehung mit den zu erwähnenden Teufelsmauern im W übereinstimmen.

Die großartigen AZ-Profile längs Sitter und Urnäsch, schon von Ebel und Studer beiläufig erwähnt und von Deicke, Kaufmann, Gutzwiller und Ludwig, neuerdings auch von F. Saxer näher studiert, stehen mit ihren mächtigen zentralen Mergel-Kalksandstein-Serien und ihren relativ steifen, breiten Steil-Kernzonen zu den im E beschriebenen Verhältnissen in großem lithologisch-stratigraphischem und tektonischem Gegensatz. Wir müssen uns hier auf wenige Andeutungen beschränken.

An der Sitter beginnen die eigentlichen antiklinalen Störungen, von N nach S betrachtet, schon ca. 300 m nördlich des Steges Christes-Würzen (Haslen) innerhalb der gr. Molasse. Man erkennt bis zur südlichsten, ca. 60—70° N-fallenden Bank gr. Sandsteins (ca. 100 m oberhalb des genannten Steges) eine 2—3 malige antiklinale, komplexe Schichtstellung mit verschiedenen Detailkomplikationen. Dann folgt unvermittelt, mit frappantem lithologisch-fazielltem Sprung, eine 120—150 m breite senkrechte Steilzone, bestehend aus gelblichen Mergeln und gelblichen fein- bis grobkörnigen Kalksandsteinen. Diese Steilzone leitet über zu einem bis zur Gäbrisbasisnagelfluhbank bei Mittelholz reichenden, im Mittel 45—40° S-fallenden Kalksandstein-Mergelkomplex von ca. 800 m Mächtigkeit.

Zum Sitterprofil analoge Verhältnisse von gesteigerter Eindrücklichkeit enthüllen die Schluchtwände der *Urnäsch* zwischen dem Auensteg (1 km südlich Waldstatt) und der Basisnagelfluh bei Stick (Vergl. hiezu Ludwig: Lit. 98, Atlas Blatt 4 mit Erläuterungen). Hier an der Urnäsch beginnt die AZ mit dem Auengewölbe (250 m N Auensteg) innerhalb der gr. Molasse, an das sich eine undeutliche Synklinale anschließt. Flußaufwärts folgt wiederum eine saigere Mergel-Kalksandsteinzone von 400 m Mächtigkeit, die schließlich übergeht in eine S-fallende Kalksandsteinserie, deren Mächtigkeit bis zur Basisnagelfluh unweit Stick (N Zürchersmühle) auf ca. 800 m zu veranschlagen ist. Ihr normales

Hangendes bildet die Nagelfluh der Gäbris-Hundwilerhöhezone. Die zentrale mergelreiche Steilzone mit den ihr zwischengeschalteten Kalksandsteinbänken (die dank zweier auf intensive Durchbewegung zurückzuführender, senkrecht aufeinanderstehender Kleinkluftsyste me bzw. dank der Verwitterung oft wie künstliche Trockenmauern aussehen: Teufelsmauern im Volksmunde) nennen wir die *Zone der Teufelsmauern*, die südlich anschließende Kalksandsteinserie der Gäbrisbasis die *Zone des Appenzellersandsteins*. Diese beiden Serien gehören auf Grund ihres Fossilieninhaltes (*Ericia antiqua* Brgt., *Parachlorea oxystoma valdecarinata* A. Braun, *Triptychia Escheri* Mayer-Eymar³⁷⁾) ins obere Stampien = Chattien = Nördliche Stampienzone von A. Ludwig 1930. Wir fassen sie (siehe aber unten!) nach dem Vorgange von Ludwig als eine normale, nicht gedoppelte Schichtfolge von über 1000 m Gesamtmächtigkeit auf. Es besteht somit zwischen dem N-Rand dieses Chattien und dem S-Rand der gr. Molasse kein stratigraphischer Uebergang, unteres Aquitan und unteres Chattien (Teufelsmauernzone) berühren sich längs einer mehr oder weniger saigeren, lokal sogar leicht überkippten Aufschiebungsfläche. Ludwig (Lit. 98, p. 134) stellte sich darnach den Ablauf des tektonischen Geschehens etwa so vor:

1. Aufstauung einer schwach gewölbten Antiklinale durch Druck von S.
2. Längsscheitelbruch, vielleicht einer durch Erosion bereits geschwächten Linie folgend.
3. Herauspressen der vom Untergrund abgesicherten und am mächtigen Aquitan des N-Flügels sich stauenden stampischen Schichten bis zur senkrechten Stellung.
4. Andauern des Druckes und der Anschiebung (nicht Ueberschiebung) bis zur Unterschiebung.

F. Saxer (Lit. 119) kommt neuerdings zu einer etwas modifizierten Interpretation von Sitter- und Urnäschprofil. Nach ihm wäre die Steilzone der Teufelsmauern nicht das normale Liegende der Appenzellerkalksandsteine, sondern der gr. Molasse, und eine Aufschiebung würde zwischen den Teufelsmauern und den Appenzeller-sandsteinen, also innerhalb des Chattien verlaufen. Wir können dieser Auffassung — das Oben und Unten der senkrechten Teufelsmauern scheint uns allerdings noch nicht genügend gesichert — nur mit der Abänderung beipflichten, daß auch zwischen gr. Molasse und Teufelsmauern kein stratigraphischer Uebergang, sondern ein Aufschiebungshorizont anzunehmen ist. Zu dieser Annahme zwingen uns nicht nur der äußerst scharfe, sprunghafte lithologisch-fazielle Wechsel, sondern vor allem auch die tektonischen Verhältnisse, weist doch die gr. Molasse N der Teufelsmauern (wie oben beschrieben) noch ganz bedeutende,

³⁷⁾ Entscheidende Formen haben geliefert die Lokalitäten: Schlößli (Mittelholz an der Sitter W Schlatt), Hargartentobel an der Sitter. Vergl. hierzu: Baumberger (Lit. 9, p. 558).

meist viel zu wenig berücksichtigte Komplikationen auf. Wir haben also im Sitter-Urnäsch-Profil unter Berücksichtigung der Saxer'schen Beobachtungen allem nach mit zwei Aufschiebungsflächen zu rechnen: Einer nördlichen saigeren Aufschiebung (unserer Meinung nach die Hauptaufschiebung) am Kontakt gr. Molasse/Teufelsmauern, und — nach Saxer — einer vermutlich 200—400 m südlicher gelegenen Aufschiebung im Grenzbereich Teufelsmauern/Appenzellersandsteinzone. Betonen wir noch einmal, daß einerseits der S-Saum der gr. Molasse antiklinale Strukturen aufweist (Auengewölbe etc.), und daß Saxer andererseits auch vom N-Rand der Chattienzone eine gegenüber den bisherigen Profilen stärkere Verfaltung besonders hervorhebt, so läßt sich das Sitter-Urnäschprofil mit den im E innerhalb der AZ beschriebenen Verhältnissen sehr wohl in Beziehung setzen:

Die am S-Rand der gr. Molasse konstatierbare, komplex-antiklinale Störungszone entspricht dem Sulzbachgewölbezug des E (mitinbegriffen die kleineren Vorfalten z. B. in den Trogenerprofilen). Teufelsmauern und Appenzellersandsteinzone umfassen die Fortsetzung des Wolfstobelantiklinalzuges, der — mitsamt den hangenden Gäbrisnagelfluhen — einerseits längs der gebrochenen Synklinalknickung (= nördliche Steilaufschiebung des Sitter-Urnäschprofils), andererseits längs Scheitelbrüchen (= südliche Aufschiebung Saxers) auf die gr. Molasse aufgeschoben ist. Die Aufschiebung akzentuiert sich allmählich von E nach W (Anhaltspunkte für die Größen der Aufschiebungsbeträge werden wir später kennenlernen). Infolge dieses zunehmenden Höherstaues treten, bei gleichzeitiger stärkerer Verwischung der primären Faltenstrukturen, vom Rhein gegen die Urnäsch hin immer tiefere Chattienserien an der Gäbrisbasis zutage, wird die AZ immer breiter, was man am schönsten an der wachsenden Mächtigkeit der Appenzellersandsteinzone erkennen kann: Ca. 300 m bei Oberegg, 400 m bei Trogen, 800 m an der Urnäsch.

Wir sehen somit, daß die im E klar in Erscheinung tretende Gewölbedoppelung im Zentrum der Großantiklinale A_1 offenbar auch für die Tektonik des klassischen Urnäsch-Sitterprofils grundlegend gewesen sein muß. Dabei ist es gleichgültig, ob wir uns die gesamte A_1 primär als gedoppelt angelegt denken oder ob — was uns wahrscheinlicher erscheint — die Gewölbedoppelung nur auf die tieferen Kernschichten eines einheitlichen Großgewölbes beschränkt blieb. In beiden Fällen mußte diese primäre Struktur (mit ihren primären Schwachstellen) für den weiteren Verlauf (Akzentuierung) der Auf-

faltung im zentralen Sitter-Urnäschgebiet weitgehend richtungsgebend werden.

Daß der Hochstau der A_1 gerade im Sektor von Sitter und Urnäsch ein Maximum erreichte, dürfte sich aus der Tatsache erklären, daß gerade hier im A_1 -S-Schenkel die relativ starre, schubleitende Nagelfluhzone des Gäbris und der Hundwilerhöhe ihre maximale Entwicklung erlangte. Jedenfalls stehen wir zwischen Urnäsch und Sitter im Bereiche einer heute weitgeöffneten Axenkulmination der A_1 , die gegen E, gegen das Rheintal hin langsam axial absinkt. Dieses Absinken manifestiert sich zunächst in der zunehmenden Verschmälerung der AZ gegen E, im Verschwinden der tieferen chattischen Serien (wir treffen diese nicht bei Berneck, wo das Rheintal den topographisch tiefsten Profileinschnitt in der ostschweizerischen Molasse darstellt, sondern im höher gelegenen Sitter-Urnäschprofil!), schließlich im Auftreten N-fallender Gäbrisnagelfluhen im E (vergl. hierüber p. 85) und kann last not least am Sulzbachgewölbezug zwischen Oberegg und Au direkt meßbar verfolgt werden³⁸). Nachdem darnach also die Faltenstruktur speziell in den höheren Stockwerken der A_1 im E noch am schönsten in Erscheinung tritt, wird man zu der Ansicht Kesseli's (Lit. 68, p. 159), wonach die saigere Stellung der zentralen AZ im Sitter-Urnäschgebiet (Teufelsmauern) auf fehlende Belastung von oben schließen lasse, füglich ein Fragezeichen setzen dürfen und die relativ

³⁸) Es erhebt sich in diesem Zusammenhange von selber die Frage, ob dieses Axenfallen der A_1 auch noch jenseits des Rheines im Vorarlberg anhalte. Denn daß die A_1 der E-Schweiz über den Rhein hinaus ins Sulzberggebiet sich fortsetze (sie geht schließlich nach Muheim Lit. 105, p. 277, in die sog. „Missen-Görisriederstörung“ über), war schon Studer, Escher und Gümbel bekannt. Zwischen Rhein und Bregenzerach ist die AZ ungenügend aufgeschlossen. Erst die Bregenzerach selber hat etwa zwischen der Bahnstation Doren-Botzenau und der Weißachmündung ein ausgezeichnetes Querprofil erschlossen, das in jeder Beziehung dem Sitter-Urnäschquerschnitt entspricht. In den saigeren und S-fallenden Mergel-Kalksandsteinserien (Zone von Inngrüne nach Arn. Heim, nördliche Zone der Weißachschichten nach Muheim) erkennt man ohne weiteres die lithologisch-faziellen Aequivalente der Teufelsmauern-Appenzellersandsteinzone. Der Komplex gehört auf Grund der Fossilfunde (vergl. Lit. 64 und Lit. 105) ebenfalls ins Chattien, und zwar allem nach in dessen tieferen Teil. Er grenzt ca. 100 m nördlich der Brücke beim Bahnhof Doren mit steilem Schubkontakt konkordant an die gr. Molasse (Muheim, im Gegensatz zu Arn. Heim, der die Zone von Inngrüne durch Vermergelung aus der gr. Molasse hervorgehen lassen wollte). Das Profil der vorarlbergischen AZ stimmt also sowohl stratigraphisch wie auch tektonisch durchaus mit dem Sitter-Urnäschprofil, nicht aber mit den Verhältnissen etwa im Raume Berneck-Trogen überein. Wir dürfen daraus schließen, daß die A_1 östlich des Rheintales ebenso wie im Sitter-Urnäschsektor einer Axenkulmination entspricht. Damit aber kommt das heutige Rheintal etwa auf der Höhe von Lustenau gerade in den Bereich einer Axendepression der A_1 zu liegen.

steife Fächerstruktur (Pseudodiapyr nach Arn. Heim, Antikline nach Renz, Lit. 110) in erster Annäherung als durch verstärkte Kompression im Kern der A₁ zerstörte Faltenstruktur deuten.

C. Zur Stratigraphie und Lithologie der AZ Berneck-Oberegg.

Fossilfunde.

Aus den vergleichenden Betrachtungen des vorhergehenden Abschnittes ergibt sich für unser engeres Gebiet der AZ die stratigraphische Aufteilung von selber. Der Sulzbachgewölbezug gehört darnach — übrigens schon aus rein lithologischen Gründen — an den S-Rand der aquitanen gr. Molasse, deren stratigraphisch tiefste, konglomeratführende Horizonte er umfaßt³⁹⁾. Die auf das Sulzbachgewölbe aufgeschobenen Wolfobelserien (zwischen Aufschiebung und der tiefsten Gäbrisnagelfluhbank) repräsentieren die hangenden Komplexe der Appenzellerkalksandsteinzone und gehören somit ins obere Chattien.

Faziell-lithologisch läßt sich allerdings kaum ein begründeter Unterschied gegenüber den Gesteinen des Sulzbachzuges feststellen. Denn neben Sandkalksandsteinen vom Appenzellertypus, wie sie am schönsten etwa im Steinbruch Reute (blaugraue, gelbbraun anwitternde, fein- bis grobkörnige, pflanzenführende Kalksandsteine mit ausgezeichneter, für den Appenzellertypus in mancher Hinsicht charakteristischer Kreuzschichtung), dann auch im Wolfobel (hier stellenweise mit Wellenfurchen), am Bache W Kalkofen u. a. O. erschlossen sind, und neben intermediären Typen von der Art derer im Steinbruch Giebel-Berneck (mittelkörniger, grauer, relativ weicher Kalksandstein mit pseudogranitischem Einschlag; in den Basismergeln unbestimmbare Landschneckenrümmer) kommen auch echte gr. Sandsteine ziemlich häufig vor (Fallbach bei Schwellmühle, Reute, Hausen, unterer Litenbach etc.).

Die verschiedene stratigraphische Position der Sulzbach- und Wolfobelserien kommt also hier im E im Gegensatz zu den Verhältnissen des Westens nicht zugleich auch lithologisch-faziell zum Ausdruck. Dies erklärt sich ohne weiteres durch die Tatsache, daß in unserem Gebiet die tieferen, gegenüber der gr. Molasse besonders gegensätzlichen Serien der Appenzellerkalksandsteinzone und der Teufelsmauern fehlen bzw. in der Tiefe zurückgeblieben sind, während die höheren Komplexe der Appenzellersandsteinzone — Kesseli hat dies gegenüber Gutzwiller schon 1925 mit Recht ganz besonders hervorgehoben — auch im W ganz allgemein gr. Sandsteinhorizonte enthalten (Baschloch an der Goldach, Weißegg S Trogen, Mittelholz an der Sitter etc.). Ludwig (Lit. 96) hat für diese

³⁹⁾ Die Kalksandsteine im Gewölbekern am Sulzbach sind von Arn. Heim fälschlicherweise mit den Gesteinen der stamp. Zone von Inngrüne verglichen worden. Sie lassen sich aber gut aquit. Heidenersteinen an die Seite stellen.

oberstampischen gr. Sandsteine (namentlich auch im Hinblick auf eine innerhalb der Teufelsmauern z. B. am Klarlochbach (Urnäsch), am Bach S Sonder bei Haslen, am Steigbach SW Bühler u. a. O. auftretende Bank von gr. Sandstein) die Bezeichnung „pseudogranitisch“ eingeführt. Doch ist es, da auch diese älteren Sandsteine echte gr. Sandsteine sind, nicht angängig, einen petrographischen Begriff⁴⁰⁾ mit einer stratigraphischen Vorstellung zu verknüpfen.

Es bleibt uns schließlich noch, mit ein paar Worten auf einige in stratigraphischer Beziehung allerdings bedeutungslose, aber in paläontologischer Hinsicht nicht uninteressante Fossilfunde aus dem Gebiet unserer AZ hinzuweisen:

1. *Fährten eines großen Lacertiliers*, möglicherweise aus der Gruppe der Iguaniden (siehe Phot. Fig. 1, Taf. V)⁴¹⁾. Fundort: Blaubach bei b von Wort Blaubach, Aquitanien.
2. Die auf den 2 Tafeln VIa und VIb wiedergegebenen *Problematika* stammen (mit einer Ausnahme) aus chattischen Sandsteinen am Bache W Kalkofen (Berneck), ungefähr Q. 490 m. Fig. 2 E ist ein ähnliches Vergleichstück aus dem Aquitanien von Trogen (Original in der Sammlung der Kantonsschule Trogen). Diese merkwürdigen, pflanzen-ähnlichen Abdrücke mit ihren kantig-rundlichen Hauptrippen und den feinverästelten Nebenzweigen erinnern zunächst ohne weiteres an irgendwelche Palmen- oder Algenabdrücke. Indessen kommt nach Prof. R. Kräusel (Frankfurt), dem wir eine Prüfung des Materials verdanken, eine höhere Pflanze unter keinen Umständen in Frage. Unter Hinweis auf die in H. Potonié: „Lehrbuch der Paläobotanik“ (Bornträger 1921) p. 13 abgebildeten und diskutierten ähnlichen Problematika ist Kräusel der Ansicht, daß auch unsere Stücke sehr wahrscheinlich rein anorganischer, d. h. mechanischer Entstehung seien. Doch kommen unserer Ueberzeugung nach Rieselspuren bewegten Wassers nicht in Frage, denn dagegen spricht neben der Art gewisser Verzweigungen namentlich die äußerst feine Ziselierung und nicht zuletzt die symmetrische (spiegelbildliche) Anordnung der Hauptrippen in Fig. 2 E. Von derselben Fundstelle Kalkofen stammt die in Fig. 2, Taf. V reproduzierte Schote von *Acacia cycloperma* (Det. H. Stauber, Originale Coll. Schenk, Berneck).
3. In dem von fluvio-glazialen Kiesen überlagerten, chattischen Kalksandstein der Kiesgrube Held bei Berneck fanden wir, durch die Querschnitte auf einer Gletscherschlifffläche aufmerksam geworden,

⁴⁰⁾ Wir verstehen unter pseudogranitischen Sandsteinen gewisse kalkreiche grobkörnige Sandsteine, die mit ihren schwarzen Kieselkalk- und roten Hornsteinkomponenten einen granitischen Habitus vortäuschen. Sie treten auch innerhalb der gr. Molasse auf.

⁴¹⁾ Für die Bestimmung dieser für die subalpine Molasse bis heute wohl einzigartigen Stücke sei Herrn Prof. Dr. O. Abel (Göttingen) an dieser Stelle herzlich gedankt. Die Originale sind im Besitze von G. Schenk, Reallehrer in Berneck.

viele Ausfüllungen blindendiger, fingerhut- bzw. *bohrmuschelartiger Röhrchen* von kreisrundem Querschnitt (Durchmesser 6 mm) und einer Tiefe von 1 und mehr cm. Diese in einreihigen Linien (bei gleichmäßigen Abständen von Querschnitt zu Querschnitt) angeordneten oder in Gruppen beieinanderliegenden, ungefähr senkrecht in die Schichtoberfläche eingelassenen, fossilleeren Gebilde erinnern in mancher Hinsicht an Bohrmuschellöcher, eine Deutung, die für die Frage nach dem Ablagerungsmedium im Chattien (vergl. hiezu p. 116) nicht ohne Interesse wäre. Indessen kann es sich nach einer verdankenswerten Mitteilung von Prof. O. Abel hier auch um Ausfüllungen einstiger Insektenlarven-Wohnungen handeln. Jedenfalls verdienen diese sicher nicht rein anorganisch entstandenen Gebilde alle Aufmerksamkeit; ähnliche Funde sind uns bis jetzt aus der USM nicht bekannt.

III. Der Süd-Schenkel der A_1 .

A. Die Gäbriszone (S-fallendes Aquitanien in Nagelfluhfazies).

1. Einleitung.

Zwischen Oberegg und Lüchingen-Altstätten springt ein markanter bewaldeter Höhenzug spornartig gegen das Rheintal vor. Er endet ziemlich unvermittelt bei Heerbrugg-Schlafenacker und umfaßt, durch den sogenannten Saurücken mit dem Gäbris 1253 m verbunden, die gegen E allmählich absinkenden Höhen des St. Anton 1124 m, der Halegg 1021 m, des Kästliwaldes 837 m und des Hümplerwaldes 595 m, zwischen welchen die passartigen Uebergänge des Ruppen 1010 m, von Fegg („beim Kreuz“ 965 m), Knollhausen 800 m und Vogelegg 713 m liegen. Dieses so umrissene Gebiet stellt den östlichen Abschnitt einer Nagelfluhzone dar, die wir nach der bekannten Erhebung des Gäbris die Gäbriszone (= 3. Nagelfluhzone nach Gutzwiler) nennen wollen. Sie besteht aus einer 1200 m mächtigen Nagelfluh-Sandstein-Mergelfolge, deren Schichten bei einem mittleren Streichen von N 75—80° E mit 40—30° nach S einfallen. Die Gäbriszone bildet das normale Hangende der Appenzellersandsteinzone und repräsentiert das wichtigste Glied im S-Schenkel der A_1 .

2. Zur Lithologie.

a) Die Gäbrisnagelfluhen.

Sie setzen ein mit einer anscheinend einheitlichen, zusammenhängenden Basisbank von durchschnittlich 4—5 m Mächtigkeit. Wir sehen dieselbe bei Schlafenacker N Heerbrugg aus der Rheinebene

emportauchen und über Schlößli Buchholz, Strick 670 m, Buschtobel-Reute 730 m, Schwellmühle 840 m und Hinterholzern 970 m gegen SW weiter streichen. Einzig bei der Schwellmühle wurde ein lokales Nagelfluhvorkommen schon im Liegenden dieser Basisbank festgestellt. Ueber der Basisnagelfluh folgen in mehr oder weniger gleichmäßigen Abständen die übrigen Nagelfluhbänke, meist als prägnante Rippen oder Schichtterrassen im Gelände hervortretend. Ihre Zahl beträgt im Querschnitt der Halegg kaum 20 und ihren Mächtigkeitsanteil am gesamten Profil schätzen wir auf weniger als $\frac{1}{4}$.

Im oberen Rappentobel ist auf Q. 760 m das S→N-Auskeilen einer Nagelfluhbank mit Uebergang in gr. Sandstein eindrucklich erschlossen. Südlich der Halegg („Nase“) ist innerhalb eines Nagelfluhhorizontes eine rapide Geröllgrößenabnahme von S nach N zu beobachten. Diese und ähnliche Erscheinungen demonstrieren nicht nur die südliche Herkunft der Nagelfluh, sondern weisen gleichzeitig darauf hin, daß wir uns bereits im Randgebiet eines südlicher gelegenen Schüttungszentrums befinden. Damit stimmt auch unsere Beobachtung überein, daß der Kraus'sche Sedimentationsrhythmus in unserem Abschnitt der Gäbriszone nur selten realisiert wird (Unterlagerung der Nagelfluh durch Sandstein ist sehr häufig). Die konsequente Abfolge Nagelfluh-Sandstein-Mergel-Nagelfluh-Sandstein-Mergel erscheint zur Hauptsache auf zentrale Schuttkegelgebiete beschränkt.

Jenseits des Rheins, im Vorarlberg, hat die Gäbriszone keine Äquivalente bzw. Ausläufer mehr. Sie muß daher im Bereich des heutigen Rheintales zwischen Heerbrugg und Schwarzach, ähnlich wie im W im Neckertal, seitlich primär ausgekeilt sein. Anzeichen für dieses SW→NE-Auslaufen sind auf der linken Rheintalseite nur wenige vorhanden: Uebergang Nagelfluh→gr. Sandstein von W nach E im kleinen Steinbruch P. 499 m NW Balgach; deutliche Geröllgrößenabnahme gegen E innerhalb der Nagelfluhrippe Spielberg-Schluch-Schloß Grünenstein, allerdings bei rechtzeitiger Zunahme der Bankmächtigkeit in derselben Richtung. Wenn schließlich nach Ludwig die Gäbriszone im Profil der Hundwilerhöhe über 30, nach unseren Beobachtungen im Querschnitt der Halegg aber kaum mehr 20 wesentlichere Nagelfluhhorizonte umfaßt, so wird man auch hierin einen Hinweis auf die gegen E einsetzende Reduktion des Gäbrisschuttfächers erblicken dürfen.

Ueber die Zusammensetzung der Gäbrisnagelfluhen unseres Gebietes orientiert Tabelle Nr. 1. Man erkennt daraus ungefähr folgendes:

Die prozentuale Verteilung der Sedimentgesteinsgruppen zeigt kaum irgendwelche regelmäßige Schwankungen. Wir weisen lediglich auf den durchwegs hohen Prozentsatz an Kieselkalken sowie auf einen relativ konstanten Dolomitgehalt hin. Interessanter und im Ganzen charakteristisch für den Gäbrisschuttfächer ist das Verhalten der kristallinen Komponenten. Die basalen 4—5 Nagelfluhhorizonte führen, wie übrigens

Gesteine:	I.		II.		III.		IV.		V.		VI.		VII.		VIII.		IX.		X.	
	Anzahl	o/o	Anzahl	o/o	Anzahl	o/o	Anzahl	o/o	Anzahl	o/o	Anzahl	o/o	Anzahl	o/o	Anzahl	o/o	Anzahl	o/o	Anzahl	o/o
Gneise und Glimmerschiefer	53	11	22	7	19	6	55	15	49	12	43	11	28	8	24	7	56	13	29	8
Granite vom Berninatypus	—	—	—	—	3	1	3	1	11	3	6	2	7	2	6	2	19	4	11	3
Granite vom Errtypus	—	—	—	—	—	—	—	—	1	+	—	—	—	—	—	—	4	1	4	1
Uebrige Granite, Syenite, Diorite etc.	—	—	—	—	3	1	3	2	15	4	14	4	10	3	7	2	15	4	11	4
Quarzporphyre	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1	+	1	+
Gabbros	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	3	1	4	1	1	+	4	1
Basische Ergußgesteine	—	—	—	—	2	+	—	—	—	—	—	—	1	+	—	—	—	—	1	+
Kristallin total:	53	11	22	7	27	8	66	18	76	19	63	17	49	14	41	12	96	22	61	17
Quarze und Quarzite	23	5	8	2	5	2	7	2	13	3	14	4	26	7	18	5	36	8	15	4
Kieselkalke	205	45	151	46	105	32	140	39	143	35	98	26	96	27	138	41	117	27	121	34
Hellgraue, lichte Kalke	21	5	17	5	41	12	25	7	33	8	22	6	33	9	17	5	27	6	17	5
Dunkle, schwarze Kalke	30	7	29	9	26	8	20	6	15	4	44	11	26	7	19	6	22	5	20	6
Sandsteine, Sandkalke, Kalkschiefer u.ä.	57	12	40	12	45	13	64	18	69	17	83	22	52	15	49	14	75	18	70	19
Fleckenmergelkalke	—	—	—	—	7	2	2	+	3	+	1	+	4	1	2	+	6	2	12	3
Nummulitenkalke	—	—	—	—	—	—	—	—	1	+	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Brekzien und Konglomerate	—	—	4	1	14	4	9	3	12	3	—	—	8	2	5	2	4	1	15	4
Buntsandstein-Verrukano	1	+	1	+	5	2	2	+	10	2	—	—	4	1	14	4	10	2	1	+
Hornsteine und Radiolarite	18	4	7	2	13	4	5	1	8	2	2	+	12	3	7	2	15	4	3	1
Dolomite	52	11	51	16	42	13	20	6	27	7	53	14	50	14	30	9	22	5	25	7
Sedimente total:	407	89	308	93	303	92	294	82	334	81	317	83	311	86	299	88	334	78	299	83
Total der gezählten Komponenten:	460		330		330		360		410		380		360		340		430		360	

Anmerkung: + = unter 1% vorhanden.

Tabelle 1

Verzeichnis der Auszählstellen zu Tabelle 1.

- I. = Basisbank zwischen Schwelmühle und Oberrüti 750 m.
 - II. = am Weg W Steinegacht 810 m, 2. Bank.
 - III. = bei Ledi S Schwelmühle 910 m, ca. 5. Bank.
 - IV. = Halegg beim Stadel P. 1021 m, ca. 6. Bank.
 - V. = Halegg unweit P. 1021 m, ca. 7. Bank.
 - VI. = Oberes Rappentobel 720 m, ca. 8. Bank.
 - VII. = Anstalt Wieden W Balgach, ca. 10. Bank.
 - VIII. = Elmet 500 m N Rebstein, ca. 13. Bank.
 - IX. = Weinstein bei Marbach, ca. 15. Bank.
 - X. = Schwäbrig P. 1165,7 m, höchste Gäbrisbank.
-

schon Gutzwiller hervorhob, aber hier zum ersten Mal zahlenmäßig belegt wird, nur metamorphes Kristallin. Der Gneisgehalt ist in der Basisbank mit über 10% unerwartet hoch (m-Dolomit-Kalk-Nagelfluh), nimmt dann aber in Uebereinstimmung mit Beobachtungen weiter im W deutlich ab bis zu einem Minimum in der 4. oder 5. Bank (guter Aufschluß: Kiesgrube Armenhaus Steinegacht: Gneis- bzw. kristallinführende Dolomit-Kalknagelfluh). Von der 5. bis 6. Konglomeratbank an gesellen sich zu einem relativ konstanten Gehalt an metam. Kristallin in rasch zunehmender Häufigkeit Granite und andere nicht metam. Eruptiva. Sie erreichen in der Gipfelbank der Halegg, die wenigstens in unserem Gebiet allem nach dem intensivsten Geröllvorstoß entspricht (größte Bankmächtigkeit, größte Gerölle!) bezeichnenderweise ein erstes Maximum, gehen dann aber wieder zurück, um in der hangenden Gäbriszone ein zweites Maximum zu erlangen. Hervorgehoben zu werden verdient ein kleiner, aber konstanter Gehalt an basischen Gesteinen in den stratigraphisch höchsten Bänken. Der Hauptteil der Gäbrisnagelfluhen muß als m-e-Dolomit-Kalk-Nagelfluh oder als m-e-Kalk-Nagelfluh bezeichnet werden, wobei für sämtliche Auszählungen $m > e$ charakteristisch ist.

Man hat sich schließlich wenigstens noch die Frage vorzulegen, ob das Fehlen nichtmetam. Kristallins in der tieferen Gäbriszone auf primäre Ursache im Rückland (Abtrag eruptiver Deckenkerne erst nach Entfernung der Schieferhüllen!) zurückzuführen ist oder lediglich als Folge von Ausmerzungsprozessen in einem primär mehr oder weniger gleichmäßigen Ausgangsmaterial bei längerem Transportweg gedeutet werden kann. Soviel auch die erstere Möglichkeit vom alpin-geologischen Standpunkt aus für sich hat, so ist doch — rein sedimentpetrographisch beurteilt — die zweite Lösung als durchaus möglich ins Auge zu fassen.

Mit Rücksicht darauf, daß eine einigermaßen vollständige mikroskopisch-qualitative Gerölluntersuchung zum Zwecke der *Beheimatung der Gäbrisnagelfluhkomponenten* weit über den Rahmen dieser Arbeit hinausginge und namentlich auch im Hinblick auf eine Reihe guter diesbezüglicher Detailangaben bei Fröh (Lit. 40) beschränken wir uns hier auf wenige vorläufige Bemerkungen⁴²⁾:

⁴²⁾ Verschiedene Hinweise verdanken wir den Herren Prof. Staub, Jeannet und Streckeisen.

1. Nichtmetam. Kristallin: Rote, grüne, rotgrüne, weiße Granite (vorwiegend sehr quarzreich, selten syenitische Typen), Granitporphyre, graue Quarzporphyre, helle Muskovit-Aplitgranite, Pegmatit-Syenite, Gangquarze (selten bläulich), Diorite, Gabbros, basische dichte Gesteine u.a.m. Vorwiegend unterostalpine Typen (Bernina-Albula). Penninische Grüngesteine im Vergleich zum Miozän sehr selten (Variolite fehlen z. B. völlig).
2. Metam. Kristallin: Vorwiegend serizitreiche Gesteine, zum Teil Zweiglimmergneise, hie und da turmalinführend. Gutschiefrige (zu Glimmerschiefer überleitende) Typen neben Flaser- und Augengneisen. Seltener Biotitstreifengneis. Herkunft: Mittel- und Oberostalpin (Campo-Silvretta). Allerdings ist das völlige Fehlen der Silvretta-Amphibolite verblüffend. Hochpenninische Gesteine kommen angesichts des Zurücktretens von Grüngesteinen wohl kaum in Frage.
3. Sedimente: Das Hauptkontingent stellen infolge Anreicherung grau-blaugraue Kieselkalke, die ebenso gut mit helvetischem Neokom wie mit ostalpinen Gesteinen (Lias?) verglichen werden können. Dazu kommen, neben vielen banalen Gesteinen: Verrukano-Buntsandstein, Triasdolomite (vorwiegend helle gelbliche, selten schwärzliche Typen; in den haselnußgroben Fraktionen angereichert) und -quarzite (selten), Rhätkalke, helle und dunkle Liasbrekzien, schwarze Liaskalke (dicht und grobkörnig-kieselig), Manganschiefer, Fleckenmergelkalke (Lias oder Neokom), Kalke vom Typus des Klippenmalm (hieher verschiedene von Früh in die helvetische Kreide gestellte Gesteine). Biancone-Scaglia (zum Teil mit Hornsteinlagen), Tristelbrekzie (zum Teil „Schrattenkalk“ nach Früh), Flyschmergelkalke (mit Fukoiden), Nummulitenkalke (sehr selten) u.a.m. Herkunft: Ostalpine Decken.

Zum Schlusse seien noch einige Angaben über maximale Gerölldimensionen in der östlichen Gäbriszone beigelegt:

Kristallin:		Sedimente:	
26×11×6 cm	Serizitgneis	30× 9×8 cm	Kieselkalk
21×11×9 „	Gneisquarzit	24×10×9 „	Kieselkalk
21×10×7 „	Serizitgneis	18× 7×5 „	Sandkalk
19×10×8 „	Quarz	17×12×7 „	Schwarzer Mergelkalk
18×12×9 „	Quarz	17× 8×5 „	Brekziöser Sandkalk
18× 9×8 „	Roter Granit	16× 9×6 „	Kieseliger Sandkalk
17× 8×7 „	Zweiglimmergneis	14× 9×7 „	Rötlicher Quarzit
16×10×7 „	Roter Granit	14× 9×7 „	Hellgrauer Kalk
16× 8×7 „	Gneis	14× 8×7 „	Buntsandstein
15×10×8 „	Quarzreicher Gneis	11× 6×3 „	Buntsandstein

Innerhalb eines Nagelfluhhorizontes sind die Sedimentmaxima durchwegs größer als die Kristallinmaxima (einzig in der Halegg-nagelfluh scheint das Gegenteil der Fall zu sein). Bei stark bunten Nagelfluhen Hohrone, Ilfisgebiet) ist das Umgekehrte die Regel.

Bereits der Vergleich der oben angeführten Maxima (die ebenso gut auch für die zentrale Gäbriszone gelten können) mit den Geröllmaxima

der miozänen St.Gallernagelfluhen⁴³⁾ lehrt deutlich, daß Gäbris- und St.Gallernagelfluhen bei sonst ähnlicher qualitativer Zusammensetzung (sofern man vom gesteigerten Gehalt an basischen Eruptiva bei St.Gallen absieht) keineswegs direkt miteinander zusammengehängt werden können (Kesseli!, siehe p. 83), und daß die St.Gallernagelfluhen nicht nur etwa umgelagerte Gäbriskonglomerate repräsentieren.

Unter den *Geröllformen* der Gäbrisnagelfluh sind rundliche, isometrische Geschiebe stark vorherrschend (guter Abrollungsgrad; großer Transportweg). Gneise bevorzugen in auffallender Weise rundstenglige Formen, ohne daß hierbei eine Abhängigkeit von der Lage der Schieferungsebene zu konstatieren wäre. Auch erhalten sie sich trotz guter Spaltbarkeit oft bis hinab zu erstaunlich kleinen Geröllchen.

b) Sandsteine und Mergel.

Der Anteil der konglomeratischen Bildungen am Gesamtprofil der Gäbriszone wird aus morphologischen Gründen meist ganz bedeutend überschätzt. Es gelangen aber, namentlich im stratigraphisch höheren Teil unseres Gebietes, zwischen den Nagelfluhen auch Sandsteine zu ganz bedeutender Mächtigkeit.⁴⁴⁾ Es handelt sich hierbei vorwiegend um mittelkörnige, in frischem Zustande graue und blaugraue, oft harte Kalksandsteintypen, die sowohl mit Heidener- als auch mit Appenzellersandsteinen verglichen werden können. Diese Gesteine haben zu einer Reihe von (heute allerdings meist aufgelassenen) Steinbrüchen Veranlassung gegeben, die die besten Aufschlüsse darbieten: P. 408 m N Heerbrugg, Wieden 480 m W Balgach, Hub-Härdli 507 m N Rebstein, Schlipfbach-Mohren 650 m, Bruggtobel-Romlingen 570 m NW Marbach (vergl. hiezu Lit. 106, p. 141, Nr. 831 und p. 114, Nr. 683), Hof P. 603 m W Marbach, Kronbühl-Lüchingen 500 m (vergl. Lit. 106, p. 140, Nr. 830), Sonnenberg-Kalessen 550 m N Marbach etc.

Gegenüber diesen Kalksandsteintypen treten echte gr. Sandsteine stark zurück und erreichen nirgends größere Mächtigkeit oder gar Abbauwürdigkeit.

Diese Tatsache darf nun keineswegs als Argument gegen eine stratigraphische Gleichstellung der Gäbriszone mit der gr. Molasse des A₁-N-Schenkels (siehe unten) angeführt werden, umsomehr, als ja auch

⁴³⁾ Nach Ludwig und eigenen Beobachtungen sind in der St.Gallernagelfluh 20—30 cm lange Gerölle neben Maxima von 34 cm für Granite und 38 cm für Sedimente durchaus häufig. Man vergleiche hiezu auch unsere Angaben p. 30/31 für das BK.

⁴⁴⁾ Man darf daraus wohl schließen, daß entsprechend den Verhältnissen im W (Necker) auch gegen E die höheren Gäbrisnagelfluhen zuerst seitlich auskeilen bzw. in Sandsteine übergehen.

dort Kalksandsteine ziemlich verbreitet sind. Denn wenn der gr. Sandstein im Sinne Gutzwillers und Ludwigs das detritische Äquivalent der Gäbrisnagelfluh sein soll, so ist er auch erst außerhalb der Nagelfluhschüttung zu erwarten. Viel wichtiger ist daher die Beobachtung, daß gr. Sandsteine innerhalb der Gäbriszone zumeist dort auftreten, wo Nagelfluhen sichtbar auskeilen: Oberes Rappentobel, Balgach P. 499 m. Die den Gäbrisnagelfluhen zwischengelagerten Kalksandsteine können sehr wohl von der Begleitnagelfluh relativ unabhängig sein und als Umlagerungsprodukte älterer Sandsteine bzw. älterer Kalknagelfluhen weiter im S betrachtet werden. Es ist vielleicht einmal möglich, derartige Beziehungen auf Grund von Schweremineraluntersuchungen abzuklären (vergl. hiezu p. 114).

Gelbliche und graue Mergel und Mergelsandsteine sind die gewohnten Begleiter der Gäbrisnagelfluhen. Wesentliche und stratigraphische Bedeutung erlangen sie im Hangenden der Gäbriszone, wo im Bereiche des Brendenbaches bei Altstätten gelbliche und graue fleckige Mergel mit schwärzlichen bituminösen Bändern, sowie Mergelsandsteine weithin sichtbare Anrisse bilden. Wir nennen diesen maximal etwa 150 m mächtigen Komplex zwischen den hangendsten Gäbrisnagelfluhen und der Basisbank der Sommersbergnagelfluh die *Mergelzone des Brendenbaches*.

Sie zieht, im Landschaftsbild auch morphologisch deutlich abgezeichnet, vom Brendenbach über die Einsattelung des Ob. Hofgutes P. 1133 m (Schwäbrig) hinüber ins Quellgebiet des Rotbaches (Rothenwies) und verliert sich von Gais an gegen W. Besondere Erwähnung verdient eine Stelle am Brendenbach Q. 660 m, wo ein letzter (stratigraphisch höchster) Schub kleingerölliger Gäbrisnagelfluh rinnenartig in die vorher lokal erodierten Brendenbachmergel eingelassen ist. Wir haben hier den selten sichtbaren Fall eines Querschnittes durch eine ungefähr S→N verlaufende Schotterrinne im Gäbrisschuttkegel.

3. Die stratigraphische Stellung der Gäbriszone.

Ueber die stratigraphische Stellung der Gäbriszone sind die Meinungen von jeher auseinander gegangen. Gutzwiller (Lit. 56) leitete 1877 die gr. Molasse des A₁-N-Flügels von der bunten Gäbrisnagelfluh ab und zog damit beide zu seiner USM = mi. Früh (Lit. 38 1886 und Lit. 40 1890) schloß sich dieser Meinung an und stellte die Gäbrisnagelfluhen ins „Obere Aquitanian“ Mayer-Eymars. A. Ludwig (Lit. 89 1922) zog zunächst in Anlehnung an Alb. Heim (Lit. 61) die halbbunte Basisnagelfluh zum Aquitan, die bunten, höheren Konglomerate zum Burdigal, trat jedoch von 1926 an (Lit. 91) stets entschieden für die alte Gutzwiller'sche Ansicht, d. h. für aquitanes Alter

der Gäbriszone ein (Lit. 98, Atlas Blatt 4 mit Erläut., Lit. 100). E. Baumberger (Lit. 6 1925, Lit. 9 1930, Geol. Führer der Schweiz 1933) hingegen betrachtete die Gäbriszone nicht als normalen S-Schenkel der A₁, sondern, in Analogie mit dem Rigiprofil, als stampische (chattische) Schuppe, während Kesseli (Lit. 68) 1925 dazu gelangte, die Gäbriszone mit den miozänen Nagelfluhen bei St.Gallen zu verbinden.

Fossilien: Die häufigen *Pflanzenreste* (Blattabdrücke) unseres Gebietes sind leider stratigraphisch unbrauchbar. Immerhin seien als gute Fundstellen wenigstens genannt: Klee Q. 600 m SW Berneck (am Weg nach Buchholz), Härdli 540 m N Rebstein. Vom Ruppen ist eine 21 Spezies umfassende Flora bekannt geworden, die sich auf die Gattungen *Goniopteris* (1 Spezies), *Pteris* (1), *Pinus* (1), *Cyparacites* (4), *Typha* (1), *Myrica* (3), *Populus* (1), *Ficus* (1), *Laurus* (1), *Cinnamomum* (4), *Porana* (1), *Ilex* (1) und *Rhamnus* (1) verteilt. (Vergl. hiezu Keller Lit. 67.)

Mollusken: Am Straßeneinschnitt bei Blattacker P. 604 m W Rebstein wurden in schwärzlichen bituminösen Sandmergeln neben Früchtchen von *Grevia crenata* Ung. gefunden:

Melania escheri grossecostata Klein

Cepaea rugulosa Zieten.

Beide von E. Baumberger† für uns bestimmten Formen treten sowohl im Aquitan wie im Chattien auf, belegen aber wenigstens das oligozäne Alter der Gäbriszone. Zahlreiche daselbst vorgefundene Embryonalwindungen zerstörter Heliciden lassen auf eine gewisse Verschwemmung (Allochthonie) der Fossilien schließen. Von Wieden 509 m (Anstalt W Balgach) stammt nach einer freundlichen Mitteilung von G. Schenk ein Fund von

Unio subflabellatus Roll. (Orig. Nat. Hist. Museum Basel).

Unio flabellatus Goldf.

zitiert Früh (Lit. 38) vom St. Anton. *Cepaea rugulosa* Zieten findet sich nach Ludwig (Lit. 91) und eigenen Beobachtungen auch am Brendenbach auf Q. 660 m.

Außerhalb unseres engeren Untersuchungsgebietes sind in der Gäbriszone folgende wichtigen Molluskenfunde bekannt geworden:

Clausilia antiqua Ziet. (siehe Ludwig Lit. 96, Fundort nicht angegeben, vermutlich Zwislerbach).

Galactochilus inflexum Ziet. (siehe Baumberger Lit. 9, Zwislerbach unter Harzenmoos, Neckergebiet).

Tropidomphalus minor Fischer und Wenz (s. Baumberger Lit. 9, Widenbachbrücke bei Urnäsch).

Neben diesen von Baumberger bestimmten aquitanen Leitformen verweisen wir, ohne sie speziell anzuführen, auf einige vom Donnersbach bei Altstätten stammende Molluskenfunde, die für oberstampisches Alter der Gäbriszone zu sprechen scheinen. (Man vergleiche hierüber: Früh, Lit. 38, p. 6, Baumberger Lit. 5, p. 171 und Lit. 9, p. 558). Doch ist

diesen alten, nicht revidierten Bestimmungen von Sandberger und Mayer-Eymar wohl kaum viel Gewicht beizumessen. Sichere Chattienformen sind bisher nur von der Gäbrisbasis (vergl. p. 71; Zone des Appenzeller-sandsteins) bekannt geworden.

Ergibt sich somit aus den angeführten Fossilfunden wohl im allgemeinen ein aquitanes, je nach Berücksichtigung der Donnersbachfossilien unter Umständen aber auch ein chattisches Alter der Gäbriszone, so kann das aquitane Alter dieses Nagelfluhkomplexes wohl als gesichert gelten, wenn es uns — gemäß der Ansicht Gutzwillers und Ludwigs, wonach die gr. Molasse das detritische Äquivalent der Gäbrisnagelfluhen darstelle — gelingt, wenigstens noch einige wenige äußerste, nördlichste Ausläufer des Gäbrisschuttfächers im Bereich der N-fallenden aquitanen gr. Molasse sicherzustellen.

Damit erhellt nun mit einem Schlage die große prinzipielle Bedeutung der von uns p. 59 beschriebenen Nagelfluhvorkommnisse im Unteraquitane des A₁-N-Schenkels. Diese gegen N rasch ausspitzen den Nagelfluhkeile, unter ihnen besonders der kräftige Sulzbachhorizont, stimmen in ihrem Geröllbestand derart vollständig mit der Gäbrisnagelfluh überein, daß ein ehemals unmittelbarer Zusammenhang zwischen diesen Konglomeraten diesseits und jenseits der AZ und damit das gleiche Alter von Gäbriszone im S-Flügel und gr. Molasse im N-Flügel der A₁ außer Zweifel steht. Die geröllstatistischen Untersuchungen geben uns weiter die Möglichkeit an die Hand, die Sulzbachnagelfluhen (vergl. Zählung p. 59/60) mit gewissen Horizonten der Gäbris-konglomerate (vergl. Tabelle 1) mehr oder weniger exakt in Beziehung zu setzen. Berücksichtigt man hierbei für die Sulzbachnagelfluh mit ihrem größeren Transportweg eine gewisse Verarmung an Graniten (Ausmerzung!) sowie eine relative Anreicherung transportresistenter Komponenten (Kieselkalke, Quarze) und halten wir besonders das Auftreten von roten Graniten am Sulzbach fest, so ergibt sich, daß die Sulzbachnagelfluh jedenfalls nicht mit den tiefsten Gäbrisnagelfluhen zu verbinden ist, sondern mit Konglomeraten ungefähr im (oder etwas über dem) Niveau von Zählung III unserer Tabelle 1.

Man erkennt nun sofort bei der Betrachtung der Profile die in Bezug auf das Sulzbach- und Wolftobelgewölbe verstellte Position dieser Nagelfluhleithorizonte im N- und S-Schenkel als eine Folge der von uns bereits früher erkannten Aufschiebungen im Kern der AZ. Auf Grund der Profile ist es jetzt also möglich, den ungefähren Betrag dieser Aufschiebung zunächst für unser Gebiet zu bestimmen. Er ergibt sich zu ca. 1/2 km. Wie früher ausgeführt, akzentuiert sich diese Kernaufschie-

bung von E nach W, und wenn man nun die vom Aufschiebungsbetrag abhängigen sichtbaren Mächtigkeiten des Oberstampien (zwischen Aufschiebung und Gäbrisnagelfluh) — ca. 300 m bei Oberegg, ca. 1200 m an der Urnäsch — proportional den Aufschiebungsbeträgen setzt, so resultiert für das Urnäschprofil eine Aufschiebungsbreite (bzw. besser: -höhe) von ca. 2 km. Das heißt also: Der gesamte S-Flügel der A_1 ist gegenüber dem N-Flügel längs der nahezu senkrechten Teufelsmauernaufschiebung um ca. 2000 m verstellt bzw. gehoben worden.

Man kann sich an dieser Stelle fragen, weshalb das Auftreten N-fallender Gäbrisnagelfluhen auf das Gebiet östlich der Goldach beschränkt sei. Die Antwort liegt auf der Hand, wenn man sich der p. 73 entwickelten Ausführungen über das Axialgefälle der gesamten A_1 erinnert: Im Kulminationsgebiet im W wurden bei der Herausarbeitung einer breiten und tiefgreifenden Antiklinaltalung die einst auch dort auf den N-Schenkel hinübergreifenden Gäbrisnagelfluhkeile völlig abgetragen, im E, im Depressionsgebiet, wo aus dem A_1 -Scheitel nur ein relativ schmaler Streifen entfernt wurde, konnten sie sich gerade noch erhalten.

Als Ergebnis dieses Abschnittes halten wir fest: Die Gäbriszone gehört in ihrer Gesamtheit ins Aquitan. Als Grenze gegen das basale Chattien wählen wir zweckmäßig den tiefsten Nagelfluhhorizont; doch kann man sich fragen, ob die hangendsten Serien der Appenzeller-sandsteinzone, welche gr. Sandsteine führen, trotz chattischer Mollusken nicht ebenfalls schon zum Aquitan zu ziehen seien (siehe p. 103). Die 1200 m mächtige Gäbriszone ist also im Sinne Gutzwillers und Ludwigs die groborogene, alpennähere Fazies der gr. Molasse der Ostschweiz, deren Mächtigkeit im Mittel auf etwa 1800 m zu veranschlagen ist. Die Mächtigkeitsdifferenz zwischen den beiden Faziesbereichen besagt nur, daß durch den Querschnitt der Gäbriszone mehr Material transportiert wurde als daselbst zur Ablagerung kam (schwache Mächtigkeitsreduktion gegen die Wurzeln von Schuttfächern!). In tektonischer Hinsicht bleibt ebenfalls die alte Gutzwiller-Ludwig'sche Ansicht bestehen: Die Gäbriszone ist der normale S-Schenkel der A_1 ; sie ist keine Schuppe im Sinne Baumbergers. Die A_1 der Ostschweiz ist eine Großantiklinale ersten Ranges mit einander entsprechenden stratigraphischen Serien im N- und S-Schenkel. Dem gegenüber kommt der Feststellung einer gewissen Verstellung der Antiklinalflügel, die das Zutagetreten chattischer Komplexe an der Gäbrisbasis zur Folge hat, nur sekundäre Bedeutung zu.

B. Die Zone des Sommersberg.

1. Einleitung.

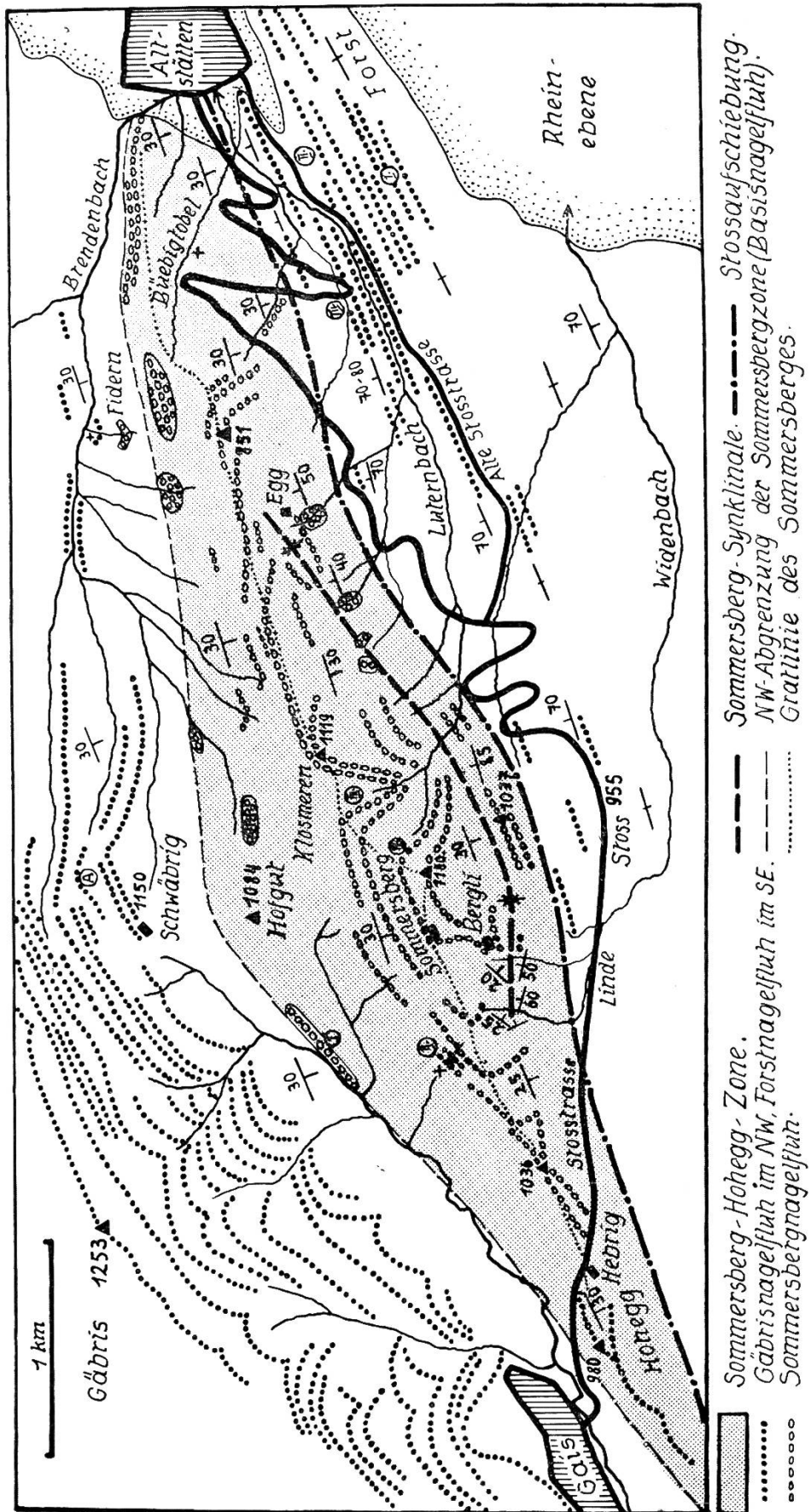
Südlich des Schwäbrig löst sich, zwischen Altstätten und Gais, ein selbständiger Bergrücken von den Höhenzügen der Gäbriszone ab, der Sommersberg 1180 m. Er besteht, als Ganzes betrachtet, aus einer durchschnittlich 30—35° nach S einfallenden, ca. 600 m mächtigen Nagelfluhserie, die das normale Hangende der Gäbriszone bzw. das strategisch höchste Schichtglied im S-Flügel der A₁ zwischen Rhein und Linth überhaupt bildet. Gutzwiller und Früh haben dieses Gebiet vor allem wegen seiner interessanten, der Gäbriszone fehlenden Nummuliten-Lithothamnienkalkgerölle zuerst als die „Nebenzone des Sommersberg“ ausgeschieden, ohne allerdings die stratigraphische Sonderstellung und den grundsätzlichen Gegensatz der Sommersbergnagelfluhen (= SN) gegenüber den Konglomeraten der Gäbriszone genügend hervorzuheben. Für Kesseli (Lit. 68) ist der Sommersberg ohne weitere Begründung ein an den S-Flügel der A₁ angelagert erscheinendes „tektonisch fremdes Stück“.

2. Die SN (räumliche Verbreitung, Lagerung, Zusammensetzung etc.).

Der Einsatz der SN über der Mergelzone Brendenbach-Rotbach erfolgt stratigraphisch bedeutend tiefer als man lange Zeit annahm (vergl. z. B. Blatt IX). Ludwig (Lit. 99 und Lit. 101) hat 1932 zum ersten Mal auf diese tiefste Nagelfluh der Sommersbergzone aufmerksam gemacht, die allerdings weithin bedeckt und nur an einigen wenigen Lokalitäten gut aufgeschlossen ist (Vergl. hiezu Fig. 9):

- a) Bilchen am Rotbach ca. 1000 m,
- b) Hafenwald ca. 7 mm N e im Wort Hafenwald
- c) Schönenbühl 816 m (ca. 8—10 m Kalknagelfluh, mit scharfem, flachwelligem Kontakt über gelblichen Mergeln der Brendenbachzone)
- d) S-Hang des Schleifertobels bei Altstätten (eine mächtige Doppelbank mit größeren Sandsteinzwischenlagen). Dem hangenden Teil dieser Doppelbank dürfte entsprechen
- e) die Rippe von Fidern.

Die angeführten Aufschlüsse lassen sich konstruktiv sehr gut einem ziemlich einheitlichen Horizonte zuordnen, sodaß die Annahme einer vom Rotbach nach Altstätten geschlossen durchsetzenden Basisbank gerechtfertigt erscheint. Einzig an dem auf Q. 660 m in den Brendenbach von S her einmündenden Bächlein wurde auf ca. 740 m ein kleines, ungefähr 50 m unter der Basisbank liegendes Vorkommen von SN fest-



gestellt, offenbar ein erster zaghafter Geröllvorstoß von durchaus lokalem Charakter. Die SN-Basisbank ist, wie aus Tabelle 2, Zählung I hervorgeht, eine nur aus Flyschkomponenten bestehende extreme Kalknagelfluh. Einzig bei Altstätten fanden wir in ihrem höheren Teil einige seltene kleine Gneisgerölle. Die Gerölldimensionen sind bei Bilchen deutlich kleiner als am Brendenbach (Maxima hier 30—40 cm); schon dies weist auf eine relativ östliche Herkunft der SN hin.

Im Hangenden der Basisbank stellen sich zunächst ansehnliche, konglomeratfreie Komplexe von gelbgrauen fleckigen Mergeln und Mergelsandsteinen ein. Gute Aufschlüsse innerhalb dieser Zone bietet das Buebigtobel bei Altstätten. Die nächsten Konglomeratschübe, mit welchen die Sommersbergschüttung dann kräftig einsetzt, findet man wieder nördlich Bürglen 693 m, S Wort Hafenwald und bei Giesel-Weid 1040 m. Die gesamte heute noch vorhandene Sommersbergserie umfaßt insgesamt ein schwaches Dutzend wesentlicherer Nagelfluhbänke. Die kräftigsten, 10—20 m mächtigen Horizonte liegen dabei im hangenden Teil des Profils: sie enthalten zugleich auch die absolut größten Gerölle. Mit den Nagelfluhen wechsellagern allerdings selten aufgeschlossene, aber vermutlich nicht unwesentliche Horizonte gelblicher Mergel und Kalksandsteine.

Im W keilt die SN nach Gutzwiller seitlich aus und zwar „südlich Gais bei Zwislen“. Zu diesem Auskeilen haben wir folgendes zu bemerken:

Die tieferen SN-Horizonte streichen, wie trotz starker quartärer Verhüllung ohne weiteres angenommen werden muß, gegen SW hinein in den Nagelfluhsporn Hebrig-Hohegg 980 m. Diese (bei einem Streichen von N 65—70° E mit 30° gegen SSE einfallenden) Hohegg-nagelfluhen entsprechen nun aber in ihrer Zusammensetzung (guter Aufschluß an der Bahnlinie beim Hebrig) durchaus der bunten Gäbris-nagelfluh. Erst bei näherer Untersuchung zeigt sich, daß auch in der Hohegg-nagelfluh (vornehmlich in ihren kleingerölligeren Fraktionen) einige wenige % der für die SN so bezeichnenden Flyschkomponenten (gelbe Sandkalke, Brekzien etc.) enthalten sind. Andererseits zeigen die ersten Aufschlüsse unmittelbar östlich des Hebrig (d. h. auf der andern Seite der Stoßstraße) bereits unverfälschte Sommersbergkalknagelfluh. Man erkennt somit, daß im Bereiche der Stoßstraße zwischen Hebrig und Gais die tieferen SN seitlich außerordentlich rasch (d. h. bei sehr beschränkter gegenseitiger Durchmischung) in die bunten Hohegg-nagelfluhen von Gäbristypus übergehen.⁴⁵⁾

⁴⁵⁾ Die Hohegg-nagelfluh verschwindet, soweit sich das heute schon beurteilen läßt, zusammen mit der liegenden Mergelzone Rothenwies-Gais W Gais bzw. ist dort abgetragen worden.

Die östliche Begrenzung der Sommersbergzone ist ein reiner Erosionsrand, und wir haben kaum Anhaltspunkte dafür, wie weit die SN-Schüttung primär gegen E reichte. Da jenseits des Rheines im Vorarlberg SN-Aequivalente fehlen und Anzeichen eines baldigen seitlichen Auskeilens am E-Rand der Sommersbergzone nicht vorliegen, wird man den ursprünglichen Schwerpunkt dieses Schuttkegels wohl in den Bereich des heutigen Rheintals wenig östlich Altstätten verlegen und im Sommersberg nur die westliche Hälfte einer primär etwa doppelt so großen Schüttung erblicken müssen. Die S-Grenze der Sommersbergzone wird im Abschnitt Tektonik zu diskutieren sein; sie ist gegeben durch eine Aufschiebungslinie.

Außer durch ihren Geröllbestand zeichnen sich die SN namentlich durch ihre für ostschweizerische Verhältnisse ganz bedeutenden *Geröllmaxima* aus. Geschiebe von 30 und 40 cm Länge sind bereits in den tiefsten Horizonten durchaus häufig, in den höheren Bänken trifft man oft Blöcke von 50 und 60 cm. Das größte bisher gefundene Gerölle weist, bei guter Rundung, eine Länge von 80 cm auf.

Es handelt sich bei diesem Maxima durchwegs um Flyschsandkalke oder Nummuliten-Lithothamniengesteine. Unter den kristallinen Komponenten wurden folgende Maxima beobachtet: Roter Granit: 30 cm, Quarzporphyr: 40 cm, Augengneis (Silvrettatypus?): 40 cm.

Trotz der bedeutenden Geröllmaxima, die jedenfalls für relativ geringe Transportdistanzen sprechen (mengenmäßig wiegen selbstverständlich kleinere Geröllfraktionen stark vor) und trotz des Auftretens massiger Nagelfluhbänke von 10—20 m Mächtigkeit (in der höheren Sommersbergzone) beobachtet man nur selten eine wirre, regellose, d. h. torrentielle *Lagerung der Komponenten* innerhalb einer Nagelfluhbank.

Vielmehr ist meistens eine durch deutliche Alternation grobblockiger und kleingerölliger Horizonte oder durch dünne Sandsteinzwischenlagen angedeutete innere (Parallel-) Schichtung mehr oder weniger deutlich ausgeprägt. Früh (Lit. 40) beobachtete ähnliche Erscheinungen und erwähnt von einigen Stellen (die wir allerdings nicht auffinden konnten) „die Bildung von Schuttkegeln, deren Spitzen nach S schauen, und die zur eigentlichen Schichtung der Sandsteinlager und normal gebauten Nagelfluhbänke um 5—15° geneigt sind“.

Die *Verkittung* der SN durch ein grobsandiges Bindemittel ist eine sehr variable. Im allgemeinen sind kleingerölligere Nagelfluhen gut bis sehr gut verfestigt, während grobblockigere Komplexe oft wenig

verkittete, lockere Agglomerate von gewissermaßen „jugendlichem“ Habitus bilden. Bezeichnend ist teilweise eine intensive rostgelb-rötliche *Verfärbung der SN*. (Man darf sich hierbei allerdings nicht durch die gelblichen Eigenfarben vieler Komponenten täuschen lassen.) Sie äußert sich zur Hauptsache in einer mehr oder weniger oberflächlichen limonitischen Verfärbung der Gerölle (seltener des Bindemittels), wobei das Fe vermutlich aus den Nagelfluhgeröllen selber stammt. Mit ihr steht offenbar im Zusammenhang eine auffallende tiefgreifende *Verrostung* (Rotfärbung) *der Gneisgerölle*, die bei denselben (mittel- und oberostalpinen) Typen der Gäbriszone vollständig fehlt. Wir sind geneigt, diese Verwitterungserscheinungen auf eine seit der mise en place der noch losen Sommersbergschotter wirksame Verwitterung zurückzuführen, was besagen würde, daß die SN schon primär nicht mehr stark von höheren Schichtserien überlagert worden wäre. *Eindrücke* in löslichen Komponenten der SN sind häufig, vor allem dort, wo das Bindemittel zurücktritt. *Zerquetschte und deformierte Gerölle* in besonders schöner Ausbildung wurden namentlich in den Aufschlüssen am Weg N Schwendi auf ca. 980 m beobachtet.

Ueber den *Geröllbestand der SN* und seine Schwankungen im Querprofil gibt Tabelle 2 Auskunft. Um den Gegensatz der SN zu den Gäbrisnagelfluhen besonders hervorzuheben, ist eine im gleichen Querschnitt ausgeführte Zählung A der höchsten Gäbrisnagelfluh beim Schwäbrig vorangestellt; auf die Vergleichszählung B kommen wir später zurück.

Auf Grund der statistischen Untersuchungen sind die SN (mit Ausnahme der Basisbank, die kristallinfrei ist) als

kristallinführende Flyschkalknagelfluhen

zu bezeichnen. In Uebereinstimmung mit den qualitativen Feldbeobachtungen nimmt der Kristallingehalt (man beachte $m \geq e$) von unten nach oben zu, und zwar mit einem Maximum in der 2. oder 3. obersten Bank. Dasselbe Verhalten zeigt auch die Summe der Sedimentkomponenten 8–18. Es handelt sich sowohl beim Kristallin (mit einer Ausnahme) als auch bei den genannten Sedimenten um Gesteine, die auch in der Gäbriszone auftreten. Man kann daher die SN als Mischung einer extremen Flyschkalknagelfluh mit einem variablen Prozentsatz von Gäbrisnagelfluh betrachten.

Da beabsichtigt ist, den Geröllbestand der SN namentlich im Hinblick auf die foraminiferenreichen Eozänkomponenten in einer besonderen Arbeit zu würdigen, können wir uns für die folgenden qualitativen Bemerkungen etwas kürzer fassen:

Tabelle 2.	A.	I.		II.		III.		IV.		B.	
	Anzahl	o/o	Anzahl	o/o	Anzahl	o/o	Anzahl	o/o	Anzahl	o/o	Anzahl
1. Gneise und Glimmerschiefer	29	8	—	—	4	2	15	4	8	3	—
2. Granite vom Berninatypus	11	3	—	—	—	—	3	1	3	1	1
3. Granite vom Errtypus.	4	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—
4. Uebrige Granite, Syenite, Diorite	11	4	—	—	1	+	9	3	1	+	—
5. Quarzporphyre	1	+	—	—	—	—	2	+	—	—	—
6. Gabbros	4	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—
7. Basische Ergußgesteine	1	+	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Kristallin total:	61	17	—	—	5	2	29	8	12	4	1
8. Quarze und Quarzite	15	4	—	—	4	1	4	1	4	1	49
9. Kieselkalke (grau-graublau)	121	34	—	—	16	5	62	17	46	15	10
10. Hellgraue lichte Kalke	17	5	—	—	—	—	13	4	7	2	24
11. Dunkle-schwarze Kalke	20	6	—	—	3	1	34	9	16	5	7
12. Sandsteine, Sandkalke, Kalkschiefer	70	19	—	—	—	—	4	1	—	—	1
13. Fleckenmergelkalke	12	3	—	—	—	—	15	4	14	5	—
14. Brekzien und Konglomerate	15	4	—	—	—	—	—	—	—	—	—
15. Buntsandstein-Verrukano	1	+	—	—	1	+	2	+	1	+	—
16. Hornsteine und Radiolarite.	3	1	1	+	4	2	4	1	2	1	30
17. Dolomite	25	7	—	—	—	—	1	+	—	—	—
18. Nummuliten-Lithothamnienkalke	—	—	1	+	1	+	11	3	3	1	1
19. Gelbe Flyschsandkalke	—	—	155	—	149	—	91	—	94	—	—
20. Gelbe Flyschsandkalke, kieselig.	—	—	130	96	100	87	80	47	79	61	1229
21. Gelbe, dichte Flyschmergelkalke	—	—	20	—	10	—	1	—	8	—	86
22. Flyschsandsteine und Brekzien	—	—	1	+	—	—	15	4	6	2	2
23. Oelquarzite	—	—	12	4	7	2	4	1	8	3	66
Sedimente total:	299	83	320	100	295	98	341	92	288	96	1419
Total der gezählten Komponenten:	360		320		300		370		300		1420

Verzeichnis der Auszählstellen:
A = Schwäbrig P. 1165,7 m (Gäbriszone)
I = Bilchen (Rotbach) Q. 1010 m (Basisbank)
II = Giesel-Weid Q. 1040 m
III = SW P. 1119,6 m (Klosmeren) auf Q. 1040 m
IV = S e vom Wort Sommersberg Q. 1120 m
B = Pfändernagelfluh bei Bregenz (ausgeführt von J. Blumrich)

1. *Gelbliche „Flysch“-Kalke und Sandkalke* liefern das Hauptkontingent der SN-Komponenten. Vergleiche z. B. die Beschreibung von Früh (Lit. 40, p. 7). Teilweise enthalten derartige, meist kieselreiche Gesteine noch einen grauen bis graublauen Kern, sodaß man sich fragen kann, ob die gelbliche Farbe nicht ganz allgemein als sekundäre Verwitterungsfarbe zu betrachten sei. Da aber andererseits die meisten Gerölle, und unter ihnen gerade Maxima von 50, 60 und 80 cm Länge, durch und durch gleichmäßig gelblich gefärbt sind und Verwitterungsringe fehlen, so glauben wir doch, diese Färbung in der überwiegenden Mehrzahl der Fälle für primäre Eigenfarbe halten zu müssen. Diese Sandkalke leiten bei zunehmender Aufnahme gröberer Komponenten über zu feinen und groben, monogenen und polygenen Konglomeraten und Brekzien, worunter eine sehr grobe, von Früh p. 8 beschriebene und auch von uns wieder gefundene polygene Brekzie besonders auffällt. Man faßt diese groborogenen Gesteine zweckmäßig als *Wild-flysch* zusammen. Bei zunehmender Verkieselung gehen aus den gelblichen Kieselkalken bzw. Quarzsandsteinen graue und grüne, meist intensiv rot anwitternde *Oelquarzite* hervor.
2. *Nummuliten-Lithothamnienkalke*. Unter diesen quantitativ allerdings nicht sehr stark hervortretenden Gesteinen hatte bereits Gutzwiller (Lit. 56, p. 22) 4 verschiedene Gruppen ausgeschieden. Früh widmete diesen Komponenten besondere Aufmerksamkeit und stellte 12 Typen (auf deren Beschreibung in Lit. 40, p. 9—14 nachdrücklich verwiesen sei) auf, ohne allerdings damit den ganzen Variationsbereich dieser interessanten Gesteinsgruppe zu umfassen. Vorläufig dünkt uns die auf Grund unserer großen Aufsammlungen gewonnene Einsicht wichtig, daß alle diese Nummuliten-Lithothamnienkalke der SN trotz scheinbar stark differenter Typen (es existieren teils extreme Nummulitenkalke mit großen oder mit kleinen Nummuliten, teils reine Lithothamnienkalke = „Granitmarmore“, bald glaukonitführend, bald glaukonitfrei, etc.) doch durch zahlreiche Uebergangsglieder unter sich verknüpft erscheinen, d. h. also: einem mehr oder weniger distinkten Faziesbezirk bzw. Deckenglied des Rücklandes entstammen müssen. Speziell gilt dies auch für die von Früh mit helvetischen Gesteinen verglichenen roten, vererzten Nummulitenkalke, die sich durch verschiedene Zwischenstufen an den häufigsten Nummulitenkalk der SN (Typus Nr. 3 Früh, Typus Nr. 4 Gutzwiller) anschließen. Ebenso kennen wir einige seltenere Zwischentypen, die das Bindeglied zwischen Nummulitenkalken und gelblichen Sandkalken bzw. feinen Brekzien darzustellen scheinen. Damit können also die Numm.-Lithotham.-Gesteine der SN nicht etwa als gesonderte Elemente den Gesteinen der gelblichen Sandkalkgruppe s. l. gegenübergestellt werden, dies umsomehr, als unter den Geröllmaxima sowohl Sandkalke wie Numm.-Lithotham.-Gesteine (Maxima bis 60 und 70 cm) vertreten sind und hiebei zwischen beiden Gruppen ein gewisser Parallelismus bzw. Abhängigkeit besteht derart, daß mit steigender Größe der Sandkalke auch die Nummulitengerölle größer werden.

Numm.-Lithotham.-Gesteine sind zwar in der SN allenthalben verbreitet, ihre größte prozentuale Häufigkeit und ihre größten Dimensionen erreichen sie aber ganz deutlich etwa in der 3. obersten Nagelfluhbank. In diesem Horizont hat als gute Fundstelle vor allem der schon Gutzwiller und Fröh bekannte Abriß SW Klosmeren (vergl. Zählung III) eine gewisse Berühmtheit erlangt; als weitere bemerkenswerte Lokalität sei ein kleiner Aufschluß am Grat bei Klosmeren Q. 1070 erwähnt.

In Bezug auf die Ableitung (Beheimatung) der unter 1. und 2. angeführten eozänen Flyschgesteine besteht immer noch wenig Klarheit. Die wildflyschartigen Komponenten wie auch gewisse Sandkalke bzw. Kalksandsteine erinnern an Gesteine des Schlierenflysches oder der Niesenzone. Kraus (Lit. 76, p. 50) beheimatet ähnliche Flyschbrekzien der Allgäuer Molasse in seiner Feuerstätter-Decke (Ultrahelvetikum?). Nach Cadisch (Lit. 18, p. 115, Anmerkung) wäre die Vermutung richtig, „wonach gewisse in der ostschweizerischen Molasse recht häufigen glaukonitischen Kieselkalke, gelbe Sandsteine und Sandkalke, Hornsteine und Oelquarzite mit ostalpinem Flysch (und zwar allem nach oberostalpinem Flysch. Verf.) identisch sind“. Für diese Auffassung könnte auch der Umstand sprechen, daß gelbe Sandkalke bereits in den stampischen Schuttfächern, für welche eine oberostalpine Ableitung besonders naheliegt, eine große Rolle spielen. Andererseits weist Cadisch auf die große Uebereinstimmung gewisser Numm.-Lithotham.-Kalke der SN mit den oberbayerischen Vorkommnissen von Kressenberg u. a. O. hin. Demgegenüber möchten wir die Ähnlichkeit verschiedener Lithothamnienkalke mit südalpinen Gesteinen (z. B. des Gardaseegebietes) besonders hervorheben.

3. *Uebrige Sedimente.* Es handelt sich hier um die Gesteine Nr. 8—17 unserer Tabelle 2, d. h., wie bereits erwähnt, um Komponenten, die wir schon in der Gäbrisnagelfluh kennen lernten. Verrukano-Buntsandsteine sind vorhanden, hingegen fällt das Fehlen der für die Gäbriszone bezeichnenden Dolomite auf; wir fanden einzig ein merkwürdiges zellendolomitartiges Gestein. Weiter seien erwähnt: Dunkle Rhätkalke und -lumachellen (mit Avicula), roter Liaskalk und rötliche Liasbrekzien mit Ammoniten (Arzotypus), dunkle (Echinodermen-) Brekzien und schwärzliche kieselige Kalke (wohl Lias; ähnliche Brekzien, aber mit gelblichen Dolomit(?)-Komponenten gehören wohl eher dem Flysch an), schöne Fleckenmergelkalke (Lias, Neocom oder eventl. sogar Flysch?). Hellgraue Oolithkalke dürften nach Jeannet Gesteinen des Préalpes-Dogger nahestehen. Klippenmalm. Helle weißliche Kalke (zum Teil mit Hornstein) von Biancone-Scaglia-Typus etc. etc.
4. *Kristalline Gesteine.* Muskovitreiche Flaser- und Augengneise wie in der Gäbriszone: Mittel- und oberostalpine Provenienz. Auf die Verrostung dieser Gneise in der SN wurde bereits hingewiesen. Rote

und weißliche Granite vom Berninatypus. Gang(?)—Quarze beobachteten wir in Geröllen bis zu 20 cm. Besonderer Erwähnung bedarf ein prachtvoll frischer Quarzporphyr (Einsprenglinge von Quarz und rotem Orthoklas in violetter, feinkristalliner, kaum glasiger Grundmasse), der in Geröllen bis zu 40 cm Länge auftritt und bisher nur in der SN gefunden wurde. Vermutlich handelt es sich um ein aus dem Wildflysch aufgearbeitetes Gestein; es erinnert stark an gewisse Schwarzwälder-Quarzporphyre, kann aber nach de Quervain sehr wohl gewissen Luganesertypen genähert werden.

3. Das Alter der Sommersbergzone.

Bestimmbare oder gar entscheidende Molluskenfunde liegen aus dem Gebiet der SN bis heute nicht vor. Schlecht erhaltenes Material (Reste von Heliciden, Melanien und Clausilien) fand Ludwig (Lit. 101) bei Giesel-Weid Q. 1040 m, am Bächlein NE Buchen Q. 1010 m und im Tobel Buebig-Halden Q. 580 m. Eine Nachsuche an diesen Lokalitäten ergab auch uns keine brauchbareren Funde. Das Alter der Sommersbergzone muß daher vorderhand indirekt bestimmt werden.

Halten wir zunächst fest, daß die SN, beschränkt auf das Gebiet zwischen Gais und Altstätten, im Gegensatz zu Kessels Behauptung das normale Hangende der aquitanen Gäbriszone bilden (entscheidende Profile am Brendenbach!) und somit das stratigraphisch höchste Schichtglied im S-Schenkel der A₁ zwischen Rhein und Linth repräsentieren. Nach ihrer stratigraphischen Position müssen sie daher entweder dem obersten Aquitanien oder aber dem untersten Miozän zugeteilt werden. Folgende Ueberlegungen sprechen durchaus für die 2. Lösung.

Die gr. Molasse im N-Schenkel der A₁ haben wir p. 84 von den Gäbrsnagelfluhen des S-Schenkels ableiten müssen. Sie enthält nun in ihren höheren Teilen keinerlei Serien, die etwa als detritische Aequivalente der SN zu deuten und als solche — dank der Gegensätzlichkeit von SN und Gäbrsnagelfluh — jedenfalls irgendwie petrographisch identifizierbar wären (dasselbe gilt auch für die gr. Molasse des Vorarlbergs). Die gr. N-fallende Molasse (Zone des gr. Sandsteins s. l. nach p. 56) entspricht somit in ihrer Gesamtheit nur der Gäbriszone, womit sich weiterhin von selber, in überraschender Symmetrie, auch eine Gleichsetzung der Mergelzone des Brendenbaches mit derjenigen von Thal-Kennelbach ergibt⁴⁶⁾. Für die SN resultiert so ohne weiteres eine miozäne Position. Nun sucht man allerdings im linksrheinischen Bereiche

⁴⁶⁾ Daraus kann nun — man vergleiche hiezu unsere Bemerkungen auf p. 60—61 — geschlossen werden, daß die Vermergelung des Oberaquitans in der Tat von regionaler Bedeutung ist und einer wirklichen Abnahme der Schuttbeförderungsintensitäten zu dieser Zeit entspricht.

des N-fallenden Untermiozäns (OMM) vergeblich nach Aequivalenten der Sommersbergzone. Die miozänen St.Gallernagelfluhen enthalten keine Spur von SN-Komponenten (gelbe Sandkalke!) und gehören mit ihren psammitischen Begleitgesteinen ganz eindeutig nur zum E-Rand der Hörnlschüttung. Nun ist aber östlich des Rheines, im Miozän des Pfändergebietes, eine Nagelfluhschüttung nach N vorgedrungen, die in ihrem wesentlichen Geröllinhalt und ihrem Gesamthabitus in jeder Beziehung mit den SN in Parallele gesetzt werden kann und muß.

Wie die in Tabelle 2 angeführte Zählung B (deren Ausführung wir Herrn Prof. Blumrich in Bregenz auch an dieser Stelle herzlich verdanken) in Uebereinstimmung mit unseren Beobachtungen dartut, ist auch die Pfändernagelfluh (= PN) eine ausgesprochene Flyschkalknagelfluh. Ihre Hauptkomponenten sind, wie am Sommersberg, die Gesteine der gelben Sandkalkgruppe mit zugehörigen Brekzien und Oelquarziten. Dem gegenüber ist das starke Zurücktretten von Numm.-Lithotham.-Kalken von untergeordneter Bedeutung. Daß diese Gesteine aber etwa keineswegs fehlen, beweisen seltene Lithotham.-Kalke (z. B. am Gebhardsberg), die mit den Sommersbergtypen völlig übereinstimmen. Ebenso bemerkenswert ist das Wiederauftreten der vom Sommersberg her bekannten Quarzporphyre; ein überfaustgroßes Exemplar aus dem BK im Leckentobel ist völlig identisch mit dem Sommersbergtypus. Allgemein tritt das Kristallin in der PN stark zurück und gehört zu den Akzessorien. Gneise sind nach Blumrich auf die tiefere, burdigale PN (kleines Maximum zusammen mit Quarzen im BK!), rote, selten grüne Granite auf die höheren Serien des Helvet und Torton beschränkt⁴⁷⁾. Erwähnen wir schließlich neben dem weitgehend mit den SN übereinstimmenden Hauptgeröllbestand noch die häufige gelbrote Verfärbung der PN und ihre oft bedeutenden Geröllmaxima (häufig kopfgroße Gesteine, Extreme nach Blumrich ca. 50 cm), so ist es kein Wunder, daß man sich im Pfändergebiet allenthalben an den Sommersberg versetzt glaubt.

Die Pfändernagelfluh mit ihrer so weitgehenden Uebereinstimmung mit der SN ist uns ein Beweis dafür, daß mit Beginn des Miozäns im alpinen Rücklande der vorarlbergischen Molasse in der Tat Deckenteile exponiert wurden, als deren Abtragsprodukte ohne weiteres auch die vom E her noch auf Schweizergebiet hinübergreifenden Sommersbergnagelfluhen gelten können. Diese Tatsache im Verein mit der allgemeinen stratigraphischen Position der SN im S-Schenkel der ostschweizerischen A₁ berechtigt uns, die Zone des Sommersberges (zusammen mit den ihr lokal beigemischten Hoegg-nagelfluhen) ins Miozän zu stellen und sie als alpennäheres limno-

⁴⁷⁾ Es zeigt sich also auch am Pfänder im Prinzip die Erscheinung, daß nichtmetam. Kristallin im allgemeinen erst in den höheren Teilen von Schuttkegeln auftritt. Wir erinnern an entsprechende Verhältnisse in den Nagelfluhfolgen des Gäbris, des Sommersberg, des Kronberg, der Rigi, der Bächlen etc.

terrestres Äquivalent des Burdigalien und vielleicht auch noch des Helvétien p. p. aufzufassen.⁴⁸⁾

Es ist trotz ihrer weitgehenden gegenseitigen Beziehungen kaum angängig, SN und PN zu einem primär zusammenhängenden Schuttfächer zu vereinen. Gemeinsam war diesen (miozäne Ströme abbildenden) Schottern wohl das Einzugsgebiet, getrennt aber flossen die Ströme dem Vorland zu, wobei der Sommersbergarm allem nach den schwächeren Abfluß darstellte. Bringen wir mit R. Staub (Lit. 126) die PN mit einem der Arlbergensenke entströmenden zentralen Hauptarm in Verbindung, so lehrt schon der eindrucksvolle Blick vom Sommersberg auf die große, genau auf ihn zulaufende Depressionsfurche des Montafon, daß die SN als Ablagerungsprodukte einer ebenfalls ins Arlberggebiet zurückgreifenden, relativ schwach gegen NW vorstoßenden miozänen Ur-Ill zu deuten sind.

Die engen Beziehungen zwischen SN und PN sind umso bemerkenswerter, als Rutsch (Lit. 114, p. 88, 93) auch auf die große Verwandtschaft der PN mit der miozänen Guggisbergnagelfluh aufmerksam macht. Er folgert daraus, daß das miozäne Alpenrückland in seinen Sedimenten einen viel einheitlicheren Charakter besessen haben müsse als dies heute der Fall sei. Wir möchten hiezu allerdings ein Fragezeichen setzen.

4. Die tektonischen Verhältnisse der Sommersbergzone.

Dieselben sind für das Problem der Gutzwiller'schen Synklinale S_1 von entscheidender Bedeutung und müssen daher etwas ausführlicher besprochen werden (vergl. hiezu Fig. 10). A. Ludwig (Lit. 99) hat 1932 zum ersten Mal die Sommersbergzone als eine Synklinale aufgefaßt, nachdem er „in den schlecht aufgeschlossenen Tobeln im Einzugsgebiet des Luterbaches unter dem Sommersberg, sowie zwischen Sommersberg und Rietli-Stoß“ eine „genügende Zahl“ steil N-fallender oder saigerer SN-Bänke aufgefunden hatte. Daß eine Synklinale am äußersten S-Rand des Sommersberg tatsächlich existiert, ergeben ein-

⁴⁸⁾ Sollten einmal Funde von aquitanen Molluskenformen in der Sommersbergzone beigebracht werden, so könnte dies nach unseren Ausführungen von p. 37 ff. noch keineswegs als unbedingter Gegenbeweis für das untermiozäne Alter der Sommersbergzone gebucht werden. Denn gerade in dem „konservativen Milieu“ der alpennäheren Konglomeratbezirke können aquitane Formen unabhängig von der miozänen Meerestransgression im Vorland noch weit ins Miozän hinauf steigen.

wandfrei die bisher unbekannten Aufschlüsse an zwei steilen Bachrunsen im westlichen Abschnitt des Sommersberg-S-Hanges.

Folgt man dem von Bergli (1094 m) gegen Linde (955 m) hinabziehenden Bächlein, so kann, am besten im Frühjahr, auf Q. 1050 m die Muldenbiegung von flach S-fallender zu steil N-fallender SN direkt beobachtet werden. Da zuverlässige Fall- und namentlich Streichmessungen an Nagelfluhbänken nicht oft möglich sind, kommt folgenden Zahlenwerten von dieser Lokalität erhöhte Bedeutung zu:

Auf Quote:	1080 m:	Fallen:	21° SE	Streichen:	N 40° E
"	"	1040 m:	" 52° NNE	"	N 100—105° E
"	"	1010 m:	" 50° NNE	"	N 105—110° E

Unterhalb Q. 1010 m fehlen weitere Aufschlüsse.

An der ca. 200 m westlicher gelegenen, von P. 1154 m gegen Rietli hinabziehenden (auf der Siegfriedkarte nur durch Kurvenbild ohne Bachlauf schwach angedeuteten) Steilrunse ist die Synklinale wiederum sehr deutlich. Es konnten folgende Messungen ausgeführt werden:

Auf Quote:	1100 m:	Fallen:	20—30° SSE	Streichen:	N 20— 50° E
"	"	1070 m:	" 20—25° ENE	"	N 150—160° E
"	"	1030 m:	" 60° NNE	"	N 105° E

Durch diese Messungen wird die Beobachtung bestätigt, daß die direkt an der Synklinalbiegung beteiligten Muldenflügel ein westlich umlaufendes Streichen aufweisen, d. h.: Die Synklinalaxe hebt gegen SW in die Luft hinaus. Am SW-Ende der Sommersbergzone fehlen Anhaltspunkte für die Existenz einer Synklinale: alle Aufschlüsse (insbesondere jene bei Gerstgarten, bei Egg und Kloster) zeigen nur ca. 30° nach SSE einfallende SN.

Schon jetzt fällt auf, daß diese Sommersbergsynklinale in doppelter Hinsicht asymmetrisch ist: Der Mulden-N-Flügel fällt flach mit etwa 30° nach SSE. Ihm steht ein steil nach NNW fallender oder saigerer S-Flügel gegenüber (Ueberkippung!). Der Mulden-N-Flügel umfaßt den Hauptteil der Sommersbergzone und besitzt eine Mächtigkeit von 600 m. Der steilgestellte S-Flügel hingegen erreicht zwischen der Muldenaxe und der ersten (nördlichsten) Nagelfluhbank der Forstzone (südlich Ballmoos ca. Q. 960 m), noch knappe 200 m Breite.

Ludwig betrachtete diese auffallende Mächtigkeitsdifferenz zwischen N- und S-Muldenflügel als primär, d. h. als effektive Mächtigkeitsabnahme innerhalb der Sommersbergnagelfluhen von N nach S infolge Annäherung an die wurzelwärtigen Schuttkegelteile. Hierzu wurde er u. a. dadurch veranlaßt, weil er die Basisbank von Bilchen als extreme Flyschkalknagelfluh auch am S-Rand des Mulden-S-Flügels beobachtet haben wollte. Nach unseren Untersuchungen liegen nun aber hiefür

absolut keine Anhaltspunkte vor; wohl konstatiert man, wie im N-Flügel, eine Abnahme des Kristallins von oben nach unten, aber ein Äquivalent zur Basisbank fanden wir nicht. Andererseits scheint uns eine derart bedeutende primäre Mächtigkeitsdifferenz im Sinne Ludwigs zum vorneherein wenig wahrscheinlich, denn aus der Profilkonstruktion ergäbe sich eine Mächtigkeitszunahme der Sommersbergserie von S nach N um 400 m auf nur ca. 2 km Transportweg. Wir müssen daher nach einer anderen Lösung suchen, weil auch eine etwa tektonisch verursachte Reduktion des S-Flügels durch Ausquetschung oder Auswalsung als mit den beobachtbaren Tatsachen in Widerspruch stehend

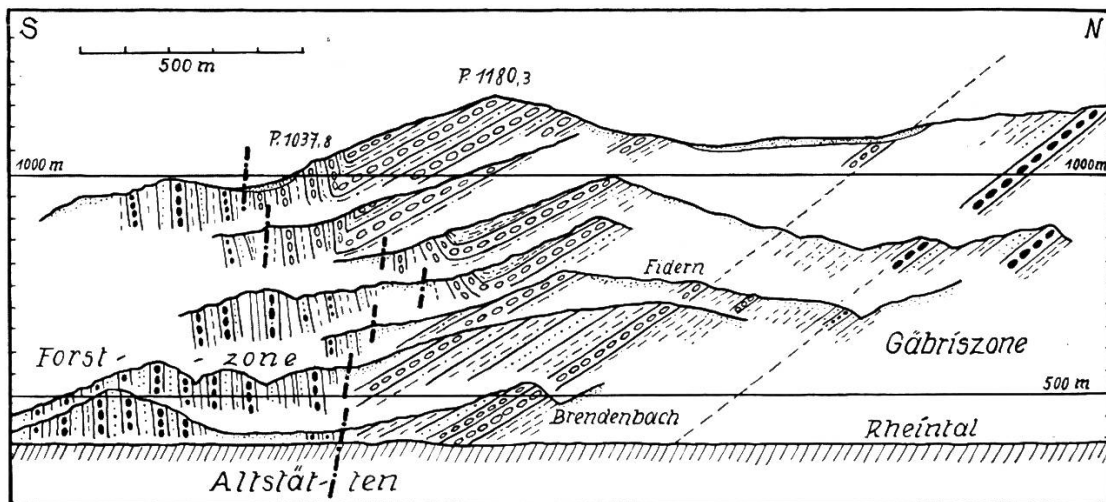


Fig. 10. Kulissenprofile durch den Ostabfall des Sommersberges.

ohne weiteres ausscheidet. Verfolgen wir die Synklinale bzw. ihren S-Flügel von den vorhin genannten Profilen weiter gegen NE:

Bei Stein P. 1037,8 m stoßen wir auf eine steilgestellte, auch morphologisch sich deutlich abhebende Nagelfluhrippe (Fallen 85° N, Streichen ca. $N 70^\circ E$). In ihrer streichenden Fortsetzung ist am Bache NE Schwendi auf Q. 900 m erneut saigere SN aufgeschlossen. Die Bachrunse bei h von Wort Neuhaus hat auf Q. 860 m eine ansehnliche Steilstufe in SN entblößt; das Schichtfallen beträgt, wie eine Sandstein-Mergelzwischenlage direkt am Weglein beweist, $35-40^\circ$ nach $N 25^\circ W$. Wenig nordöstlich dieses Aufschlusses findet sich an dem zwischen Bühl und Egg herabfließenden Bächlein zwischen Q. 800 und 830 m eine bedeutende Nagelfluhsteilwand; der Schichtkomplex hat, wie man sich in einem kleinen Steinbruch bei Egg P. 836 m überzeugen kann, ein nördliches Einfallen von $30-55^\circ$.

Bei Egg haben wir nun die letzten Anhaltspunkte für die Existenz N-fallender SN und damit für eine Synklinale überhaupt vor uns. Die

in der weiteren E-Fortsetzung vorhandenen, entsprechend dem Terrainabfall auch stratigraphisch immer tiefer liegenden Aufschlüsse zeigen überraschenderweise *nur noch eindeutig 30° SE einfallende SN*. So sieht man bei Schlöbli eine mächtige Nagelfluhkante mit flachem S-Fallen scharf von der Kammlinie des Sommersberg nach S zurückbiegen und bis gegen die Stoßstraße hinabziehen. Ebenso findet sich am Bächlein bei e von Wort Gätziberg etwa auf 660 m eine 30° S-fallende SN-Bank. Auch das Halden-Büebigtobel weist hinab bis zum letzten Aufschluß auf Q. 530 m nur 30° SSE fallende Mergel und Sandsteine auf, indes an der Stoßstraße unterhalb Bürglen auf Q. 570 m bereits saigere bunte Forstnagelfluh ansteht. Hier an den östlichsten und zugleich stratigraphisch tiefsten Aufschlüssen setzen also flach S-fallende Komplexe der Sommersbergzone unvermittelt gegen steil N-fallende oder senkrechte Nagelfluhbänke der Forstzone ab; N-fallende oder saigere SN-Bänke fehlen.

Wir erkennen somit: Nur die stratigraphisch mittleren und höchsten Schichtglieder der Sommersbergzone sind am Aufbau einer Synklinale beteiligt. Die tieferen Komplexe hingegen (und mit ihnen die gesamte liegende Gäbriszone) fallen einheitlich mit etwa 30 nach SSE und stoßen unvermittelt gegen die bunte Nagelfluhzone des Forst ab; sie machen die Synkinalbiegung nicht mit, womit sich mit einem Schlage die bedeutende Mächtigkeitsdifferenz zwischen dem N- und S-Flügel der Sommersbergsynklinale zwangslos erklärt.

Die am Sommersberg in der Tat vorhandene (wenn auch schon morphologisch so gut wie nicht hervortretende) Synklinale ist somit für die Gesamttektonik dieser Zone kein wesentlicher Zug⁴⁹⁾. Sie erscheint vielmehr als sekundäre Aufstülpung, als eine Art Schleppung der hangenderen SN, die nur dadurch zu erklären ist, daß südlichere Einheiten, d. h. die Antiklinale A₂ bzw. deren nördliche Randteile (die Forstzone) der Sommersbergzone längs eines ziemlich steilen Schubkontaktes an- und aufgeschoben worden sind.

Zwischen den an der Synklinale beteiligten SN und den liegenden, S-fallenden, nicht aufgestülpten Serien muß offenbar am S-Rand der Sommersbergzone eine Diskontinuität in Form eines zerrütteten und zerbrochenen Horizontes existieren. Demselben gehört zweifellos an ein kleiner Aufschluß in 60° nach N 120° W einfallenden Mergeln bei Löchli P. 693 m, auf den uns F. Saxer aufmerksam machte.

⁴⁹⁾ Daraufhin dürfte vielleicht schon der vom allgemeinen Axenstreichen abweichende, bogenförmige (gegen S konvexe) Verlauf der Synkinalaxe hindeuten (vergl. Fig. 9).

IV. Die „Synklinale“ S_1 , die Forstzone und die Antiklinale A_2 .

Mit dem Uebertritt in die Forstzone verlassen wir den Bereich der A_1 und damit das für die vorliegende Arbeit vorgesehene engere Untersuchungsgebiet. Der Vollständigkeit halber müssen aber auch noch die sogenannte Synklinale S_1 bzw. die zweite ostschweizerische Antiklinale A_2 (Forst-Hirschberg) kurz in den Rahmen unserer Betrachtungen mit einbezogen werden, ohne daß hierbei allerdings ein vollständiges und abgerundetes Bild zu geben beabsichtigt ist.

Ein normaler Muldenschluß zwischen den beiden Großantiklinalzügen A_1 und A_2 ist zuerst von Kaufmann und Gutzwiller angenommen worden: Synklinale S_1 . Baumberger und Kesseli haben später, allerdings auf Grund reiner Analogieschlüsse bzw. ungentügender Unterlagen, die S_1 in eine Aufschiebung umzudeuten versucht, während Ludwig demgegenüber stets für eine einfache Synklinale eintrat.

Wir haben im vorhergehenden Abschnitt bereits gesehen, daß am Sommersberg-S-Rand wohl prachtvolle Muldenbiegungen existieren, daß dieselben aber nur relativ oberflächliche, sekundäre Strukturelemente darstellen, und daß als tektonischer Hauptzug eine Aufschiebung angenommen werden muß. Letztere ist nun allerdings im Gebiet Altstätten-Stoß-Gais infolge starker quartärer Ueberdeckung nirgends direkt sichtbar, hingegen hat sie Saxer (Lit. 119) neuerdings am Kaubach bei Appenzell gefunden. Es zeigt sich somit: Eine Synklinale S_2 im Sinne Gutzwillers und Ludwigs existiert nicht. Wohl müssen wir ohne weiteres zwischen A_1 und A_2 primär eine normalsynklinale Verbindung voraussetzen. Aber in der Folge ist die Primärmulde dank der Steilstellung (Ueberkippung) des Mulden-S-Flügels (= A_2 -N-Schenkels) in ihrer Axe geknickt und gebrochen, wobei der S-Flügel gegenüber dem N-Flügel (A_1 -S-Schenkel) längs einer steilen, der Muldenaxe folgenden Aufschiebungsfläche eine bedeutende Verstellung (Hebung) erfuhr. Wir haben diese sogenannte Synklinalaufschiebung in Lit. 110 als *Stoßaufschiebung* bezeichnet und sie weiter gegen W verfolgt. Die Muldenbiegungen am Stoß, d. h. am S-Rand der Sommersbergzone, sowie jene am Kaubach (vergl. Renz Lit. 110 und Saxer Lit. 119), im Bömmelitobel (vergl. Ludwig Lit. 91) u. a. O. am S-Rand der

Gäbriszone sind sekundäre, oberflächliche Schleppungen der hangenden Sommersberg- bzw. Gäbrisnagelfluhen und haben mit der ursprünglichen Synklinalverbindung zwischen A₁ und A₂ nichts zu tun.

Ueber die Forstzone, einen ca. 600 m mächtigen, 12—15 starke Nagelfluhbänke umfassenden, im allgemeinen steil N-fallenden (80-65°) Schichtkomplex hat sich Ludwig in Lit. 99 bereits geäußert und vor allem dargetan, daß die Forstzone nicht, wie Gutzwiller aus der Lage der geometrischen Antiklinalaxe in diesem Querschnitt der A₂ schloß,

Tabelle 3	III.		II.		I.	
Gneise und Glimmerschiefer :	16	5	24	6	20	6
Granite vom Berninatypus	5	2	10	2	2	+
Uebrige Granite, Aplite, Syenite	10	3	7	2	2	1
Quarzporphyre	—	—	1	+	—	—
Diorite-Gabbros	3	1	3	1	—	—
Basische Ergußgesteine	—	—	—	—	1	+
Kristalline total:	34	11 ^o / _o	45	11 ^o / _o	25	8 ^o / _o
Quarze und Quarzite	8	2	7	2	7	2
Kieselkalke	113	33	116	29	95	31
Dunkle Kalke	48	14	29	7	36	12
Helle Kalke	19	6	30	8	31	10
Fleckenmergelkalke	11	3	10	3	10	3
Uebrige Kalke, Sandkalke u. ä.	63	19	104	26	58	19
Sandsteine	5	1	3	1	—	—
Brekzien und Konglomerate	13	4	6	1	9	3
Verrukano-Buntsandstein	—	—	2	+	1	+
Dolomite	18	5	39	10	34	11
Hornsteine und Hornsteinkalke	8	2	9	2	4	1
Sedimente total:	306	89 ^o / _o	355	89 ^o / _o	285	92 ^o / _o
Total der gezählten Komponenten:	340		400		310	

Verzeichnis der Auszählstellen:

III = Stoßstraße bei Bürglen P. 595 m, ca. 2. nördlichste Bank.

II = Einschnitt der Stoßbahn bei Schlatt Q. 560 m, ca. 5. Bank von N.

I = Aufschluß am Sträßchen N b vom Wort Rebhalde, ca. 10. Bank von N.

Geröllmaxima: Sedimente bis 25 cm, Kristallin bis 20 cm.

antiklinalen Charakter besitze, sondern eine normale Serie im steilgestellten N-Schenkel der A_2 darstellt. Ludwig stützt sich hiebei vor allem auf die auch von uns festgestellte Erscheinung, daß sich die Zusammensetzung der Forstnagelfluhen von S nach N, d. h. von unten nach oben mehr oder weniger stetig ändert, und zwar insofern, als der Gehalt an nichtmetam. Kristallin (vor allem Granite) bei relativ konstanter Gneiszahl gegen oben zunimmt. Schon unsere wenigen Kontrollzählungen in Tabelle 3 bestätigen dieses Verhalten im Wesentlichen.

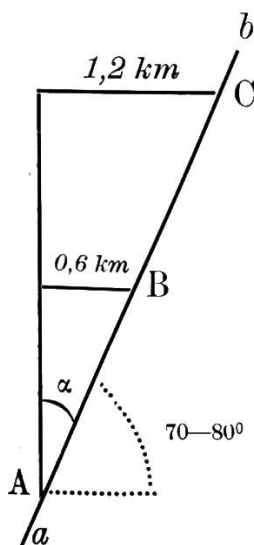
Die quantitativen Veränderungen in der Forstnagelfluh erinnern in jeder Beziehung an die entsprechenden Verhältnisse in der Gäbriszone, um so mehr als die Forstnagelfluhen auch in qualitativer Hinsicht — wie übrigens schon Ludwig erkannte — durchaus mit den Gäbriskonglomeraten übereinstimmen und wie diese als kristallinführende Dolomit-Kalknagelfluhen bzw. als m-e-Dolomit-Kalk-Nagelfluhen bzw. als m-e-Kalk-Nagelfluhen zu bezeichnen sind. Man beachte die auffallende Uebereinstimmung unserer 3 Zählungen mit gewissen Gäbrishorizonten in Tabelle 2.

Diese engen Beziehungen zwischen den Forst- und Gäbrisnagelfluhen sind ohne weiteres klar, da wir ja zufolge des primär normal-synklinalen Zusammenhanges von A_1 und A_2 trotz der Erkenntnis der Stoßaufschiebung südlichere (wurzelnähere) Aequivalente der Gäbriszone auch im N-Schenkel der A_2 als dem aufgeschobenen S-Flügel der primären Synklinale durchaus erwarten dürfen. Während nun aber Ludwig entsprechend seinem Postulat eines auch heute noch normal-synklinalen Zusammenhanges in der 600 m mächtigen Forstnagelfluhzone die Wurzel der gesamten 1200 m mächtigen Gäbriszone erblickt und dabei eine äußerst rasche primäre Mächtigkeitsabnahme gegen S voraussetzen mußte, sehen wir in der Forstzone höchstens das Aequivalent der halben Gäbriszone, während die höheren bunteren Aequivalente infolge der mit der Aufschiebung verbundenen Hebung am N-Rand der Forstzone abgetragen worden sind.

Setzen wir nun voraus, daß die ursprüngliche Breite der Forstzone ungefähr gleich der Mächtigkeit der Gäbriszone = 1200 m war, nehmen das mittlere Fallen der Forstzone zu ca. 90° und ihre heutige Mächtigkeit zu 600 m und die mittlere Neigung der Stoßaufschiebungsfläche zu $70-80^\circ$ S an, so ist es möglich, den Aufschiebungsbetrag seiner Größenordnung nach aus einem rechtwinkligen Dreieck zu bestimmen. Man erhält, je nach der Neigung der Schubfläche von 70 oder 80° ,

Zahlenwerte von 2—3,5 km ⁵⁰⁾). Es ist nun allerdings denkbar, daß die heute noch vorhandenen Forstnagelfluhen wenigstens in ihren tieferen Horizonten gegen N, d. h. in den S-Schenkel der A₁ hinein relativ rasch auskeilen, und daß ihnen die p. 74 erwähnten gr. Sandsteine an der Basis der Gäbriszone gleichzusetzen wären, während die tiefsten granitfreien Gäbrisnagelfluhbänke den höheren, granitführenden Forstnagelfluhen entsprechen könnten, was unter Berücksichtigung von Ausmerzungsprozessen bei dem in Frage kommenden Transportweg ohne weiteres angenommen werden darf. In diesem Falle müsste die Aufschiebung bzw. die Verstellung der primären Synklinalflügel noch größer sein, und die Forstnagelfluhzone würde dann — wenn wir die Grenze Aquitanien-Chattien im S-Schenkel der A₁ an die tiefste Nagelfluhbank der Gäbriszone verlegen (siehe p. 85) — nicht nur Aquitan, sondern auch noch Oberstampien umfassen. Für diese zweite Deutung sprechen nun unseres Erachtens gerade die regionalen Zusammenhänge:

Wie schon ein Blick auf die geol. Karte Blatt IX zeigt, erreichen die Aequivalente der Gäbriszone im N-Schenkel der A₂ nur in der Forstzone bei Altstätten die immerhin ganz respektable Mächtigkeit von 600m. Im SW (z. B. am Stoß, bei Gonten, Urnäsch u. a. O.) sind nurmehr ganz wenige Nagelfluhhorizonte am N-Rand der A₂ vorhanden. Die südlicheren (tieferen) Forstnagelfluhen keilen schon gegen den Stoß hin aus, während — soweit sich dies bei der starken quartären Ueberschüttung gewisser Strecken und ohne genauere Kenntnis der quantitativen Zusammensetzung der westlicheren Nagelfluhen beurteilen lässt — die nördlicheren (höheren) Horizonte allem nach am ehesten gegen W durchhalten. Erinnern wir uns nun daran, daß im Gesamtbild der Gäbriszone, wie schon Gutzwiller betonte, gerade die stratigraphisch tiefsten Nagelfluhbänke am einheitlichsten und geschlossensten vom Rhein bis zum Necker



⁵⁰⁾ Wir fragen zunächst: Wie groß muß der Aufschiebungsbetrag gewesen sein, damit die ganze Forstzone in bezug auf die Hangendgrenze der Gäbriszone gerade verschwindet, und können dann weiter bestimmen: Wie groß muß derselbe gewesen sein, damit noch die heutige Forstzone = $\frac{1}{2}$ Gäbriszone im N-Schenkel der A₂ erhalten bleiben konnte. Die Berechnung ergibt sich aus nebenstehendem Dreieck:

($a-b$ = Stoßaufschiebung)

$$AC = \frac{1,2}{\sin \alpha} = 4 \text{ km bzw. } 7 \text{ km}$$

$$AB = \frac{4 \cdot 0,6}{1,2} = \text{ca. } 2 \text{ km bzw. } 3,5 \text{ km.}$$

durchsetzen und dort zuletzt gegen W hin auskeilen, und setzen wir diese Verhältnisse zu jenen im N-Flügel der A₂ in Beziehung, so käme man auch auf diesem Wege dazu, die tieferen, seitlich rasch auskeilenden Forstnagelfluhen nur als erste, relativ lokale Konglomeratschübe zu betrachten, deren Aequivalente am N-Rand der Gäbriszone bereits in Sandsteinfazies entwickelt und die auf Grund unserer stratigraphischen Abgrenzung der Gäbriszone daher ins Chattien zu stellen wären.

Sei dem vorderhand wie ihm wolle, wesentlich ist auf jeden Fall die Feststellung, daß die kräftigste Entwicklung der wurzelwärtigen, zum eigentlichen Gäbrisfächer gehörenden Nagelfluhen im N-Schenkel der A₂ zwischen Rhein und Neckar gerade im Bereiche des Forstes bei Altstätten liegt. Wir dürfen wohl ohne weiteres annehmen, daß in diesem Querschnitt, wo ausgerechnet auch die Sommersbergnagelfluhen ihre größte Mächtigkeit erlangen, auch die primäre Hauptwurzel, das Schüttungszentrum des Gäbrisfächers zu suchen ist. Haben wir daher p. 96 die Sommersbergzone aus guten Gründen mit einer miozänen Ur-Ill in Verbindung gebracht, so ist es ohne weiteres gegeben, auch die Gäbris-Forstnagelfluhen — R. Staub, Lit. 126, p. 79, hat diese Möglichkeit bereits in Erwägung gezogen — als Ablagerungsprodukte einer aquitanen, vermutlich schon im obersten Chattien lokal einsetzenden Ur-Ill aufzufassen und damit vom Urrhein-Stammsystem abzutrennen.

V. Sedimentpetrographischer Anhang.

A. Schweremineraluntersuchungen.

Im Anschluß an die großregionalen Schweremineralstudien von A. v. Moos (Lit. 103, 104) schien es uns dringend wünschenswert, die schweremineralanalytische Untersuchung der Psammite namentlich auch im Hinblick auf ihre stratigraphische Bedeutung in unserem engeren Gebiet gleichfalls anzuwenden. In methodischer Hinsicht (Probengewinnung, Laboratoriumsbehandlung, statistische Auszählung⁵¹⁾ etc.) folgten wir dabei ganz dem von A. v. Moos eingeschlagenen Verfahren (vergl. hiezu Lit. 104, p. 177—181), obwohl dasselbe in Zukunft vielleicht etwas zu modifizieren sein wird (strengere Berücksichtigung der wechselnden Korngrößen sowie des Gewichtsanteiles der Schwerefraktion an der gesamten Gesteinsprobe etc.) Unsere 62 untersuchten

⁵¹⁾ Es wurden je 300—600 Körner eines Schwerefraktion-Präparates mittelst des Quertisches ausgezählt.

Sandsteinproben verteilen sich stratigraphisch auf das Chattien, Aquitanien, Burdigalien, Helvétien und Tortonien unseres Gebietes und ergaben zusammen folgenden allothigenen Schweremineralbestand ⁵²⁾:

1. Herkunftsunempfindliche, umlagerungsstabile Mineralien (Durchläufer):
Erz (vorwiegend Magnetit, Gold wurde nie gesichtet)
Granat
Spinell
Zirkon (bei gewissen gelblichen zirkonartigen Individuen könnte eventl. Monazit in Frage kommen)
Turmalin
Rutil - Anatas - Brookit
Titanit
Muskowit
Chlorit
2. Herkunftsunempfindliche, umlagerungsempfindliche Mineralien:
Apatit
Biotit
3. Herkunftsempfindliche, umlagerungsresistente Mineralien:
Staurolith
Disthen
Topas
4. Herkunfts- und umlagerungsempfindliche Mineralien:
Epidot
Zoisit
Gew. Hornblenden
Blaue Hornblenden
Chloritoid

An authigenen Gemengteilen wurde nur Pyrit-Markasit konstatiert; vermutlich ist ein ausgezeichnet idiomorpher Titanit in Präp. a 3 als Neubildung anzusprechen.

In die prozentuale Anteilberechnung der Schwerefraktion wurden, abgesehen natürlich vom authigenen Erz, folgende Mineralien nicht direkt miteinbezogen:

a) Alle blättrig-schuppigen Gemengteile, d. h.: Hornblenden, Chlorit, Chloritoid, Glimmer.

Es geschah dies auf Grund der Beobachtung, daß sich diese Mineralien, teils wegen ihres in der Nähe von Bromoform liegenden spez. Gew., teils wegen ihrer Form und Größe, bei der Probenvorbehandlung (Sieben,

⁵²⁾ Für die spezielle Mineralbeschreibung können wir füglich auf A. v. Moos (Lit. 104, p. 181—195 und Lit. 103) verweisen. Fast alle dort genannten Eigenschaften der Molasse-Schweremineralien (u. a. auch speziell die Aetzerscheinungen an Granat und Staurolith) wurden wiederum beobachtet, und jedenfalls haben wir nichts Neues hinzuzufügen.

Im übrigen sei bei dieser Gelegenheit meinem Kollegen Dr. A. v. Moos für die Einführung in die Schweremineraluntersuchung herzlich gedankt.

Auswaschen, Dekantieren) und bei der Bromoformtrennung (Konvektionsströmungen bei Luftzug oder Temperaturwechseln etc.) aus rein äußerlichen (methodischen) Gründen sehr unberechenbar verhalten und deshalb nicht immer ihrem wahren Anteil entsprechend gleichmäßig in die Schwerefraktion eintreten.

b) Apatit:

Beim Kochen der Sandproben mit verdünnter HCl werden außer den löslichen Karbonaten auch die Apatite teilweise eliminiert, und zwar in wechselndem Maße je nach der HCl-Konzentration bzw. der Dauer des notwendigen Kochens. Zur Prüfung des 1. Falles wurde 3 demselben Handstück entstammende Proben eines auffallend apatitreichen marinen Sandsteins (Nr. 18 unserer Tabelle) je 10 Minuten mit HCl verschiedener Konzentration gekocht. Die nachfolgende Auszählung der Schwerefraktion ergab folgendes Resultat:

konz. HCl	:	Apatitgehalt der Schwerefraktion:	0%
HCl : aq. = 1 : 10	:	" " "	19%
HCl : aq. = 1 : 20	:	" " "	24%

Die Löslichkeit des im Präp. meist farblosen, selten gelblichen, optisch meist etwas anormalen Apatites (rundliche Körner mit infolge Abätzung charakteristischem feinchagriniertem Relief) ist also namentlich bei starker HCl-Konzentration ganz bedeutend. Ueber die zeitliche Abhängigkeit der Löslichkeit bei konstanter Konzentration wurden keine Versuche angestellt.

Die unter a) und b) genannten Mineralien inklus. authig. Erz wurden bei der Statistik wohl mitgezählt, für unsere Tabellen aber so umgerechnet, daß die Zahlenwerte der 8 Kolonnen rechts angeben, wieviel Körner je auf 100 Körner der 10 prozentual berechneten Kolonnen links kommen. Im übrigen bedeutet +: unter 1 % vorhanden, —: im Präparat nicht vorhanden.

Zu Tabelle 4—5:

Verzeichnis der Probeentnahmestellen:

Profil a):

- 20 Bahnhof Rorschach: Oberste Plattensandsteine.
- 19 Bahnhof Rorschach: Blaugraue Schiefermergel.
- 18 Steinbruch Station Staad: Obere Plattensandsteine.
- 17 Steinbruch Schönenbach-Staad: Mittlere Plattensandsteine.
- 16 Steinbruch oberhalb Wienacht: Untere Plattensandsteine.
- 15 } Siehe p. 112
- 14 }
- 13 }
- 12 }
- 11 }
- 10 Tobel-Wienacht, bei T von Wort Tobel: Sandstein.
- 9 Burghügel bei Rheineck: Pseudogr. Sandstein.

a) Schweremineralprofil durch den N-Schenkel der A₁ im Querschnitt Staad-Berneck:

Tabelle 4

		Epidot inkl. Zoisit	Granat	Zirkon	Turmalin	Staurolith	Disthen	Titanit	Topas	Rutil, inkl. Anatas-Brookit.	Erz, allothigen	Chlorit	Biotit	Muskowit	Chloritoid	Gewöhnliche Hornblenden	Blaue Hornblenden	Apatit	Erz. authigen
Helvétien:	20.	51	24	4	4	+	—	—	—	1	14	75	+	10	1	—	+	3	—
	19.	86	6	2	1	+	—	—	—	—	5	9	—	7	+	—	—	—	—
	18.	41	36	8	3	1	—	—	—	1	10	31	—	3	1	—	+	22	—
	17.	51	28	6	2	1	—	—	—	+	12	4	—	2	+	—	+	+	—
Burdigalien:	16.	52	21	6	3	1	—	—	—	1	16	16	—	2	+	—	+	—	—
	15.	64	17	2	3	1	—	—	—	1	12	3	—	1	+	—	+	—	—
	14.	57	15	4	1	2	—	—	—	1	20	4	—	1	+	—	+	—	—
	13.	56	16	3	1	1	—	+	—	1	22	2	—	—	—	—	+	—	—
	12.	54	17	3	4	2	—	+	—	1	18	17	—	1	—	—	1	—	—
	11.	76	11	1	1	1	—	—	—	+	10	5	—	+	+	—	+	—	—
Aquitaniens: (Granitische Molasse)	10.	1	34	7	5	2	—	—	—	1	50	15	—	12	—	—	+	—	—
	9.	4	41	5	2	2	—	—	—	+	42	3	—	+	—	—	—	1	—
	8.	1	62	8	2	2	—	—	—	3	22	10	—	3	—	—	—	—	—
	7.	+	48	18	4	2	—	—	—	1	27	94	—	10	1	—	—	—	—
	6.	+	77	15	1	+	—	—	—	+	6	7	—	+	+	—	—	—	—
	5.	1	77	4	5	2	—	—	—	+	11	67	—	1	+	—	—	1	—
	4.	3	43	9	3	16	—	—	—	4	22	8	—	1	—	—	—	—	3
	3.	—	89	2	3	—	—	—	—	—	6	48	—	3	1	—	—	—	9
	2.	1	86	3	2	1	—	—	—	1	6	33	—	2	—	—	—	—	—
	1.	+	85	4	3	1	—	—	—	1	6	20	—	2	2	—	—	—	31

b) Schweremineralprofil durch den N-Schenkel der A₁ längs der Goldach:

Tortonien:	9.	2	44	18	8	3	+	+	—	2	23	+	—	+	—	—	—	+	—
Helvétien:	8.	3	42	10	5	3	—	—	—	10	27	—	—	—	—	—	—	—	—
	7.	33	29	6	5	—	—	—	—	2	25	63	—	32	1	—	1	—	—
	6.	38	28	6	2	1	—	—	—	1	24	6	—	3	1	—	1	—	—
Burdigalien:	5.	3	38	16	4	3	1	—	—	5	30	+	+	+	—	—	—	—	—
	4.	50	24	5	2	—	+	—	—	1	18	50	—	27	1	—	+	2	—
	3.	63	19	3	1	1	—	+	—	1	12	6	—	3	+	—	—	—	—
Aquitaniens:	2.	74	5	2	1	+	—	—	—	+	18	4	—	1	—	—	—	—	—
	1.	31	30	4	2	+	—	—	—	1	32	4	—	+	—	—	—	—	—

c) Schweremineralprofil durch den N-Schenkel der A₁ im Querschnitt des Pfänders (Vorarlberg):

Tabelle 5

		Epidot inkl. Zoisit	Granat	Zirkon	Turmalin	Staurolith	Disthen	Titanit	Topas	Rutil. inkl. Anatas-Brookit	Erz, allothigen	Chlorit	Biotit	Muskowit	Chloritoid	Gewöhnliche Hornblenden	Blaue Hornblenden	Apatit	Erz, authigen
Tortonien:	11.	2	23	26	11	3	+	—	+	10	25	2	+	2	+	—	—	—	—
Helvétien:	10.	33	38	8	6	+	—	—	—	2	13	131	2	20	+	—	1	—	2
	9.	63	12	4	1	+	+	—	—	+	20	3	—	1	+	—	+	—	—
Burdigalien:	8.	83	8	1	3	1	+	—	—	—	4	4	—	+	—	—	—	+	—
	7.	75	11	2	3	1	—	—	—	+	8	5	—	5	—	—	—	—	—
	6.	63	19	4	2	1	+	—	—	+	11	3	—	—	+	—	+	—	—
	5.	3	38	21	6	3	+	—	—	5	24	3	—	2	+	—	—	—	—
	4	75	14	2	2	1	—	—	—	+	6	2	—	+	—	—	—	+	—
Aquitaniien:	3.	8	33	20	12	3	—	—	+	7	17	18	3	17	—	—	—	—	—
	2.	51	29	6	3	+	—	—	—	1	10	17	—	9	—	—	—	—	—
	1.	1	92	3	1	2	—	—	—	1	+	4	—	3	—	—	—	—	—

d) Schweremineralprofil durch den S-Schenkel der A₁ im Querschnitt Berneck-Sommersberg:

Untermiozän: (Sommersberg- zone)	14.	2	44	18	4	4	+	?	—	—	7	21	1	—	1	+	—	—	—
	13.	1	47	20	4	3	—	—	—	—	7	18	2	—	+	—	—	+	—
Aquitaniien: (Gäbriszone)	12	2	38	23	7	5	—	—	—	6	19	2	—	1	—	+	—	—	—
	11.	73	11	2	1	+	—	—	—	+	13	2	—	+	—	—	—	—	—
	10.	3	68	6	6	2	—	—	—	3	12	22	—	2	+	—	—	—	—
	9.	3	47	11	2	1	—	—	—	4	32	4	—	3	+	—	—	—	—
	8.	3	63	12	9	4	—	—	—	1	8	19	1	2	+	?	—	—	46
	7.	2	72	15	2	—	—	+	—	2	7	360	5	36	4	—	—	—	507
	6.	12	68	8	5	+	—	—	—	+	7	34	+	2	—	—	—	—	+
	5.	+	73	4	4	7	—	—	+	3	8	19	—	4	+	—	—	+	107
	4.	4	78	11	2	1	—	—	—	—	4	13	—	4	+	—	—	2	610
Chattien: (Appenzeller- sandsteinzone)	3.	1	88	6	2	2	—	—	—	—	1	14	—	3	+	—	—	1	—
	2.	—	78	2	4	4	—	—	—	1	11	3	—	3	—	—	—	—	87
	1.	1	91	1	1	2	—	—	—	1	3	2	—	+	—	—	—	—	—

e) Schweremineralprofil durch die Forst-Zone bei Altstätten:

Tabelle 6

		Epidot inkl. Zoisit	Granat	Zirkon	Turnalin	Staurolith	Disthen	Titanit	Topas	Rutil inkl. Anatas-Brookit	Erz. allothigen	Chlorit	Biotit	Muskowit	Chloritoid	Gewöhnliche Hornblenden	Blaue Hornblenden	Apatit	Erz. authigen
Aquitaniien- Chattien:	3.	2	77	8	4	1	—	—	—	1	7	11	—	2	+	—	—	—	43
	2.	2	71	6	5	3	—	—	—	3	10	38	—	10	1	—	—	—	—
	1.	3	56	11	6	6	—	—	—	6	12	9	—	3	—	—	—	—	—

f) Spezielles Schweremineralprofil durch eine 7 m mächtige Bank granitischen Sandsteins im Hauptsteinbruch St. Margrethen:

Aquitaniien:	5.	49	25	14	1	2	—	—	—	+	9	6	—	1	+	—	—	—	—
	4.	+	80	10	3	1	—	—	—	+	6	40	—	3	+	—	—	—	—
	3.	2	83	5	4	+	—	—	—	+	6	83	—	6	+	—	—	—	—
	2.	—	85	7	3	1	—	—	—	1	3	44	—	4	+	—	—	—	—
	1.	1	82	7	5	+	—	—	—	+	5	57	—	3	—	+	—	—	—

- 8 Steinbruch W Walzenhausen: Kalksandstein.
- 7 St. Margrethen Hauptsteinbruch: Granit. Sandstein.
- 6 Steinbruch nördl. St. Margrethen: Granit. Sandstein.
- 5 Steinbruch Gaismoos. Granit. Sandstein.
- 4 Steinbruch Oberegg: Kalksandstein.
- 3 Steinbruch Monstein-Au: Granit. Sandstein.
- 2 Schleifetobel bei Berneck: Granit. Sandstein.
- 1 Sulzbach-Berneck, beim Gewölbe: Granit. Sandstein.

Profil b):

- 9 Heiligkreuz-St. Gallen: Sandstein.
- 8 Oestlich Obere Waide (St. Gallen E): Limnisches Oberhelvet.
- 7 Goldachschlucht: Oberste Plattensandsteine des Helvet.
- 6 Goldachschlucht: Blaugraue Schiefermergel.
- 5 Goldachschlucht: Limnischer Zwischenkomplex.
- 4 Goldachschlucht: Mittlere Plattensandsteine.
- 3 Goldachschlucht: Untere Plattensandsteine.
- 2 Goldachschlucht: 50 m unter dem BK. Sandstein.
- 1 Zweibrücken an der Goldach: Granit. Sandstein.

Profil c):

- 11 Pfändergipfel: Sandstein.
- 10 Weißenreutebach bei Bregenz: Plattensandsteine, Helvet.
- 9 Herz-Jesu-Kirche Bregenz: Blaugraue Schiefermergel.
- 8 Steinbruch Talbach-Bregenz: Roter Sandstein.
- 7 Kusterberg: Mariner Sandstein, Niveau 4 in Prof. a) auf p. 47

- 6 Kusterberg: Hangendes des Cardienlagers (Niveau 4)
- 5 Kusterberg: Brackisch-limnischer Zwischenkomplex.
- 4 Kusterberg-Kronhalde.
- 3 Wirtatobel: Basis des BK. Mergelsandstein.
- 2 Rotachmündung: ca. 50 m unter BK. Granit. Sandstein.
- 1 Bildstein: granit. Sandstein. Unteres Aquitanien.

Profil d):

- 14 Sommersberg, bei e von Wort Somm-e-rsberg: Kalksandstein.
- 13 Sommersberg, Basis bei Fidern-Brendenbach: Kalksandstein.
- 12 Brendenbach bei Altstätten: Mergelsandstein.
- 11 Steinbruch Kronbühl-Lüchingen: Sandstein.
- 10 Steinbruch N Rosenberg (N Marbach): Kalksandstein.
- 9 Steinbruch Bruggtobel-Romlingen: Kalksandstein.
- 8 Steinbruch Mohren-Schlipfbach: Grober Kalksandstein.
- 7 P 499 m N Balgach: Granitischer Sandstein.
- 6 Oberes Rappentobel, unterhalb Knollhausen: Granit. Sandstein.
- 5 Steinbruch Schlafenacker-Heerbrugg: Kalksandstein.
- 4 W Kalkofen (Berneck): Liegendes der Basisnagelfluh.
- 3 Hausen-Berneck: Kalksandstein.
- 2 Steinbruch Giebel-Berneck: Kalksandstein.
- 1 Litenbach bei Berneck: granit. Sandstein.

Profil e):

- 3 Zusammenfluß Luterbach-Bühlbach: Kalksandstein.
- 2 Schützenhaus Forst: Sandstein.
- 1 Forstkapelle: Kalksandstein.

Profil f):

- | | |
|---|-----------------------------------|
| 5 | } Hauptsteinbruch St. Margrethen. |
| 4 | |
| 3 | |
| 2 | |
| 1 | |

1. Helvétien und Burdigalien (OMM).

Der hohe *Epidot*gehalt in Tabelle a., b. und c. fällt sofort auf, ist aber auf die marine Fazies der OMM beschränkt. Bei brackisch-limnischer Entwicklung (Proben b.8, b.5, c.5 d.14, d.13) sinkt er schlagartig, während Granat, Zirkon, Staurolith und Rutil (überhaupt Erz) entsprechend emporschnellen. Analog wurden *blaue Hornblenden* (mit einer Ausnahme im obersten Aquitan) nur in marinen, nicht aber in limnischen Proben gesichtet. Dieses Verhalten von *Epidot* und blauer Hornblende könnte auf eine gewisse Abhängigkeit dieser Mineralien vom Ablagerungsmedium zurückgeführt werden. Ziehen wir aber in Betracht, daß die limnischen Einschaltungen der OMM im Prinzip verstärkter Einspülung vom Festlande her entsprechen, so scheint es

naheliegend, das Fehlen von Epidot und Hornblende in der limnischen OMM (und im Torton!) als den spezifisch relativ leichten Mineralien (bei Hornblenden spielt zudem die für den Transport günstige blättrige Form eine Rolle) durch Fortschwemmung bzw. Ausschlämmung und Absatz im zentralen Trogbecken (Rorschacherbucht!) zu erklären, während die spezifisch relativ schweren Gemengteile Granat, Zirkon und Rutil zurückblieben.

Disthen fehlt merkwürdigerweise in a. (zentrales Trogbecken), tritt aber auf in b. und c., d. h. in den nagelfluhnahen Bezirken. Eine *Disthen*-bestimmung vom Sommersberg ist nicht ganz einwandfrei, könnte aber, da wir *Disthen* nur im Miozän unseres Gebietes sichteten, eine weitere Stütze für das miozäne Alter dieser Zone sein. *Titanit* ist für das Burdigal-Helvet (und Torton) in a. und b. charakteristisch, scheint aber dem Bereich der Pfänderschüttung zu fehlen. Da wir dieses Mineral auch im Aquitan d.7 beobachteten, ist sein Leitwert für Miozän fraglich. Auf das *Apatit*-maximum a.18 sei unter Hinweis auf die Löslichkeit dieses Minerals besonders aufmerksam gemacht.

Eine Möglichkeit, Burdigal und Helvet schweremineralanalytisch auseinanderzuhalten, besteht nicht. Ebenso unterscheidet sich das Torton in nichts von der limnischen OMM.

Wie groß im übrigen die Rolle des Zufalls bei derartigen Untersuchungen ist, erhellt z. B. daraus, daß v. Moos in der marinen OMM des Goldachprofils 2 Proben mit abnorm kleinem Epidotgehalt erwischte und darauf eine epidotarme M_I -Provinz für die östliche OMM begründete. Seine Probe a.5 (Lit. 104, p. 258) mit einem Epidotgehalt von 8% stammt zudem aus demselben Aufschluß wie unsere Probe b.7 mit einem solchen von 33%! Im Ganzen ist die OMM St. Gallen-Rorschach-Pfänder jedenfalls als eine sehr epidotreiche Provinz zu bezeichnen, was für ihren linksrheinischen Bereich insofern sehr plausibel erscheint, als wir p. 29 auf den Ophiolithgehalt der zugehörigen Nagelfluhen bereits hinwiesen. Allerdings wird, wie p. 29 bemerkt, ein Maximum an Grüngesteinen erst erreicht im Torton, welches sich aber ganz allgemein durch seine Epidotarmut auszeichnet (vergl. hiezu auch die Zählungen a.6 und a.7 bei v. Moos). Allerdings wäre auch hier wie in der limnischen OMM an Ausspülung und Anreicherung irgendwo weiter im Vorland draußen zu denken. Unbegreiflich ist hingegen der hohe Epidotgehalt im Bereiche der extremen Pfänderkalknagelfluhen (vergl. die Nagelfluhstatistik B, Tab. 2), wo zwischen Schweremineralien und zugehöriger Nagelfluh absolut keine Beziehung ersicht-

lich und auch eine Einschwemmung vom linksrheinischen Schüttungsbezirk her auf Grund der paläogeographischen Verhältnisse nicht denkbar ist. Andererseits führt die limnoterrestre Sommersbergzone, deren Nagelfluhen mit denen des Pfänders praktisch übereinstimmen, so gut wie keinen Epidot, sodaß wenigstens für das Miozän die Aussage: Epidot sei bezeichnend für die marine Fazies, die Verteilung dieses Minerals am besten umschreibt.

Als weiteren Beitrag zur Klärung der Beziehungen zwischen Nagelfluh und Schweremineralfraktion der Begleitsandsteine sind unsere Zählungen a.11 und a.15 zu bewerten. Die Proben stammen alle von Station Tobel-Wienacht, und zwar:

- Nr. 11 ca. 5 m unterhalb des BK (Basissandstein)
- Nr. 12 direkt vom Liegendkontakt Basissandstein/BK
- Nr. 13 aus einer Sandsteinschmitze innerhalb des BK
- Nr. 14 direkt vom Hangendkontakt BK/Sandstein
- Nr. 15 ca. 5 m oberhalb des BK (plattige Sandsteine)

Man ersieht aus Profil a.11— a.15, wie erstaunlich wenig die Schwerfraktion der Sandsteine durch das BK beeinflußt wird (gegen die Nagelfluh hin sinkt Epidot, steigt Erz ganz schwach).

2. Aquitanien.

a) Granitische Molasse:

Die niederen *Epidot*werte bei hohem Granatgehalt in den Analysen a.1— a.10 stehen den Miozän-Zahlen desselben Querschnittes sehr scharf gegenüber und schienen uns zunächst die Möglichkeit einer klaren schweremineralanalytischen Trennung von Aquitan und OMM an die Hand zu geben. Einige später untersuchte Proben desselben Profils zeigten aber auch hier wieder die große Bedeutung des Zufalls bei der Probenauslese bzw. legten dar, daß das Netz der Probeentnahmen nicht eng genug gezogen werden kann: In f. wurden zwecks Feststellung der innerhalb einer einzigen Bank gr. Sandsteins existierenden Schwankungen der Schweremineralzusammensetzung 5 in Abständen von 1½ m übereinanderfolgende Proben untersucht. Während die Zählungen 1—4 bemerkenswert konstante Werte namentlich in Bezug auf den Granatgehalt aufweisen, schwillt in Nr. 5 der Epidotgehalt (bei gleichzeitig relativ höchster Zirkonzahl) bis auf etwa 50 % an, womit sich diese Probe in nichts von marinen Sandsteinen der OMM unterscheidet. Es mag beigefügt werden, daß der hangendste Teil der Sandsteinbank, aus dem Probe f. 5 stammt, gegenüber dem liegenden gr. Sandstein eine (auch in manchen anderen

Fällen beobachtete) deutliche Kornverkleinerung und Karbonatzunahme zeigt. Weitere Untersuchungen werden zu zeigen haben, ob eine entsprechende Schweremineraländerung auch in anderen Bänken des St. Margrether-Sandsteins die Regel ist. In Uebereinstimmung mit der Existenz hoher Epidotwerte im Profil a. bzw. f. weisen auch Vergleichszählungen im W (b. 1 = gr. Sandstein des Mittelaquitans, b. 2 = gew. Sandstein des obersten Aquitan) und E (c. 2 = gr. Sandstein des Oberaquitan) reichlich Epidot auf.

Der *Zirkongehalt* in a. 1— a. 10 ist im Mittel höher als derjenige in der OMM und erreicht Werte, wie man sie sonst speziell im Torton zu finden gewohnt ist. Der *Staurolith*, im allgemeinen ein akzessorischer Gemengteil (d. h. 2 und unter 2 %) wird im Kalksandstein von Oberegg (a. 4) plötzlich Hauptgemengteil (10 und mehr als 10 %) und erreicht mit 16 % den höchsten bisher aus der subalpinen Molasse bekannten Wert. (Disthen fehlt!) Daß diese Erscheinung aber eine örtliche Ausnahme ist und keineswegs auch für die andern Kalksandsteine der gr. Molasse gilt, zeigt ein Blick auf die Kalksandsteinproben a. 8— a. 10, die sich in ihrer Schweremineralführung (trotz der im allgemeinen deutlich kleineren Korngrößen!) praktisch kaum von den gröberen Arkosesandsteinen unterscheiden. *Disthen* und *Titanit* wurden nie gesichtet und scheinen für das Miozän leitend zu sein. Der *Erzgehalt* erreicht im N-fallenden Aquitan die höchsten Werte unter allen ausgeführten Zählungen (40—50 % in a. 9 und a. 10), ist aber auffallend starken Schwankungen unterworfen. *Chloritoid* tritt ähnlich wie im Miozän auf, im allgemeinen aber unregelmäßiger. Zuverlässig bestimmbare *gew. Hornblenden* wurden von uns nur in f. 1 gesichtet; v. Moos fand sie aber auch im Unteraquitan von Büriswilen-Berneck. Auffallend ist die Existenz *blauer Hornblenden* schon im obersten Aquitan der Mergelzone von Thal. A. v. Moos hat dieses Mineral allerdings schon im Rupélien von Weißbad nachgewiesen, es fehlt dann aber, soviel wir bis heute wissen, normalerweise dem ostschweizerischen (limnischen) Chattien und Aquitanien.

Von den gr. Sandsteinen des A₁-N-Schenkels bzw. von ihrem Schweremineralbestand müssen wir über die Gäbrisnagelfluhen auf das alpine Rückland bzw. die sog. distributive Provinz schließen. Auf Grund des Geröllbestandes der Gäbriszone erscheint eine Ableitung der Schweremineralien in der gr. Molasse aus diesen Nagelfluhen (wir erinnern speziell an das Auftreten granat- oder turmalinführender Gneise) prinzipiell möglich. Auffallenderweise zeigen nun

aber z. B. die gr. Sandsteine im N-Schenkel der Hohroneantiklinal (wie aus einem Vergleich unserer Zählungen mit den Untersuchungsergebnissen Kleibers in Lit. 72 sofort hervorgeht) die grundsätzlich gleiche qualitative und quantitative Schweremineralführung wie in der Ostschweiz, obwohl sich die zugehörigen extrem bunten Hohronenagelfluhen von den Gäbriskonglomeraten in jeder Beziehung unterscheiden. Wenn also zwischen den zwei differenten Schüttungsbezirken angehörenden gr. Sandsteinen überhaupt Unterschiede bestehen, so müssen solche in der leichten Fraktion (Feldspäte!) gesucht werden; zwischen Schwererfraktion aber und Nagelfluhzusammensetzung sind auch in diesem Beispiele keine Beziehungen ersichtlich.

b) G ä b r i s z o n e:

Daß die den Gäbrisnagelfluhen zwischengelagerten Psammite zu den Begleitkonglomeraten bzw. deren detritischen Aequivalenten, den gr. Sandsteinen des A₁-N-Schenkels sedimentpetrographisch nicht zum Vorneherein in näherer Beziehung zu stehen brauchen, haben wir p. 81 bereits ausgeführt. Umso bemerkenswerter ist die im ganzen gute Uebereinstimmung der Schwererfraktionen der Gäbrissandsteine mit denen der gr. Molasse. Wie man aus Profil d. 4 — d. 12 ersieht, sind auch hier wieder ganze bedeutende *Epidotschwankungen* vorhanden. Der *Zirkongehalt* ist gegenüber dem N-fallenden Aquitan im Mittel etwas höher, ebenso derjenige von *Rutil*, was nicht zuletzt durch die im allgemeinen kleineren Korngrößen (es handelt sich bei den Proben größtenteils um Kalksandsteine!) bedingt sein mag. Das *Erz* erreicht nie so hohe Werte wie in der gr. Molasse, hingegen verdient die starke sekundäre *Vererzung* (Pyrit-Markasit-Neubildung) einiger Gäbrisproben besondere Aufmerksamkeit. *Staurolith* dürfte das Mittel der gr. Molasse übersteigen, schwankt aber stark. *Disthen* fehlt, hingegen wurde *Titanit* im Gegensatz zu den gleichaltrigen Schichten des N-Schenkels gefunden. Die Mergelzone des Brendenbaches (Probe d. 12) schließt sich schwermineralanalytisch bereits ganz an die Sommersbergserie an, ähnlich übrigens wie die ihr äquivalente Mergelzone von Thal im N-Schenkel mit ihren blauen Hornblenden ebenfalls bereits miozäne Anklänge aufweist.

c) Die Forstzone, nach p. 103 zum Teil vermutlich noch etwas Chattien umfassend, stimmt auch punkto Schweremineralbestand in jeder Beziehung mit der Gäbriszone überein.

Ergebnis: Im Aquitan des N- und S-Schenkels der A₁ sind bedeutende quantitative Schweremineralschwankungen vorhanden; bei

einer weiteren Vermehrung der Auszählungen muß mit neuen Ueber-
 raschungen gerechnet werden. Disthen scheint ganz auf das Miozän
 beschränkt zu sein, womit ein stratigraphisches Indiz gegeben wäre.
 Allerdings ist Disthen nach v. Moos andernorts auch im Aquitan ver-
 treten, und auf jeden Fall ist bei der stratigraphischen Beurteilung
 von Akzessorien allgemein Vorsicht am Platze; für einigermaßen zu-
 verlässige stratigraphische Korrelationen auf schwermineralanalytischer
 Basis müssen Hauptgemengteil- oder Haupt- und Nebengemengteil-
 Kombinationen herangezogen werden. Darnach ist es für unser Gebiet
 bis heute nicht möglich, das Aquitan auf Grund seiner quantitativen
 und qualitativen Schwermineralführung z. B. vom Miozän abzutrennen.
 Insbesondere ist eine Scheidung der gr. Molasse (sowie auch des
 Torton) von der westlich Herisau ja völlig limnoterrestisch entwickelten
 OMM auf Grund der vorläufigen Resultate illusorisch geworden, obwohl
 wir auf eine solche Möglichkeit nach dem Versagen lithologisch-fazieller
 und paläontologischer Methoden große Hoffnungen setzten.

3. Chattien (Appenzellersandsteine).

Die wenigen Proben d. 1—d. 3 (man vergleiche auch Nr. a. 2
 bei v. Moos, p. 258) erlauben noch kein abschließendes Urteil. Es
 handelt sich hier allem nach um sehr extreme *Granat*kombinationen,
 wie sie ganz ähnlich auch im Aquitan auftreten können. *Epidot*,
Zirkon, *Turmalin*, *Staurolith* und *Rutil* sind Akzessorien bis Neben-
 gemengteile, *Disthen* und *Titanit* fehlen.

4. Als **Resultat unserer Untersuchungen** halten wir fest: Die
 von A. v. Moos schon auf Grund eines ziemlich weitmaschigen Probe-
 netzes erkannte weitgehende Monotonie der Schwermineralvergesell-
 schaftungen bzw. -kombinationen wird für ein engeres Gebiet bestätigt.
 Speziell wichtig ist die Feststellung stark wechselnder plötzlicher
 Veränderungen des Schwermineralbestandes auf kleinstem Raume,
 womit für weitere Studien ein immer engeres Probennetz notwendig
 und der bedingte und relative Wert der Schwermineral-Mittelbildung
 für einigermaßen größere Schichtgruppen deutlich aufgezeigt wird.
 Für das untersuchte Gebiet ist eine irgendwie zuverlässige schwere-
 mineralanalytische Stützung der stratigraphischen Gliederung nicht
 möglich.⁵³⁾ Trotzdem wird der Molassegeologe im Hinblick auf

⁵³⁾ Auch nicht unter Berücksichtigung spezieller Mineralvarietäten wie
 gelblicher, rötlicher oder gerundeter Zirkon, gelbroter oder korrodierter
 Granat, brauner Staurolith, blauer Turmalin u. a. m.

schüttungsmechanische Fragen, auf die Beziehungen zwischen Schwere-mineralgehalt der Psammite und Geröllführung der zugehörigen (distributiven) Schüttungszentren oder auf das Problem des Einflusses des Ablagerungsmediums auf die Stabilität gewisser Mineralien (blaue Hornblende; Epidot?) auch in Zukunft um Schweremineraluntersuchungen nicht herumkommen.

B. Zur Glaukonit- und Foraminiferenfrage.

Durch die Muheim'schen Beobachtungen (Vergl. Lit. 105 ⁵⁴) angeregt, haben wir der in rein petrographischer Hinsicht eher undankbaren Dünnschliffuntersuchung der Psammite wieder etwas vermehrte Aufmerksamkeit geschenkt. Und zwar mit dem Resultat, daß wir auch für unser Gebiet nicht nur in den Gesteinen der OMM, sondern auch in jenen der USM (Aquitaniens und Chattiens) fast überall Glaukonit und Foraminiferen feststellen konnten.

Chattien: Von den 4 Schliffen führen 2 Schl. durch Kalksandsteine spärlich bis häufig Glaukonit (= G.) und Foraminiferen (= F.), 1 Schl. (ebenfalls Kalksandstein) nur etwas G., und in 1 Schl. (gr. Sandstein) fehlen sowohl G. wie F.

Aquitaniens: Gäbriszone: Trotz der groborogenen (Nagelfluh-) Fazies dieser Sedimentserie wurden unter 7 Kalksandstein-Dünnschliffen in 3 Schl. (darunter 1 grobkörniger Typ) spärlich bis häufig G. und F., in 4 Schl. nur G. und nur in 1 Schl. weder G. noch F. gefunden.

Forstzone: In allen 3 Kalksandsteinschl. spärlich bis häufig G. nebst F. oder F.-Spuren.

Gr. Molasse: Es standen uns 16 Schl. zur Verfügung. Kalksandsteine (Heidenertypus) 10 Schl., davon: In 7 Schl. spärlich bis reichlich G. und F., in 3 Schl. nur G. Gr. Sandsteine 6 Schl., davon: in 1 Schl. nur etwas G., in 1 Schl. nur 1 F., in 4 Schl. weder G. noch F..

F. und G. treten also in den grobkörnigen Arkosesandsteinen stark zurück bzw. fehlen. Ihre eigentliche Domäne sind die im allgemeinen feinkörnigen Kalksandsteine.

Miozän: Sommersbergzone: Trotz der groborogenen Fazies der ganzen Serie wurden in unseren 2 Schliffen (mittel- bis grobkörnige Kalksandsteine) außerordentlich reichlich G. und F. gefunden.

N-fallende OMM: 9 Schl. durch marine Plattensandsteine des Rorschacherprofils zeigen: In allen Schl. reichlich G., in 6 Schl. dazu noch F.. Ebenso kommen in den Seelaffen neben sehr vielem G. auch spärliche F. vor.

⁵⁴) Die zu dieser Arbeit gehörenden Originaldünnschliffe wurden uns zu Vergleichszwecken von Dr. Fr. Muheim bereitwilligst zur Verfügung gestellt, wofür wir ihm an dieser Stelle bestens danken.

Die marine OMM führt keineswegs, wie man etwa erwarten könnte, durchschnittlich mehr F. als die Gesteine der USM und der Sommersbergzone. Eine zuverlässige Bestimmung der F. war in fast allen Fällen nicht möglich. Am häufigsten sind jedenfalls Rotalien und Globigerinen; Orthophragminenreste wurden im Gegensatz zu Muheim nie beobachtet, wohl aber schwer diagnostizierbare Bryozoen- und Echinodermenfragmente. Der G. der USM ist qualitativ von dem der marinen OMM ununterscheidbar. Im allgemeinen dürften rundlich-ovale Körner seltener sein. Einzig die in der OMM auftretende gutpleochroitische, faserige Glaukonitvarietät wurde in unsern USM-Schl. nie gesichtet.

Wir haben in Lit. 110 bereits den mit der Glaukonit- und Foraminiferenfeststellung verbundenen, für das Problem des Ablagerungsmediums der USM so wichtigen Fragenkomplex diskutiert. Hier sei lediglich darauf aufmerksam gemacht, daß Glaukonit und Foraminiferen möglicherweise zwei getrennte Fragestellungen bedeuten, da wir (besonders nach der Revision der Muheim'schen Orthophragminenreste in der gr. Molasse des Vorarlbergs) für die Foraminiferen eine sekundäre Einschwemmung für möglich erachten, während die authigene Entstehung des Glaukonits auch für die USM wohl außer Frage steht. Ist aber für die Glaukonitbildung die Anwesenheit von Meerwasser wirklich unbedingte Voraussetzung, so bleibt trotzdem zwischen der OMM und USM unter Berücksichtigung der Makrofossilien ein grundsätzlicher Unterschied bestehen, d. h.: Sind die Ablagerungsbedingungen der OMM als marin-brackisch zu bezeichnen (was außer Frage steht), so kann für die USM wegen der Abwesenheit jeglicher mariner Makrofossilien⁵⁵⁾ höchstens ein Ablagerungsmedium in Frage kommen, das schlechter als brackisch war oder bestenfalls kurzperiodisch zwischen limnisch und brackisch schwankte. Unter Berücksichtigung dieser bis heute noch nicht abgeklärten Möglichkeiten können die in dieser Arbeit verwendeten Ausdrücke „limnisch“ und „limnoterrestisch“ als in bezug auf das Ablagerungsmedium der marinen OMM relativ aufzufassende Begriffe vorderhand noch ruhig weiter benutzt werden.

VI. Zusammenfassung der wichtigsten Resultate.

A. Stratigraphie:

1. Die Seelaffen von Roßbüchel und von Platten-Staad repräsentieren 2 verschiedene, durch die mittleren Plattensandsteine getrennte Muschelbrekzienhorizonte.

⁵⁵⁾ Der von Leriche (Lit. 78, p. 89) angeführte Haifischzahn von St. Margrethen gehört zweifellos in die obere Seelaffe von Blatten, also in die OMM, nicht ins Aquitan!

2. Die Seelaffe von Staad ist ins Helvet zu stellen und mit der OGN, die keineswegs die Helvet-Torton-Grenze markiert, seitlich zu verknüpfen.
3. Die Seelaffebildungen der Rorschacher und Bregenzer OMM sind sekundär in größere Meerestiefen verschwemmte, umgelagerte (allochthone) Strandbildungen.
4. In den Profilen durch die OMM von St. Gallen müssen außer dem bisher bekannten „Zwischenkomplex“ sowohl im Burdigal wie im Helvet weitere bedeutende limnische Aequivalente ausgeschieden werden.
5. Die Abgrenzung dieser limnischen Aequivalente der OMM vom Aquitan bzw. Torton scheint auf molluskenpaläontologischer Basis nicht möglich.
6. Von der Sitter zum Bodensee weist die OMM eine kontinuierliche Mächtigkeitsabnahme auf: primäre Deltagefälle am E-Rand des Hörnlfächers. Aehnliche Verhältnisse zeigen sich am W-Rand der Pfänderschüttung. Der Austritt des heutigen Bodenseerheintales erfolgt genau im Bereiche dieser miozänen Ueberschneidungsfurche („Rorschacherbucht“).
7. Die Gäbrisnagelfluhen gehören ins Aquitan und repräsentieren somit die groborogene, alpennähere Fazies der granitischen Molasse. Sie sind allem nach das Schüttungsprodukt einer aquitanen Ur-III und müssen daher vom Ur-Rheinsystem abgetrennt werden. (Immerhin bietet die Ableitung des unterostalpinen Kristallins der Gäbriszone aus dem Gebiet der Arlbergssenke etwelche Schwierigkeiten.)
8. Die Sommersbergnagelfluhen bilden das normale Hangende der Gäbriszone und sind als limnoterrestres Untermiozän im S-Schenkel der A₁ aufzufassen. Sie sind zweifellos von einer miozänen Ur-III abzuleiten. Auf ihre enge Verwandtschaft mit den Pfändernagelfluhen wird besonders hingewiesen.
9. Die Forstzone im Nordschenkel der A₂ repräsentiert einen Teil des wurzelwärtigen Bereiches der Gäbrisschüttung. Sie gehört allerdings sehr wahrscheinlich zum Teil ins Oberstampien.

B. Sedimentpetrographie:

1. Die Schweremineraluntersuchungen ermöglichen keine Stützung der stratigraphischen Gliederung unseres Gebietes. Die Bedeutung von lokalen Schwankungen in der Schweremineralführung bzw. von Zufälligkeiten bei der Probenauslese wird besonders hervorgehoben.

2. Zwischen dem Schweremineralgehalt der Psammite und dem Geröllbestand der zugehörigen Nagelfluhen scheinen wenig Beziehungen zu bestehen. Eine besondere Rolle spielt in den Schwerefraktionen offenbar der Epidot.
3. In allen Molassestufen des Untersuchungsgebietes, insbesondere also auch in der USM, wurden Glaukonit und Foraminiferen gefunden. Trotzdem ist eine Entscheidung über das Ablagerungsmedium der USM zur Zeit noch nicht möglich (Bedeutung der Makrofossilien!)

C. Tektonik:

1. Die nördliche Hauptantiklinale A_1 der Ostschweiz bleibt trotz der Erkenntnis bedeutender Kernstörungen als Großgewölbe bestehen. Im besonderen ist die Gäbriszone der normale S-Schenkel der A_1 , also keine Schuppe im Sinne Baumbergers.
2. Die östliche AZ, etwa zwischen dem Rheintal und Trogen, besteht im Prinzip aus 2 gegeneinander etwas verstellten Gewölbezügen. Gewölbebiegungen (mit horizontalen Scheiteln) sind an verschiedenen Lokalitäten prachtvoll sichtbar.
3. Diese Gewölbedoppelung im Kern der A_1 ist auch für die Tektonik der AZ-Profile an Sitter und Urnäsch maßgebend und bedingt die Anlage von Schubflächen.
4. Ein gewisser tektonisch-stratigraphischer Gegensatz zwischen der AZ im Urnäsch-Sektor und derjenigen weiter im Osten erklärt sich durch verschieden intensiven Hochstau der A_1 . Im Sitter-Urnäschgebiet stehen wir im Bereiche einer Axenkulmination der A_1 , die gegen das Rheintal hin einer Axendepression Platz macht.
5. Da wir auch für die Vorarlbergische A_1 (Bregenzerach!) eine Axenkulmination voraussetzen müssen, fällt also das Bodenseerheintal etwa auf der Höhe von Lustenau-Schwarzach in den Bereich einer Axendepression der A_1 . Alte Strukturen (vergleiche auch: A. Stratigraphie, Punkt 6) erweisen sich somit auch hier für heutige Talwege als maßgebend.
6. Eine Sommersberg-Synklinale im Sinne Ludwigs existiert nicht. Die bisherige Synklinale S_1 muß in eine Synklinalaufschiebung = Stoßaufschiebung umgedeutet werden. Die effektiv vorhandenen Muldenbiegungen sind nur sekundäre, auf die hangendsten Schichtglieder im S-Schenkel der A_1 beschränkte Schleppungen bzw. Aufstülpungen.

Literaturverzeichnis.

1. André e, K. Die Diagenese der Sedimente, ihre Beziehungen zur Sedimentbildung und Sedimentpetrographie. Geol. Rundschau 1911. Bd. II, Heft 3. p. 61—130.
2. — Wesen, Ursachen und Arten der Schichtung. Geol. Rundschau 1916. Bd. VI, Heft 7/8, p. 351—397.
3. — Das Meer und seine geolog. Tätigkeit. Mit 41 Fig. In: Salomon, W.: Grundzüge der Geologie. Bd. I, p. 361—533. Stuttgart 1924, Schweizerbarth'sche Verlagsbuchhandlung.
4. Baumberger, E. Profile durch die subalp. Mol. der Ostschweiz. Vorgewiesen in Luzern 1924. Publiziert anlässlich der Exkursion der S.N.G. im st.gallisch-appenzell. Mol.-Land, 1930.
5. — Die subalpine Molasse von Luzern. Mit 1 Tafel. Eclog. geol. Helv. 1925, Vol. XIX. Nr. 1, p. 165—177.
6. — Versuch einer Umdeutung der Profile durch die subalpine Molasse der Zentral- und Ostschweiz. Eclog. geol. Helv. 1925, Vol. 19, Nr. 1, p. 192.
7. — Ueber eine aquitane Molluskenfauna vom untern Buchberg (Ob. Zürichsee). Eclog. geol. Helv. 1927. Bd. XX, Nr. 2, p. 316—321.
8. — Die Fauna der Silvanaschichten im Tafeljura der Kantone Baselland und Solothurn. Mit 1 Tafel. Verhandl. der naturf. Gesellschaft in Basel Bd. XXXVIII, 1927, p. 147—163.
9. — Vorläufige Mitteilung über die Altersbestimmung der subalpinen Süßwassermolassen in der Ostschweiz. Eclog. geol. Helv. 1930, Vol. Nr. 2, p. 555—562.
10. — Vorläufige Mitteilung über die stampische Molluskenfauna v. Biltén und deren geolog. Auswertung. Eclog. geol. Helv. 1935, Vol. 28, Nr. 2, p. 560—563.
11. Bersier, A. La forme de la transgression burdigalienne dans la région vaudoise. Compte rendu sommaire des séances de la Soc. géol. de France. Publ. bimensuelle Fasc. 7/1936, Paris 1936.
12. Blumrich, Josef. Grundriß einer Geologie Vorarlbergs (mit 1 Uebersichtskarte). 2. verbesserte Auflage. Volksschriften der „Heimat“ 1921, Heft 1, p. 1—31.
13. — Geologie des Rotachtales (mit 2 Fig.). „Heimat“ 1928, 1. Heft, p. 1—8.
14. — Die miozäne Molasse des Pfänderstockes. Mit 1 geol. Profil und Uebersichtsbild. Schriften des Vereins f. Gesch. des Bodensees und seiner Umgeb. 58. Heft 1930, p. 1—39.

15. Brandenberger, E. Ueber die Zweiteilung der marinen Molasse des zentralen schweiz. Molasselandes. *Eclog. geol. Helv.* Vol. XXII, 1929, p. 59.
16. Buck, Damian. Stürzende, gleitende und fließende Gesteinsbewegungen in der Schweiz. Beigabe zum Jahresbericht der Stiftschule Maria-Einsiedeln pro 1920/21. Einsiedeln 1921.
17. Cadisch, J. Beitrag zur Entstehungsgeschichte der Nagelfluh. *Eclog. geol. Helv.* 1923, Vol. 18, Nr. 2, p. 222—227.
18. — Das Werden der Alpen im Spiegel der Vorlandsedimentation. Mit 1 Tafel. *Geol. Rundschau* 1928, Bd. XIX, Heft 2, p. 105—119.
19. — Geol. Beobachtungen im Molassegebiet zwischen Linth und Thun. *Eclog. geol. Helv.* 1930, Vol. 23, Nr. 2, p. 567—571.
20. v. Dechen, H. Geschiebe mit Eindrücken auf der Weinburg bei Rheineck, Kt. St. Gallen. *Verh. Nathist. Ver. d. preuss. Rheinland u. Westf.* Bonn 1854.
21. Deicke, J. C. Lagerung und Mächtigkeit der Molasseschichten in St. Gallens Nähe. *Verh. Schweiz. Natf. Ges. Glarus* 1851, p. 178.
22. — Beiträge über die Molasse der Schweiz. (Mit Profil längs der Sitter). *Neues Jahrbuch für Mineralogie etc., Jahrgang* 1852.
23. — Das Molassegebilde in der östlichen Schweiz. (Mit 1 Profiltafel). *Verhandlungen der st. gall.-appenzell. gemeinnützigen Gesellschaft an der Hauptversammlung in Berneck.* 17. Okt. 1854, p. 67—90.
24. — Geol. Skizze über die Kantone Appenzell, St. Gallen und Thurgau. *Oeffentlicher Vortrag.* Verlag Scheitlin & Zollikofer, St. Gallen 1859.
25. — Die nutzbaren Mineralien der Kantone St. Gallen und Appenzell. *Jahrb. d. st. gall. naturw. Ges.* 1861/62, St. Gallen 1863.
26. — Ueber Eindrücke in den Geschieben der Nagelfluh und den Gesteinen der Quartärformation zwischen den Alpen der Ostschweiz und dem Juragebirge in Baden. *N. J. f. Miner.* 1853, p. 796 ff., *N. J. f. Miner.* 1864, p. 315 ff.
27. Ebel, J. G. Ueber den Bau der Erde in dem Alpengebirge. 2. Band. Orell Füssli & Co., Zürich 1808.
28. Escher von der Linth, A. Bemerkungen über das Molassegebilde der östlichen Schweiz. *Mitt. Natf. Ges. Zürich.* Heft I, Nr. 7, p. 97—112, Zürich 1847.
29. — Geol. Bemerkungen über das nördliche Vorarlberg und einige angrenzende Gegenden. *Neue Denkschriften* XIII, 1853.
30. Escher-Hess, C. Ueber einige Vorkommnisse der oligozänen und miozänen Molasse und Nagelfluh der östlichen Schweiz. (Mit 4 Tafeln). Zürich, Orell Füssli 1907.
31. Eugster, H. Geol. Profile im östlichen Teil der st. gallisch-appenzellischen Molasse. In: *Poststraßen im Appenzellerland.* Herausgegeben v. d. Eidg. Postverwaltung. 1934.

32. Falkner, C. Die südlichen Rheingletscherzungen von St.Gallen bis Aadorf. (Mit 1 Karte). Jahrb. d. st.gall. nat. Ges. 1909. St.Gallen 1910, p. 190–263.
33. Fanck, Arnold. Die bruchlose Deformation von Fossilien durch tekton. Druck und ihr Einfluß auf die Bestimmung der Arten. Mit 9 Fig. und 16 Taf. Inaug. Diss. Univ. Zürich 1929.
34. Fraas, E. Entstehung des Bodensees. Schr. d. V. f. Gesch. des Bodensees 1913, Heft 42.
35. Fröhlicher, Hugo. Geol. Beschreibung der Gegend von Escholz matt im Entlebuch (Kt. Luzern). Mit 8 Fig. und 2 Taf. Beitr. z. geol. Karte d. Schweiz. Neue Folge, 67. Lfg. Bern 1933.
36. Früh, J. Geol. Begründung der Topographie des Sentis u. der Molasse. Jahrb. d. st.gall. nat. Ges. 1879/80. St.Gallen 1881, p. 267–289.
37. — Geolog. Exkursion ins Rheintal. Jahrb. d. st.gall. naturw. Ges. 1883/84. St.Gallen 1885, p. 101–114.
38. — Zur Geologie von St. Gallen u. Thurgau mit besonderer Berücksichtigung der Kalktuffe. Mit 1 Tafel u. 1 Kärtchen. Jahrb. d. st.gall. nat. Ges. 1884/85. St.Gallen 1886, p. 3–84.
39. — Reste von Rhinocerotiden aus der granit. Molasse von Appenzell A. Rh. Jahrb. d. st.gall. nat. Ges. 1886/87, St.Gallen 1888, p. 462–463.
40. — Beiträge zur Kenntnis der Nagelfluh der Schweiz. Mit 17 Fig. u. 4. Taf. Neue Denkschriften der allg. schweiz. Ges. für die gesamt. Naturwissenschaften. 1890, Bd. XXX.
41. — Die Drumlins-Landschaft, mit spezieller Berücksichtigung des alpinen Vorlandes. Mit 3 Tafeln. Jahrbuch d. st.gall. nat. Ges. 1894/95. St.Gallen 1896, p. 325–396.
42. — Anleitung zu geol. Beobachtungen, zur Kontrolle von Aufschlüssen etc. innerhalb der Blätter Dufour IX u. IV. Jahrb. d. st.gall. nat. Ges. 1895/96. St.Gallen 1897, p. 1–16.
43. — Gasausströmungen im Rheintal oberhalb des Bodensees. Jahrb. d. st.gall. nat. Ges. 1895/96. St.Gallen 1897, p. 110–117.
44. — Notizen zur Naturgeschichte des Kantons St.Gallen. I. Isolierte marine Molasse in der Rheinebene östlich Blatten-Rorschach. Mit 1 Fig. Jahrb. d. st.gall. nat. Ges. 1903, St.Gallen 1904, p. 1–4.
45. — Inselberge im Rheintal. Eclog. geol. helv. 1905, Vol. VIII, Nr. 4, p. 409.
46. — Die Entstehung des Rheintals und seiner Formen. Jahrb. d. st.gall. nat. Ges. 1904. St.Gallen 1905, p. 29–32.
47. — Geographie der Schweiz, Bd. I. St.Gallen 1930. Fehr'sche Buchhandlung.
48. Geiger, E. Petrographie der Molasse. Mitteil. der Thurg. Natf. Ges. 1933, Heft XXIX, p. 115–128.
49. Gerber, E. Der Muschelsandstein des Biembachgrabens im Unteremmetal und dessen stratigr. Bedeutung. Mittlg. d. natf. Ges. Bern 1928, p. 18.]

50. Grünberger, Richard. Die Steinbrüche bei Buchen und der Staader Hafen in ihrem Zusammenhang. Rorschacher Schreibmappe pro 1929 Verlag Loepfe-Benz.
51. Gschwind, M. und Niggli, P. Untersuchungen über die Gesteinsverwitterung in der Schweiz. Beitr. z. Geol. d. Schweiz. Geotechn. Serie, Lf. XVII. 1931.
52. Gümbel, W. von. Das Vorkommen und der Bergbau tertiärer Pechkohle im Wirtatobel bei Bregenz. Mit 1 Taf. Oesterr. Zeitschrift für Berg- und Hüttenwesen. Jahrgang XLIV. 1896.
53. Gutzwiller, A. Ueber die Nagelfluh der Ostschweiz. Jahrb. d. st.gall. nat. Ges. 1870.
54. — Ueber die Molasse der Kantone St.Gallen und Appenzell. Verh. d. schweiz. natf. Ges. 1871, p. 62–63.
55. — Ueber die bei St.Gallen und Rorschach ausgeführten Bohrversuche zur Herstellung artesischer Brunnen. Mit 1 Tafel. Jahrb. d. st.gall. nat. Ges. 1873/74. St.Gallen 1875, p. 370–418.
56. — Molasse und jüngere Ablagerungen, enthalten auf Blatt IX des eidg. Atlas. Mit 2 Taf. Beiträge zur geol. Karte der Schweiz. 14. Lf. 1. Abteilung. Bern 1877.
57. — Entwurf eines geol. Profiles durch die Nekaralpen. Mit 2 Tafeln. Jahrb. d. st.gall. nat. Ges. 1879/80. St.Gallen 1881, p. 290–304.
58. — Molasse und jüngere Ablagerungen, enthalten auf Blatt IV und V des eidgen. Atlas mit Ausnahme des Gebietes nördlich vom Rhein und vom Bodensee. Mit 2 Taf. Beiträge zur geol. Karte der Schweiz. 19. Lf., 1. Teil, Bern 1883.
59. Haidinger, W. und Dechen, H. v. Geschiebe mit Eindrücken von Rheineck am Bodensee. Jahrbuch der k. k. geol. Reichsanstalt. Wien 1854, p. 897–898.
60. Heer, O. Flora tertiaria Helvetiae. Winterthur 1855–1859.
61. Heim, Alb. Geologie der Schweiz. Bd. I, p. 40–196. (Mit Nachträgen). Leipzig 1919.
62. Heim, Arnold. Neue Beobachtungen am Alpenrand zwischen Appenzell und Rheintal. Eclog. geol. Helv. 1922/23, Vol. XVII, p. 347–349.
63. — Der Alpenrand zwischen Appenzell und Rheintal (Fähnern-Gruppe) und das Problem der Kreide-Nummuliten. Mit 1 Karte, 1 Taf., 23 Fig. Beitr. z. geol. Karte d. Schweiz. Neue Folge, 53. Lf., p. 1–51.
64. — und Baumberger, Ernst. Die subalpine Molasse des westlichen Vorarlbergs, mit 2 Tafeln und 14 Textfiguren. Vierteljahresschrift der Nat. Ges. in Zürich, Jahrgang LXXIII, 1928, p. 1–64.
65. Hürzeler, J. Die Helvétien-Tortonienengrenze im aargauischen Mittelland. Eclog. geol. Helv. 1932, Vol. 25, Nr. 2, p. 266–269.
66. Kaufmann, F. J. Untersuchungen über die mittel- und ostschweiz. subalpine Molasse. Mit 1 Karte und 17 Profilen. Neue Denkschriften d. allg. schweiz. Ges. für die ges. Naturwissenschaften 1860, Bd. XVII.

67. Keller, Robert. Beiträge zur Tertiärflora des Kts. St. Gallen.
 1. Teil: Jahrb. st.gall. nat. Ges. 1890/91, St.Gallen 1892, p. 82—117.
 Mit 15 Tafeln.
 2. Teil: id. 1893/94. St.Gallen 1895, p. 305—330. Mit 11 Tafeln.
 3. Teil: id. 1894/95. St. Gallen 1896, p. 297—324. Mit 11 Tafeln.
68. Kesseli, Ernst. Neuere Ansichten über die Tektonik der subalpinen Molasse zwischen Linth und Rhein. (Mit 1 Doppeltafel und 1 Profiltafel). Jahrb. d. st.gall. nat. Ges., Bd. 61 (1925). St. Gallen 1926, p. 147—169
69. — Die Jungmoränenstadien in den Quertälern der st.gallisch-appenzellischen Molasse (Mit 2 Tafeln). Jahrb. d. st.gall. nat. Ges. 1926, Bd. 62, p. 56—80.
70. Keßler, Paul. Ueber Gerölle mit Eindrücken. Zentralblatt f. Min. etc. 1919. Siehe auch: Zu A. Kumms Entstehung der Eindrücke in Geröllen. Geol. Rundschau 1921, Bd. 12, p. 57 ff.
71. Kiffling, Ernst. Die schweiz. Molassekohlen westlich der Reuß. Mit 3 Taf. Beitr. z. Geologie d. Schweiz. Geotechnische Serie, II. Lf. Bern 1903.
72. Kleiber Karl. Geol. Untersuchungen im Gebiet der Hohen Rone. Diplomarbeit der Universität Zürich. Eingereicht am 18. Mai 1936. Manuskript.
73. Krapf, Ph. Die Geschichte des Rheins zwischen dem Bodensee und Ragaz. Schr. d. Ver. f. Gesch. d. Bodensees. Heft 30, 1901.
74. — Die Schwemmstoffführung des Rheins und anderer Gewässer. Oesterr. Wochenschrift für den öffentl. Baudienst. Jahrgang 1919. Heft 48—50, Wien 1919.
75. Kraus, E. Sedimentationsrhythmus im Molassetrog des bayrischen Allgäu. Abhandlungen d. Natf. Ges. zu Danzig, Bd. I, 1923.
76. — und Reis, M. Erläuterungen zur geol. Karte v. Bayern: Blatt Immenstadt Nr. 856 (Die Molasse p. 18—68). Bayerisches Oberbergamt, München 1929.
77. Kumm, August. Die Entstehung der Eindrücke in Geröllen. Mit 8 Fig. und 1 Taf., Geol. Rundschau 1919, Bd. 10, p. 183—233.
78. Leriche, M. Les Poissons de la Molasse suisse. Mém. de la Soc. pal. suisse, vol. XLVI, 1^{er} fasc. 1927.
79. Letsch, Emil. Die schweiz. Molassekohlen östlich der Reuß. Mit 1 Tab. und 7 Taf. Beiträge zur Geologie der Schweiz. Geotechnische Serie. Lf. 1, 1899.
80. Liechti, Werner. Geol. Untersuchungen der Molassenagelfluhregion zwischen Emme und Ilfis (Kt. Bern). Mit 1 Fig. und 6 Taf. Beiträge zur geol. Karte der Schweiz. Neue Folge, 61. Lf., Bern 1928.
81. Ludwig, A. und Falkner, Ch. Beiträge zur Geologie der Umgebung St.Gallens. Mit 1 geol. Karte, 1 Profiltafel und 14 Tafeln.
 1. Teil: Jahrb. d. st.gall. nat. Ges. 1901/02. St. Gallen 1903, p. 474—620.
 2. Teil: idem 1902/03. St. Gallen 1904, p. 374—435.

82. Ludwig, A. Flußgeröll, Molasseproblem und Alpenfaltung. Jahrb. d. Schweizer Alpenclubs 1909/10, 45. Jahrgang, p. 225—249, Bern 1910.
83. — Ueber die Entstehung der Alpentäler und der alpinen Randseen. Jahrb. d. st.gall. nat. Ges. 1910, St. Gallen 1911, p. 182—197.
84. — Nochmals Molasseproblem und Alpenfaltung. Jahrb. des Schweizer Alpenclubs 1910/11, 46. Jahrgang, p. 300—301, Bern 1911.
85. — Ueber die Entstehung der Drumlins. Eclog. geol. Helv. 1915, Vol. XIII, Nr. 4, p. 534—536.
86. — und Falkner, C. Die geol. Verhältnisse v. St. Gallen und Umgebung (mit 18 Abbildungen).
In: Die Stadt St. Gallen und ihre Umgebung. Eine Heimatkunde. St. Gallen 1916, Fehr'sche Buchhandlung, p. 19—69.
87. — Ueber die Entstehung des Rheintales und des Bodensees (Mit 3 Tafeln). Jahrb. d. st.gall. nat. Ges. Bd. 54, 1914—1916, p. 1—34, St. Gallen 1917.
88. — Kleine geol. Mitteilungen. Mit 1 Tafel. Wissenschaftl. Beilage zum 56. Bd. des Jahrb. d. st.gall. naturw. Ges. 1919. St. Gallen 1920, p. 32—44.
89. — Nachträge zur Kenntnis der st.gallisch-appenzellischen Molasse (mit 1 Fig.). Jahrb. d. st.gall. nat. Ges. Bd. 58, II. Teil, 1922, p. 153—175.
90. — Zur Stratigraphie u. Tektonik der Molasse zwischen Necker und Rhein. Eclog. geol. Helv. 1925, Vol. XIX, Nr. 1, p. 146—147.
91. — Aus dem ostschweizerischen Molassegebiet. (Mit 1 Profiltafel). Jahrb. d. st.gall. nat. Ges., Bd. 62, 1926, p. 81—100.
92. — Stampische Molasse mit mariner Molluskenfauna am Nordrand des Säntisgebirges. Verh. d. schweiz. Naturf. Ges. Freiburg 1926, II. Teil, p. 194.
93. — Stampische Molasse mit mariner Molluskenfauna am Nordrand des Säntisgebirges. Eclog. geol. Helv. 1926, Vol. XX, Nr. 2, p. 245—246.
94. — Profile durch die ostschweiz. Molasse. Für die Exkursion der S.G.G., anlässlich der Hauptversammlung der S.N.G., vom 9.—11. Sept. 1930.
95. — Die chronol. Gliederung der eiszeitlichen Ablagerungen zwischen Säntis und Bodensee (mit 2 Tafeln). Jahrbuch d. st.gall. nat. wissenschaftl. Gesellschaft für die Jahre 1929 und 1930, 65. Bd., p. 509—552. Siehe auch: Eclog. geol. Helv. 1931, Vol. 24, Nr. 1, p. 35—51.
96. — Erläuterungen zu Atlasblatt 4 (Blätter Flawil-Herisau-Brunnadern-Schwellbrunn). Geol. Atlas der Schweiz 1:25,000, 1930.
97. — Geologisches über die Gegend von Herisau (mit 4 Fig. und 1 Profiltafel). In: Die Gemeinde Herisau, Ortsbeschreibung und Geschichte. Herisau 1930. Buchdruckerei Schläpfer, p. 81—99.
98. — Eugster, H. und Bächler, E. Berichte über die Exkursion der Schweiz. Geol. Gesellschaft im st.gallisch-appenzellischen Molasse-land, im Fähnern- und Wildkirchligebiet. Mit 3 Textfig. Eclog. geol. Helv. 1931, Vol. 24, Nr. 1, p. 125—157.

99. Ludwig, A. Die Nagelfluhzonen von Forst und Sommersberg bei Altstätten und Gais. *Eclog. geol. Helv.* 1932, Vol. 25, Nr. 2, p. 255–256.
100. — Molasse St. Gallen-Appenzell. Mit 1 Profiltafel. *Geol. Führer der Schweiz. Fasc. XII. Exkursion Nr. 73 A*, p. 877–884. B. Wepf & Co., Basel 1934.
101. — Handschriftlicher Nachlaß (Exkursionsnotizen u. a.). Deponiert im Heimatmuseum der Stadt St. Gallen.
102. Miller, K. Das Molassemeer der Bodenseegegend. *Schr. d. V. f. Gesch. d. Bodensees*, 1876, Heft 7.
103. von Moos, Armin. Ueber einige metamorphe Mineralien in der Molasse. *Verhandl. d. Schweiz. Naturf. Ges. Zürich* 1934, p. 329–330.
104. — Sedimentpetrographische Untersuchungen an Molassesandsteinen. (Mit 9 Fig. u. 10 Tab.). *Schweiz. Min. Petr. Mitt. Bd. XV*, 1935, p. 169–265.
105. Muheim, Franz. Subalpine Molassezone im östlichen Vorarlberg. Mit 1 Fig. u. 2 Taf. *Eclog. geol. Helv.* 1934, Vol. 27, Nr. 1, p. 181–296.
106. Niggli, P., Grubenmann, N. u. a. Die natürlichen Bausteine und Dachschiefer der Schweiz. *Beitrag z. Geol. d. Schweiz. Geotechn. Serie, Lf. V*, 1915.
107. — , de Quervain, etc. *Chemismus schweiz. Gesteine. Beitr. z. Geol. d. Schweiz. Geotechn. Serie, Lief. XIV*, 1930.
108. Philippi, E. Ueber das Problem der Schichtung und über Schichtbildung am Boden der heutigen Meere. Mit 1 Fig. *Zeitschrift d. deutschen Geol. Ges.* 1908, Bd. 60, Heft 3, p. 346–377.
109. de Quervain, F. u. Gschwind, M. Die nutzbaren Gesteine der Schweiz. Herausgegeben v. Schweiz. Geotechnischen Kommission. 1934. Verlag H. Huber, Bern.
110. Renz, Hans. Die subalpine Molasse zwischen Aare und Rhein. Preiarbeit der Universität Zürich pro 1935/36.
111. Rollier, L. Die Entstehung der Molasse auf der Nordseite der Alpen (mit 1 Fig.). *Vierteljahrsschrift der Natf. Ges. Zürich, Jahrgang XLIX*, Zürich 1904, p. 159–170.
112. — Révision de la Stratigr. et de la Tectonique de la Molasse au Nord des Alpes en général et de la Molasse subalpine suisse en particulier. Avec 2 pl. *Neue Denkschr. d. Schweiz. Natf. Ges. Bd. XLVI, Abh. 1*, Zürich 1911.
113. Rothpletz, A. Ueber die Entstehung des Rheintals oberhalb des Bodensees. *Schriften d. Ver. f. Gesch. d. Bodensees. Heft 29*, 1900.
114. Rutsch, Rolf. Geologie des Belpbergs. Mit 9 Taf. u. 9 Fig. Verlag P. Haupt, Bern 1928. S. A. aus den *Mitt. der Natf. Ges. Bern* 1927, Bern 1928.
115. — Die Gastropoden des subalpinen Helvétien der Schweiz und des Vorarlbergs. Mit 3 Fig. und 2 Taf. *Abhandl. der Schweiz. Paläont. Ges. Bd. IL*, Basel 1929.

116. Rutsch, R. und Hürzeler, J. Das Alter der Molassezone von Jona-Rapperswil-Ufenau. *Eclog. geol. Helv.* 1934, Vol. 27, Nr. 2, p. 347—351.
117. Rutsch, R. Ein Fall von Einregelung bei Mollusken aus dem Vin-dobonien des bernischen Seelandes. Mit 1 Tafel. *Eclog. geol. Helv.* 1936, Vol. 29, Nr. 2, p. 599—607.
118. Saxer, Friedrich. Dr. h. c. Andreas Ludwig. 1865—1934. Lehrer, Alpinist, Naturforscher. Mit 1 Publikationsverzeichnis und mit 2 Tafeln. St. Gallen 1934. Herausgegeben von: S. A. C. St. Gallen, St. Gall. naturw. Ges., Städtischer Lehrerverein St. Gallen.
119. — Das Molasseprofil an der Sitter. *Eclog. geol. Helv.* 1936, Vol. 29, Nr. 2, p. 506—507.
120. Schaub, Samuel. Der Tapirschädel von Haslen. Mit 1 Tafel und 7 Fig. *Abhandl. der schweiz. paläont. Ges.*, Bd. XLVIII, Genf 1928.
121. Schläpfer, J. Ueber die bei St. Gallen befindlichen Versteinerungen. *Neue Alpina* 1821.
122. Schneider, J. Das st.gallische Rheintal kein Glazialerosionstal. *Eclog. geol. Helv.* 1925, Vol. 19, Nr. 1.
123. — Ursachen der Rheintalsenkung. *Eclog. geol. Helv.* 1929, Vol. 22, Nr. 1.
124. — Rentier-Geweihstück aus Glazialschotter des Rheingletschers unweit Altstätten. *Eclog. geol. Helv.* 1934, Vol. 27, Nr. 2.
125. Sieger, R. Postglaziale Uferlinien des Bodensees. *Schr. d. Ver. f. Gesch. d. Bodensees* 1893, Heft 21.
126. Staub, Rud. Grundzüge und Probleme alpiner Morphologie. Mit 8 Tafeln. *Denkschr. d. Schweiz. Natf. Ges.* Bd. LXIX, Abh. 1, Zürich 1934
127. Stehlin, H. G. Ueber die Grenze zwischen Oligocaen und Miocaen in der Schweizer Molasse. *Eclog. geol. Helv.* 1903, Vol. VII, Nr. 4, p. 360—365.
128. — Uebersicht über die Säugetiere der schweiz. Molasseformation, ihre Fundorte und ihre strat. Verbreitung. *Verh. Natf. Ges. in Basel* 1914, Bd. XXV, p. 179—202.
129. — Säugetierpaläont. Bemerkungen zur Gliederung der oligocänen Molasse. *Eclog. geol. Helv.* 1922, Vol. XVI, Nr. 5, p. 575—581.
130. Steudel, A. Welche wahrscheinliche Ausdehnung hatte der Bodensee in vorgeschichtlicher Zeit? *Schr. d. V. f. Gesch. d. Bodensees* 1874, Heft 5.
131. Studer, B. Beyträge zu einer Monographie der Molasse. Mit 2 Tafeln. Bern 1825.
132. — Geologie der Schweiz. II. Bd. 3. Teil: Das Hügelland, p. 345—458. Bern und Zürich 1853.
133. Wahrenberger, J. Beiträge zur Heimatkunde von Rorschach. Materialien zum Heimatkund-Unterricht im Kt. St. Gallen, p. 24—64. 16. Jahrbuch des Kantonalen Lehrervereins St. Gallen 1928.

134. Weber, Julius. Geol. Wanderungen durch die Schweiz. I. Bd.: Mittelland und Jura. Clubführer des S.A.C. 1911.
 135. Wenz, W. Zur Land- und Süßwassermolluskenfauna der subalpinen Molasse des Pfändergebiets. Senckenbergiana Bd. 15. Frankfurt a. M. 1933, p. 7—12.
 136. Zingg, Th. Beitrag zur Schotteranalyse. Diss. E.T.H. Zürich 1935. Schweiz. Mineral. und Petrogr. Mitteilungen. Bd. XV, 1935.
-

Topographische Karten:

1 : 25 000: Blatt Rheineck (Nr. 82)
 „ Balgach (Nr. 271)
 „ Bauriet (Nr. 81)
 „ Rorschach (Nr. 78)
 „ Trogen (Nr. 223)
 „ Heiden (Nr. 80)
 „ Kobelwald (Nr. 225)
 St. Gallen und Umgebung.

Wegkarte des Exkursionsgebietes Rheineck-Thal etc. 1 : 20 000
 Skikarte des nördlichen Bregenzerwald 1 : 50 000
 Freytag & Berndt: Bregenzer Wald (Nr. 36) . . . 1 : 100 000

Geologische Karten:

Geologische Karte der Schweiz 1 : 100 000: Blatt IX.
 Falkner, C. und Ludwig, A.: Geologische Karte von St. Gallen
 und Umgebung 1 : 25 000. Zu Lit. 81.
 Geologischer Atlas der Schweiz 1 : 25 000: Blatt 4 (A. Ludwig).

Inhaltsübersicht.

	Seite
Vorwort	5
Allgemeine Orientierung	6
I. Der Nord-Schenkel der Antiklinale A₁	7
A. Die obere Meeresmolasse (Burdigalien und Helvétien) = OMM	7
I. Die OMM von Rorschach und Umgebung	7
1. Einleitung	7
2. Stratigraphie und Lithologie	8
II. Die Rorschacher OMM im Rahmen ihrer westlichen und östlichen Fortsetzung	22
1. Die OMM von St.Gallen und Umgebung	23
2. Die OMM des Pfändergebietes	46
2. Das Längsprofil der OMM zwischen Herisau und dem Pfänder	51
B. Das Aquitanien (granitische Molasse)	54
1. Einleitung	54
2. Geologisches Alter und Fossilfunde	55
3. Gliederung und Lithologie	56
II. Die Antiklinalzone s. str. = AZ	61
A. Die Tektonik der AZ Au-Berneck-Oberegg	61
B. Die westliche Fortsetzung der AZ	68
C. Zur Stratigraphie und Lithologie der AZ Berneck-Oberegg, Fossilfunde	74
III. Der Südschenkel der Antiklinale A₁	76
A. Die Gäbriszone	76
1. Einleitung	76
2. Zur Lithologie	76
3. Die stratigraphische Stellung der Gäbriszone	82
B. Die Zone des Sommersberg	86
1. Einleitung	86
2. Die Sommersberg nagelfluhen	86
3. Das Alter der Sommersbergzone	94
4. Die tektonischen Verhältnisse der Sommersbergzone . .	96
IV. Die „Synklinale“ S₁, die Forstzone und die Antiklinale A₂	100
V. Sedimentpetrographischer Anhang	104
A. Schweremineraluntersuchungen	104
A. Zur Glaukonit- und Foraminiferenfrage	116
VI. Zusammenfassung der wichtigsten Resultate	117
Literaturverzeichnis	120

T A F E L N

T A F E L I

FOSSILIEN AUS DER OBERN SEELAFFE VON BLATTEN-STAAD

- Fig. 1: *Hemipristis serra* L. Ag. (Lateralzahn), Vergr. 1,2 : 1
(Orig. Coll. Stäheli) (Phot. Stauber)
- Fig. 2: *Hemipristis serra* Ag. (Vorderer Lateralzahn), Vergr. 1,6 : 1
(Orig. Coll. Stäheli) (Phot. Stolk)
- Fig. 3: *Hemipristis serra* Ag. (Hinterer Lateralzahn)
(Orig. Coll. Stäheli) (Phot. Stauber)
- Fig. 4: *Notidanus primigenius* Ag., Vergr. 1,5 : 1
(Orig. Coll. Stäheli) (Phot. Stolk)
- Fig. 5: *Notidanus primigenius* Ag., Vergr. 1,5 : 1
(Orig. Coll. Stäheli) (Phot. Stolk)
- Fig. 6: *Odontaspis cuspidata* Ag. (Internseite), Vergr. 1,2 : 1
(Orig. Coll. Stäheli) (Phot. Stauber)
- Fig. 7: *Odontaspis acutissima* Ag., Vergr. 1,25 : 1
(Orig. Coll. Schenk) (Phot. Stauber)
- Fig. 8: *Odontaspis acutissima* Ag.
(Orig. Heimatmuseum Rorschach) (Phot. Stauber)
- Fig. 9: *Odontaspis cuspidata* Ag.
(Orig. Coll. Stäheli) (Phot.: Phot. Inst. E. T. H.)
- Fig. 10: *Odontaspis cuspidata* Ag. (Hinterer Lateralzahn, Oberkiefer)
(Orig. Coll. Schenk) (Phot. Stolk)

Figuren 3, 8, 9, 10 in natürl. Größe

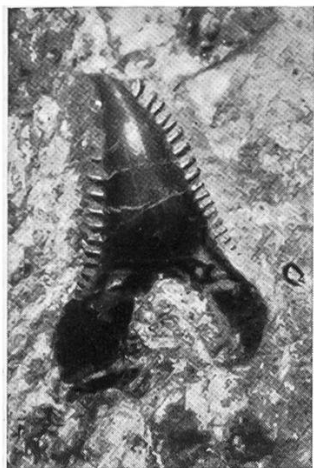


Fig. 1



Fig. 2



Fig. 3

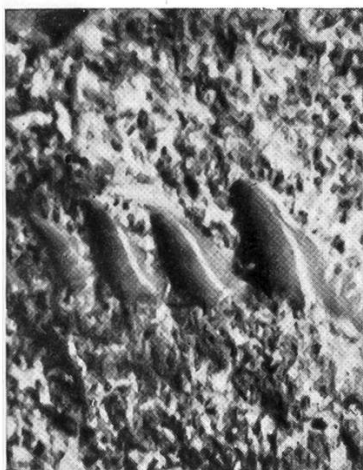


Fig. 4



Fig. 5

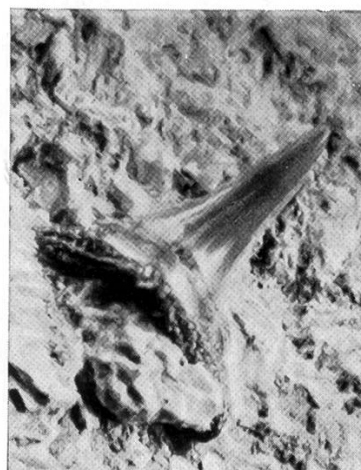


Fig. 6



Fig. 7

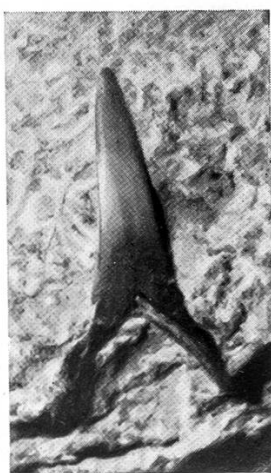


Fig. 8

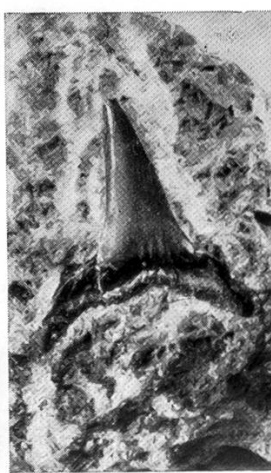


Fig. 9

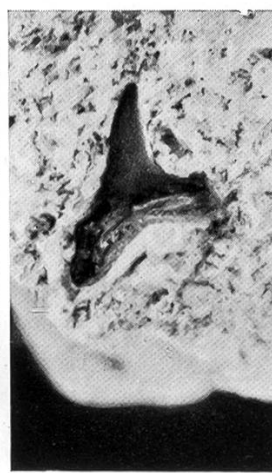


Fig. 10

T A F E L II

FOSSILIEN AUS DER OBERN SEELAFFE VON BLATTEN-STAAD

Fig. 1: *Oxyrhina hastalis* L. Ag. (Erste vordere Zahnreihe des Oberkiefers)
(Orig. Coll. Stäheli) (Phot. Stauber)

Fig. 2: *Oxyrhina hastalis* Ag. (Zahn der ersten Vorderreihe des Oberkiefers)
(Orig. Coll. Stäheli) (Phot.: Phot. Inst. E. T. H.)

Fig. 3: *Oxyrhina hastalis* Ag., Vergr. 1,3 : 1
(Orig. Coll. Stäheli) (Phot. Stauber)

Fig. 4: *Oxyrhina Desori* (Ag.) *Sismonda*
(Orig. Coll. Schenk) (Phot. Stauber)

Fig. 5: *Oxyrhina Desori* (Ag.) *Sismonda*
(Orig. Coll. Schenk) (Phot. Stauber)

Fig. 6: *Oxyrhina Desori* (Ag.) *Sismonda*
(Orig. Coll. Stäheli) (Phot. Stolk)

Fig. 7: *Carcharodon megalodon* Ag. (aus dem Bereich der hintersten
Lateralzähne) (Orig. Coll. Stäheli) (Phot. Stolk)

Fig. 8: *Carcharias* (Hypoprion) spec., Vergr. 1,8 : 1
(Orig. Coll. Stäheli) (Phot. Stolk)

Fig. 9: *Carcharias* (Prionodon) spec., Vergr. 1,5 : 1
(Orig. Coll. Schenk) (Phot. Stauber)

Figuren 1, 2, 4, 5, 6, 7 in natürl. Größe

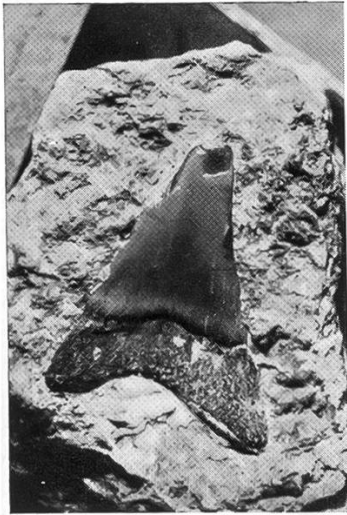


Fig. 1

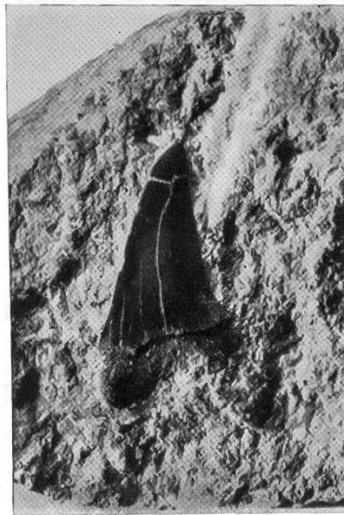


Fig. 2

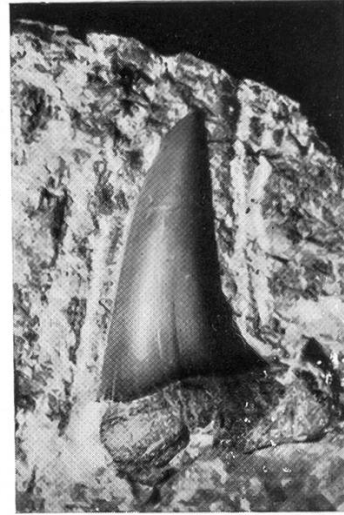


Fig. 3



Fig. 4



Fig. 5

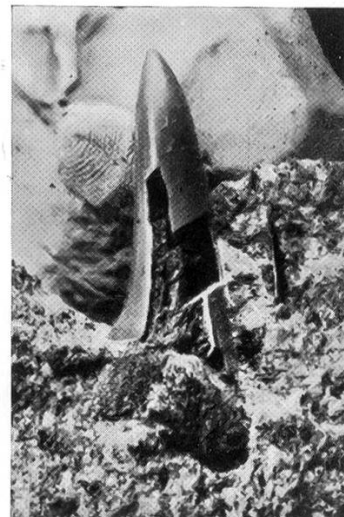


Fig. 6

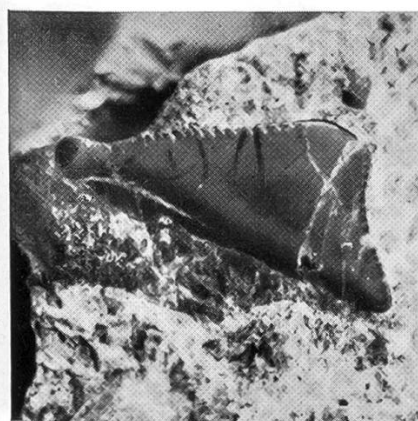


Fig. 7



Fig. 8

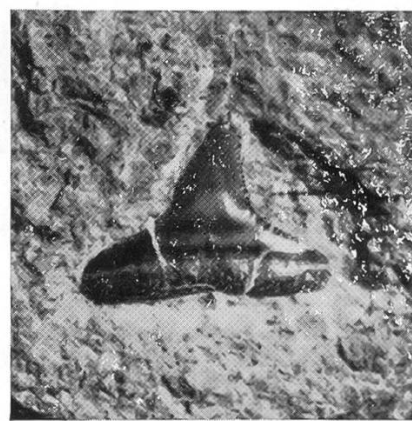


Fig. 9

T A F E L III

FOSSILIEN AUS DER OBERN SEELAFFE VON BLATTEN-STAAD

Fig. 1: Rochenstachel (von Trygon?)

(Orig. Coll. Stäheli) (Phot. Stolk)

Fig. 2: Rochenstachel (von Trygon?)

(Orig. Coll. Stäheli) (Phot. Stauber)

Fig. 3: Rhinoptera Studeri Ag.

(Orig. Coll. Heimatmuseum Rorschach) (Phot. Stolk)

Fig. 4a: Rhinoptera Studeri Ag.

Fig. 4b: idem, Seitenansicht

(Orig. Coll. Stäheli) (Phot. Stolk)

Fig. 5: Große Rhinoptera-Species

(Orig. Coll. Stäheli) (Phot. Stauber)

Fig. 6: Chrysophrys cf. molassica *Probst*

(Orig. Heimatmuseum Rorschach) (Phot. Stolk)

Phot. 7: Hautschild von Acipenser molassicus *Probst?*

(Orig. Coll. Stäheli) (Phot.: Phot. Inst. E. T. H.)

Alle Figuren in natürl. Größe

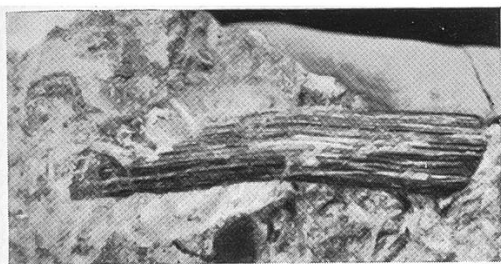


Fig. 1

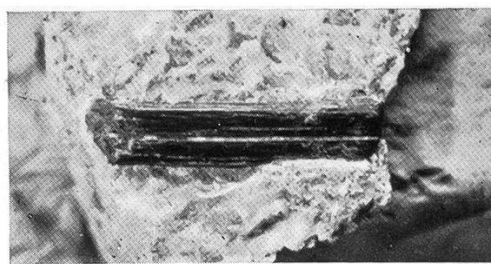


Fig. 2

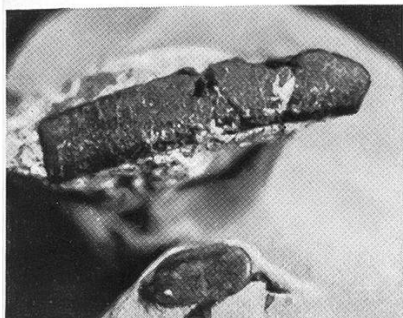


Fig. 3

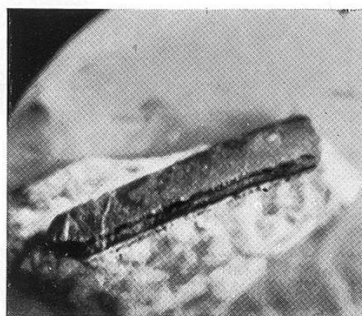


Fig. 4a

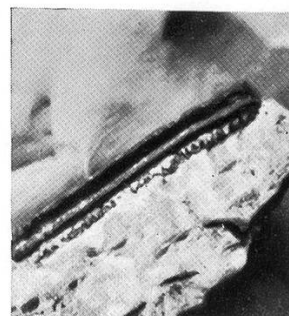


Fig. 4b

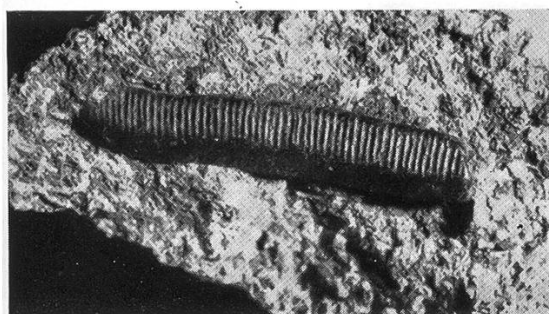


Fig. 5

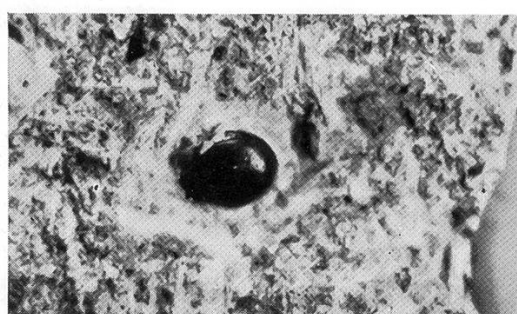


Fig. 6

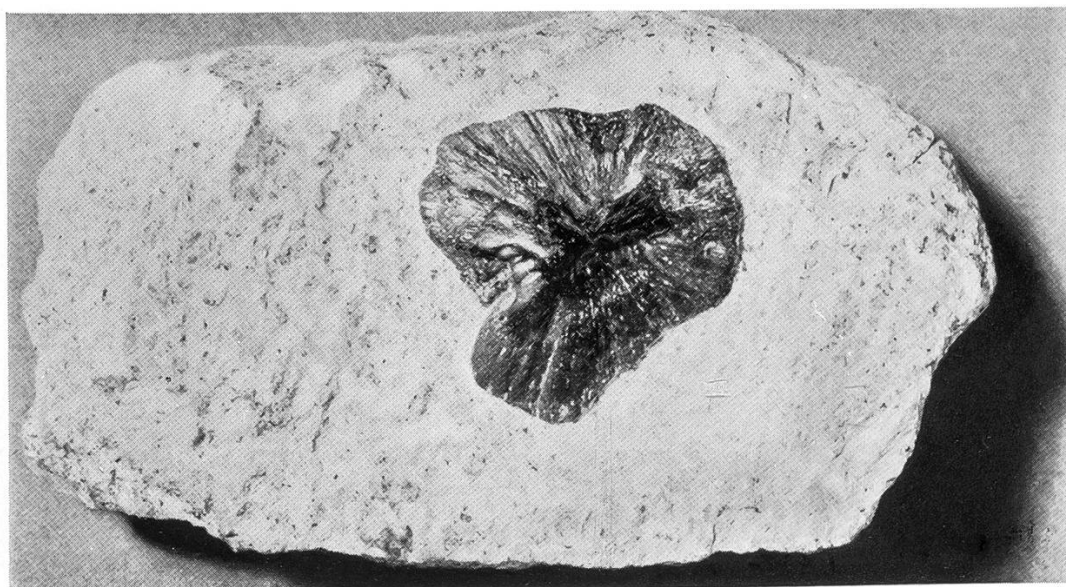


Fig. 7

T A F E L IV a

FOSSILIEN AUS DER OBERN SEELAFFE VON BLATTEN-STAAD

Fig. 1: Hautschild von Crocodilus

(Orig. Coll. Heimatmus. Rorschach) (Phot.: Phot. E.T. H.)

Fig. 2: Panzerfragment einer Schildkröte (Trionyx) } (Orig. Coll. Stäheli)

Fig. 3: Panzerfragment einer Schildkröte (Trionyx) } (Phot. Stauber)

Fig. 4: Cetaceenzahn

(Orig. Coll. Stäheli) (Phot.: Phot. Inst. E. T. H.)

Fig. 5: Exooccipitale dexter von Delphinus

(Orig. Coll. Stäheli) (Phot. Stolk)

Alle Figuren in natürl. Größe



Fig. 1

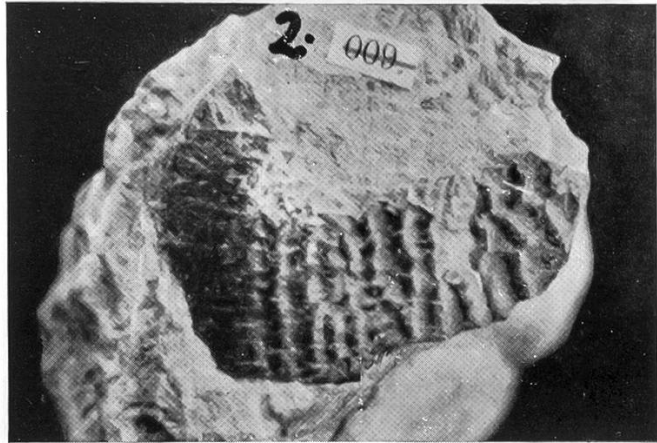


Fig. 2

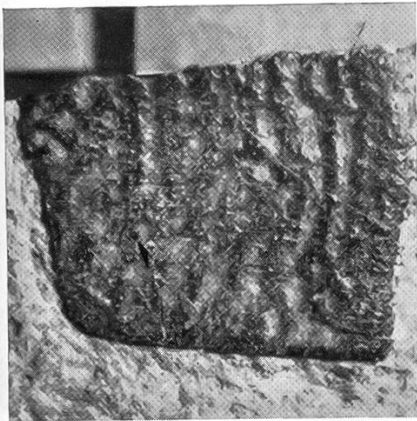


Fig. 3

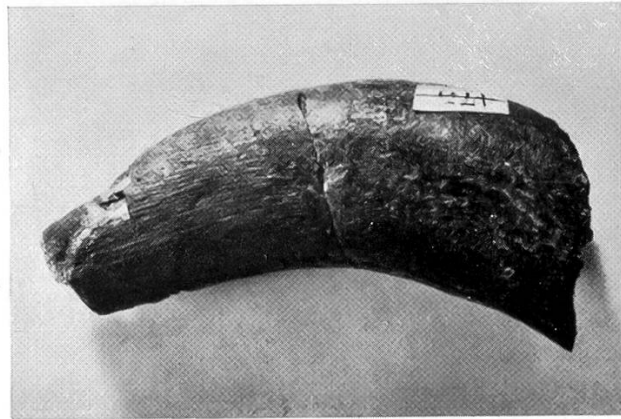


Fig. 4

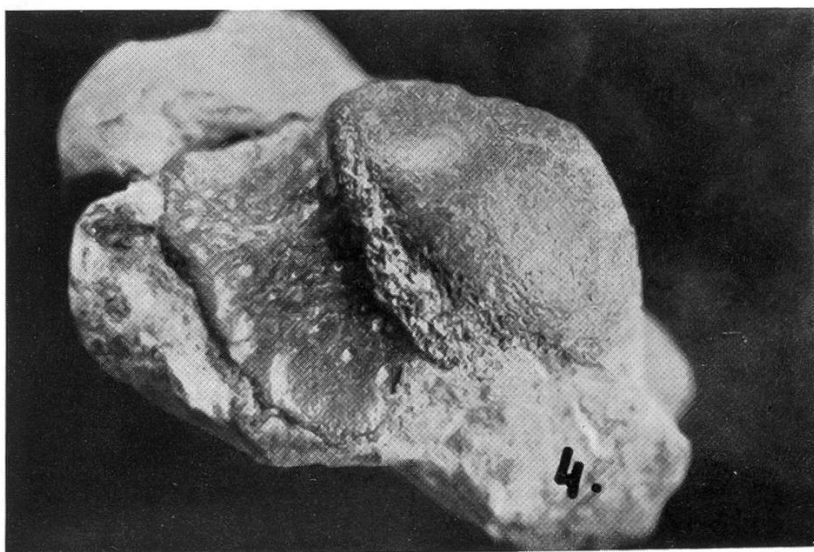


Fig. 5

T A F E L IV b

FOSSILIEN AUS DER OBERN SEELAFFE VON BLATTEN-STAAD

Fig. 6a: Rostrum eines langschnäuzigen Delphins (*D. canaliculatus*)
Oberseite

Fig. 6b: idem, Unterseite
(Orig. Coll. Stäheli) (Phot.: Phot. Inst. E. T. H.)

Fig. 7: Cetaceenzahn, Vergr. 1,3 : 1
(Orig. Coll. Stäheli) (Phot. Stolk)

Fig. 8: Cetaceen-Zahnwurzelfragment
(Orig. Coll. Stäheli) (Phot. Stolk)

Figuren 6 und 8 in natürl. Größe



Fig. 6a

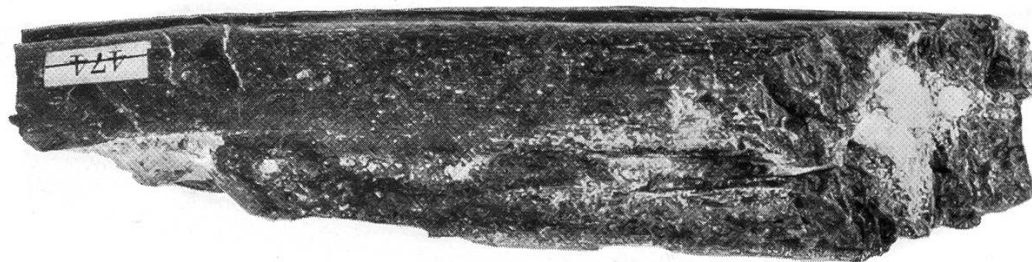


Fig. 6b

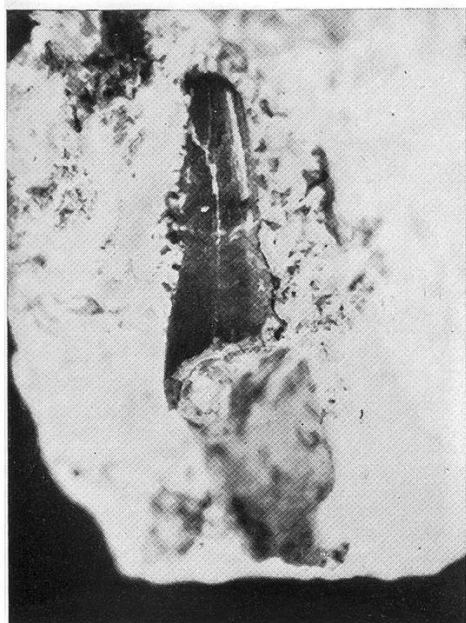
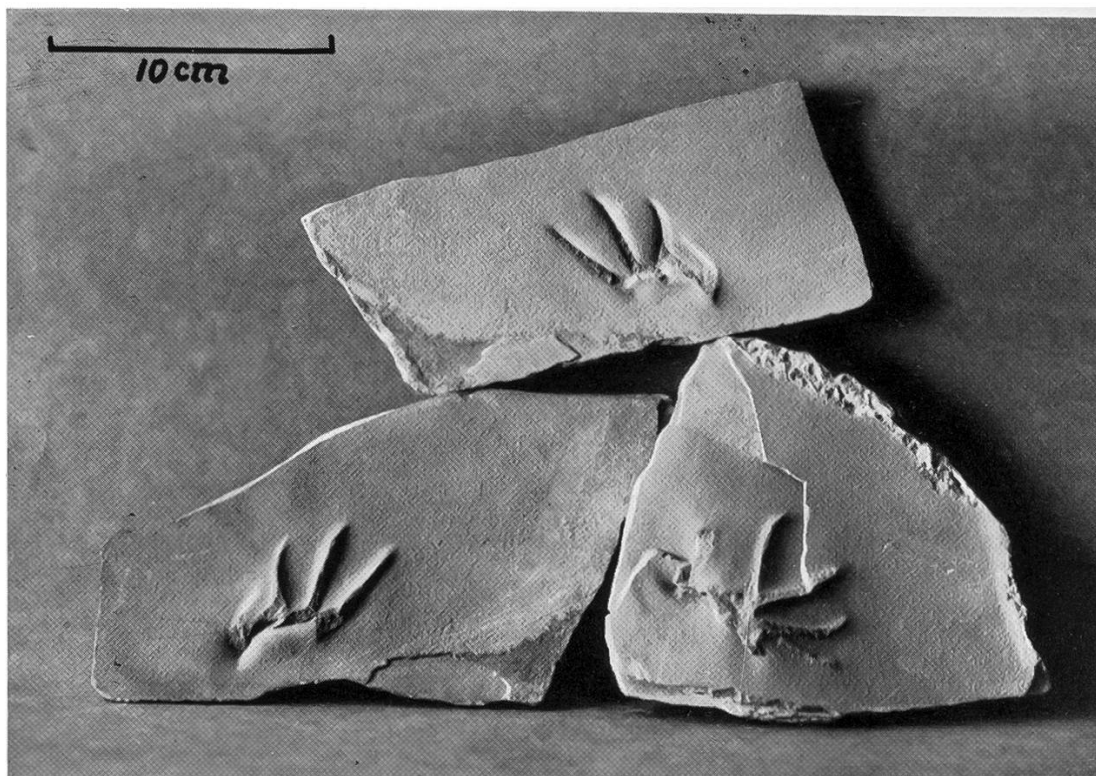


Fig. 7



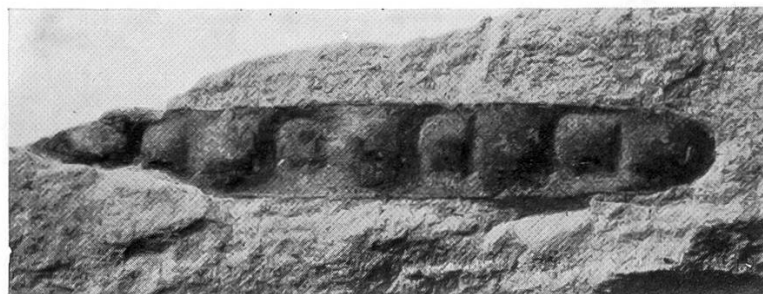
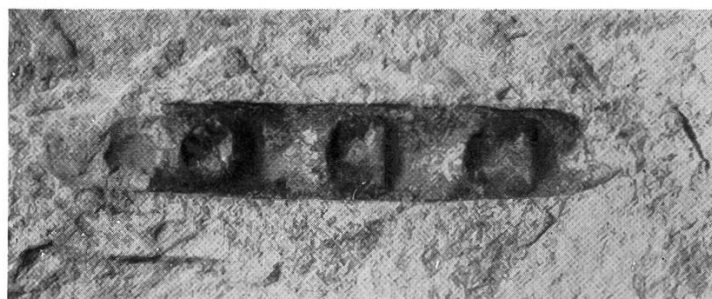
Fig. 8

TAFEL V



(Phot. Moser)

Fig. 1: Fährten eines großen Lacertiliers. Aquitanien; Blaubach bei Reute-Oberegg.



(Phot.: Phot. Inst. E.T.H.)

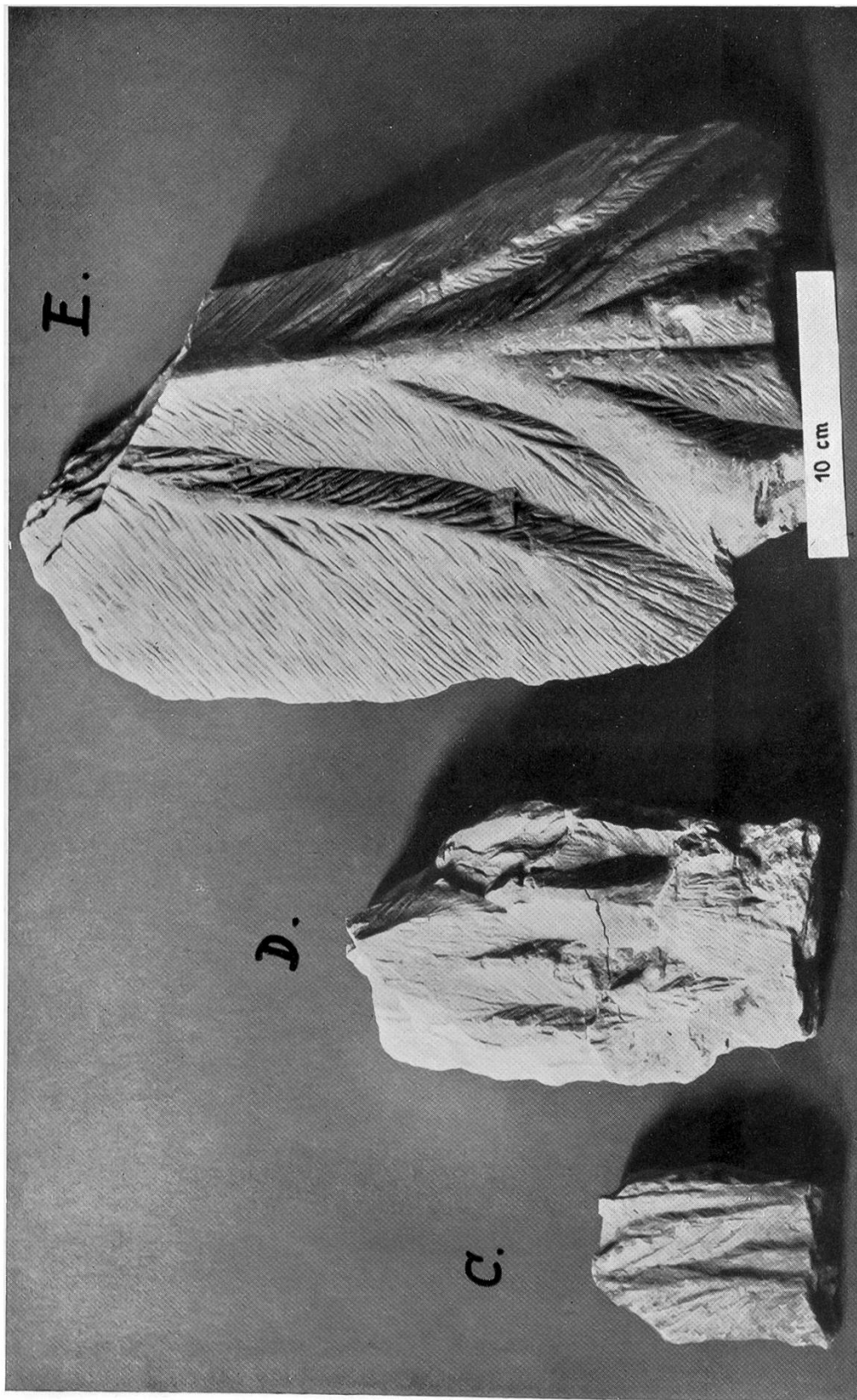
Fig. 2: Schote von *Acacia cycloperma* Heer, (Nat. Gr.) Neg. u. Pos. Chattien: Kalkofen-Berneck.

TAFELN VIa und VIb



(Phot. Moser)

Problematische Pflanzen? - Abdrücke. Chattien; Kalkofen-Berneck



(Phot. Moser)

Problematische Pflanzen? - Abdrücke. Chattien: Kalkofen-Berneck.
E aus dem Aquitanien bei Trogen

Profil durch die östliche stgallisch-appenzellische Molasse zwischen dem Bodensee und dem Stoss.

