

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
Kapitel: I: Der Nord-Schenkel der A1.
DOI: <https://doi.org/10.5169/seals-834818>

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. 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. [Siehe Rechtliche Hinweise.](#)

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. [Voir Informations légales.](#)

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. [See Legal notice.](#)

Download PDF: 18.02.2025

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

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 massivem 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 Mergel-sandsteine 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 oberaquitanen 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. Andrée 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 Kringen	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 Kringen-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 gröberer 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 Witenbachtobel 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 Zusammenhange 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 steinpiperartigen 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 Löffli 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).

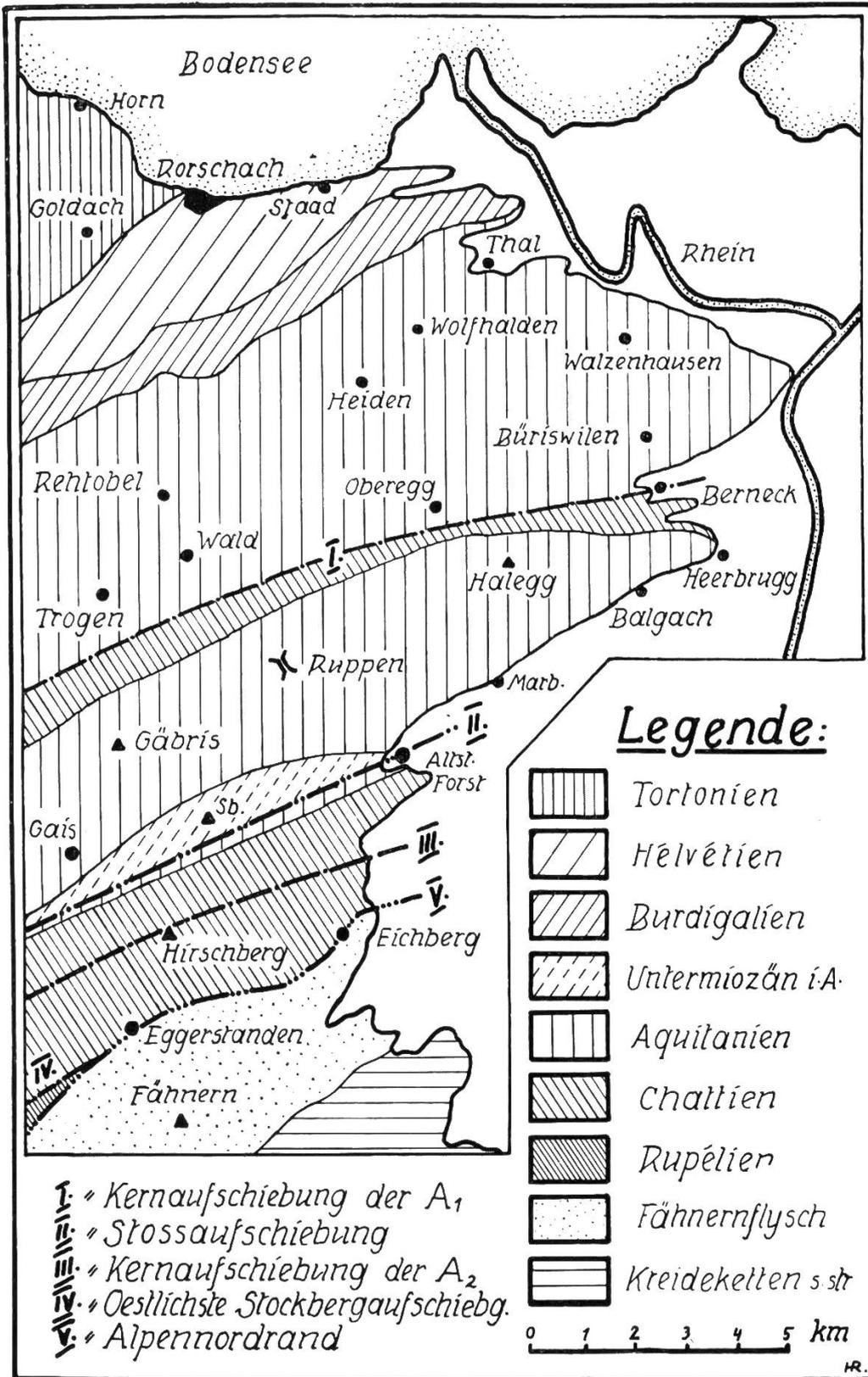


Fig. 1. Tektonisch-stratigraphisches Uebersichtskärtchen der östlichen st. gallisch-appenzellischen Molasse.

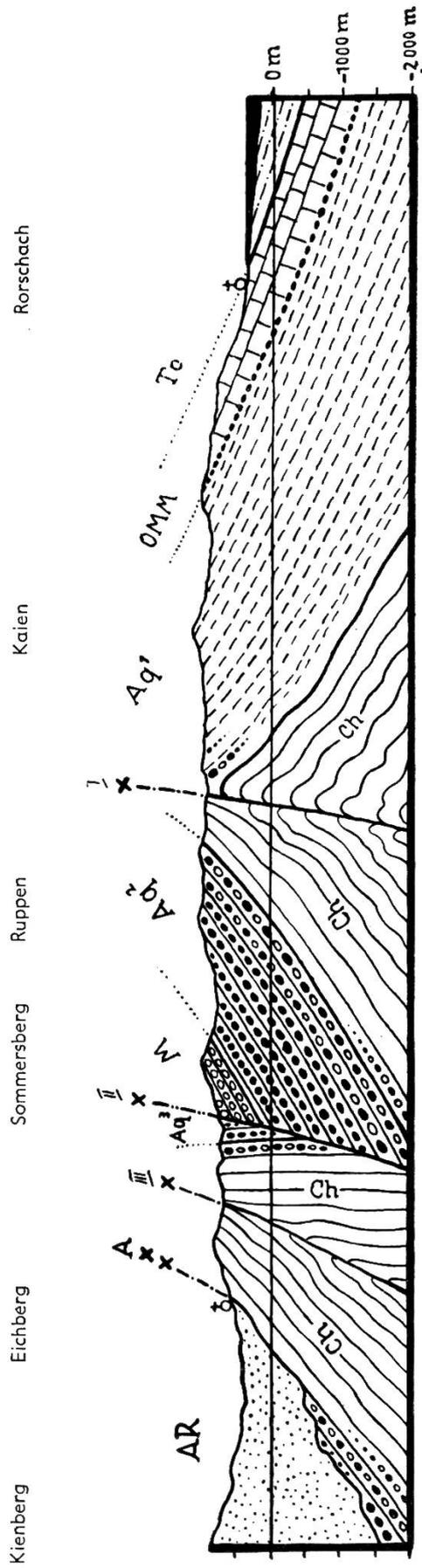


Fig. 2. Schematisches Uebersichtsprofil durch die östliche st. gallisch-appenzellische Molasse.

To = Tortonien, OMM = Helvétien und Burdigalien, M = Untermyozän des Sommersberges, Aq¹ = Aquitanien = granitische Molasse, Aq² = Aquitanien = Gäbriszone
 Aq³ = Aquitanien der Forstzone p. p., Ch = Chattien, AR = Alpine Randketten, I = Kernaufschiebung der A₁, II = Synklinalaufschiebung des Stoß,
 III = Kernaufschiebung der A₂, A = Alpenordrand.

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 Rosentunnels 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 bestimmbareren 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
Galeocerdo 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:

Crocodylia: 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 grob-bankig-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 Feldmühleweiher 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 Nagelfluhorizonte 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 Aequivalente 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 Kohlschichten 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 Kohlschichten“ durchfahren. Leider ist das die ganze OMM umfassende Stollenprofil für weitere stratigraphische Korrelierungen unbrauchbar.

Aquitanien 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 Aquitamergerl, 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 Kohlenestern) 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. hierzu 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 Früh (Lit. 40, p. 75—77) einen
eigenen Abschnitt gewidmet. Zwei Geröllzählungen, eine aus dem öst-
lichen und eine aus dem westlichen Bereich, mögen die Früh'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	
	Anzahl	%	Anzahl	%
Komponenten:				
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 wider-
standsfähigeren Komponenten (Quarze und Quarzite, Hornsteine, Kiesel-
kalke) 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 Korngrößenprung gleichzeitig mit einer sprunghaften Änderung des Abrollungsgrades zusammenfällt, wird u. a. auch von Zingg (Lit. 136) erwähnt.

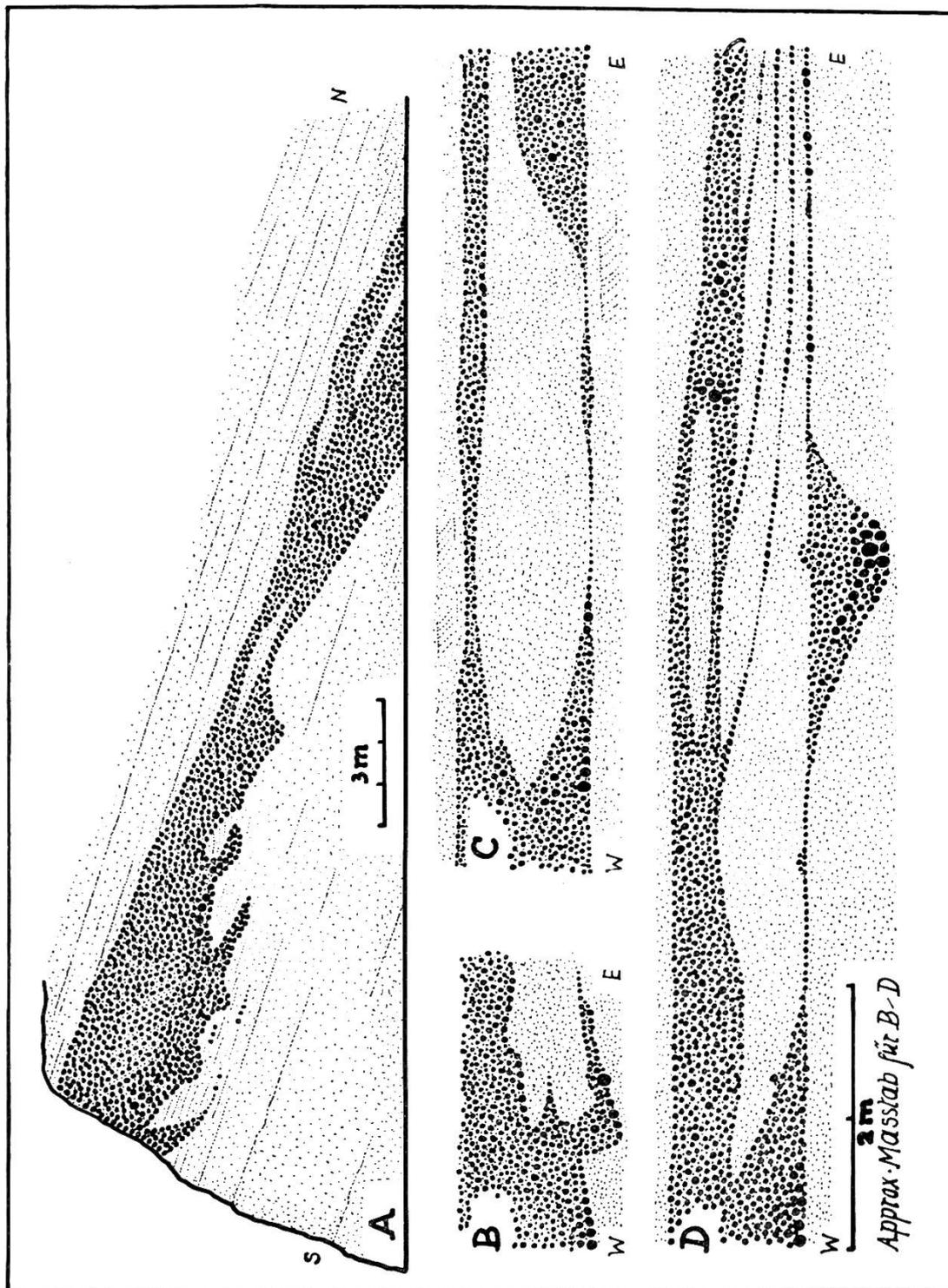


Fig. 3. **Auskeilphänomene im burdigalen Basiskonglomerat.**

- 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 Steirner 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 Ladern „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 wird¹⁴). 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 Grenz Nagelfluh, 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 Helicidenreste 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. hierzu 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 limnoterrestreter 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, Knauermolasse“, 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* Lartet et 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 Aequivalenten 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	<i>limnisch</i>	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
	<i>marin</i>	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: Freudenbergnagelfluh	1–0,1 m	
Burdigalien	<i>limnisch</i>	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
	<i>marin</i>	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
	<i>limnisch</i>	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⁾ Inklusive 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	<i>limnisch</i>	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
		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
	<i>marin</i>	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	<i>limnisch</i>	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
	<i>marin</i>	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 <i>Cardien</i> 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
	<i>limnisch</i>	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 (Freudenbergnagelfluh), 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 Aequivalent 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 hiebei 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 Hörnlifächers 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 auseinanderliegenden Nagelfluhorizonten (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 Gebhardsberges-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 Aequivalent 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 Klauserrippe.

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
Burdigalien	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 Gebhardsberg-nagelfluhen 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

Aquitanien: 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 → W gerichtete Mächtigsabnahme 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 Mächtigsverhältnisse 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 Klaus-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 Hörnlfächer 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 Mächtigsangaben 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 Muschelbrekzie 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 Schwermineralführung aber zeigen die Pfänderpsammite eine auffallende Uebereinstimmung mit den zur Hörnlischüttung 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-

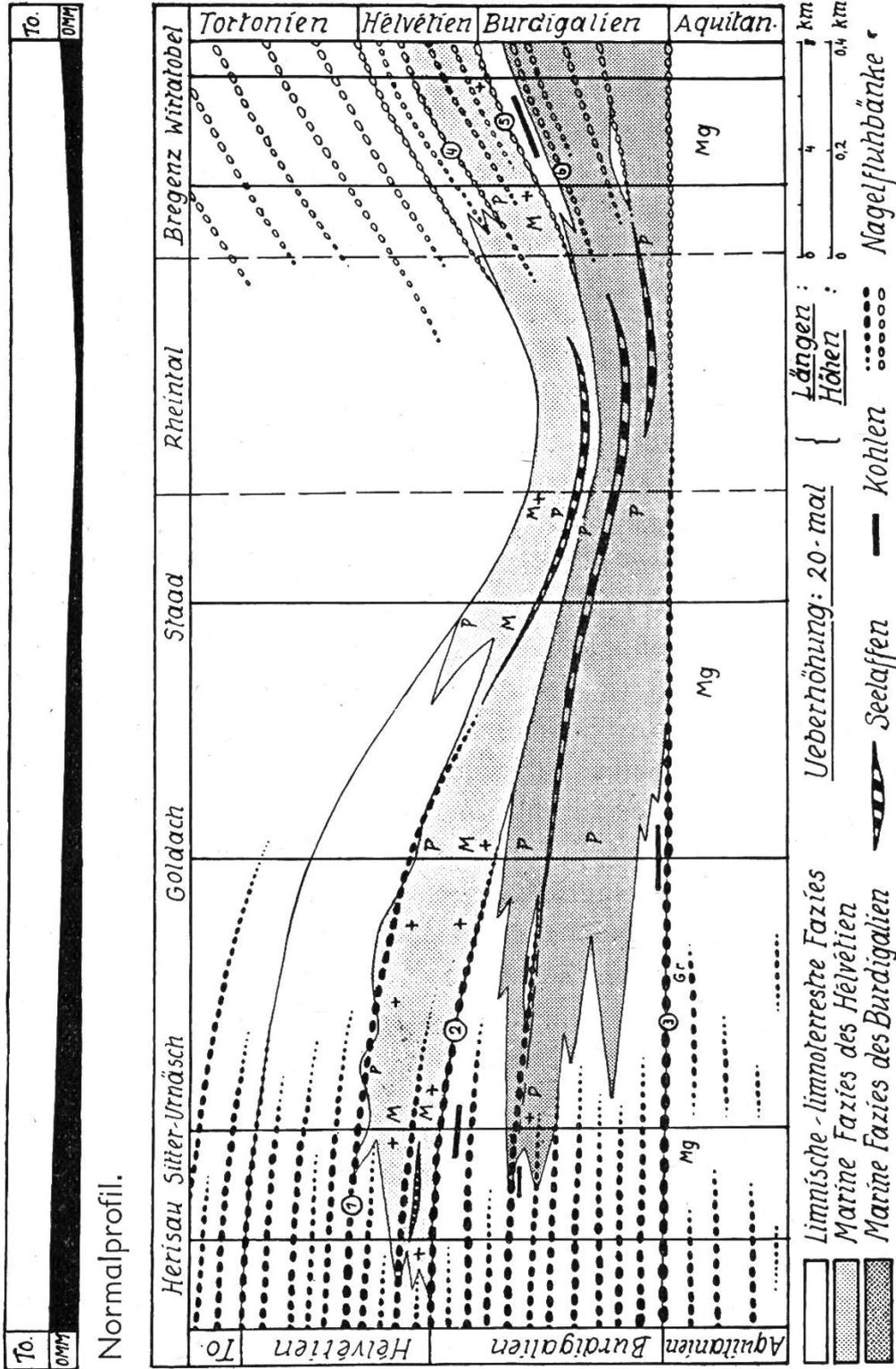


Fig. 4. Das Längsprofil der OMM zwischen Herisau und dem Pfänder.

1 = OGN, 2 = Freudenbergnagelfluh, 3 = BK, 4 = Klaus-Rippe, 5 = Hangendkonglomerat, 6 = Gebhardsbergnagelfluh. M = Fazies der blaugrauen Schiefermergel, P = Fazies der Plattensandsteine, Mg = Oberaquitane Mergel, Gr = granitische Sandstein, + = Marine Fossilien (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 Hörnlifächer 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 (Oberaquitan-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 Oberaquitan (d. h. soweit dieses nach p. 27 nicht bereits zum Burdigalien gehört). Im Uebergangsbereich (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. Schwermineralführung 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, graublau, 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 Querklüftfläche aufsitzenden Kristalle weisen eine bisher aus der ostschweizerischen Molasse unbekannt 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 $[51\bar{1}1]$, 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 Sägertobel 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 Nagelfluh-einlagerungen 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 A₁ von grundsätzlicher Wichtigkeit sind, verdienen sie ganz besonderes Interesse, umsomehr auch, als das Unteraquitan 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
	<hr/> 223	<hr/> 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 hiebei 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-Schwelmühle 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.