Zeitschrift: Eclogae Geologicae Helvetiae
Herausgeber: Schweizerische Geologische Gesellschaft
Band: 48 (1955)
Heft: 2

Artikel: Zur Geologie der Oberen Meeresmolasse von St. Gallen
Autor: Büchi, Ulrich P.
DOI: https://doi.org/10.5169/seals-161959

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

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

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

Download PDF: 01.10.2025

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

Zur Geologie der Oberen Meeresmolasse von St. Gallen

Von **Ulrich P. Büchi**, Zürich

Mikropaläontologischer Beitrag von H. C. G. Knipscheer, München[1])

Mit 6 Figuren und 14 Tabellen im Text und 1 Tafel XIII)

Vorwort

Ausgangspunkt für die vorliegende Studie war die geologische Neubearbeitung der Siegfriedblätter (topographischer Atlas der Schweiz 1 : 25000) Rorschach 78, St. Gallen 79, Heiden 80 (diese 3 Blätter sind auf dem neuen Blatt 1075 Rorschach der Landeskarte der Schweiz 1 : 25000 enthalten), Bauried 81, Rheineck 82, Herisau 219 (= NE-Quadrat von Blatt 1094 Degersheim) und Teufen 222 (= NW-Quadrat von Blatt 1095 Gais). Zur Abklärung gewisser Detailfragen wurde die Kartierung teilweise im Maßstab 1 : 5000 und 1 : 10000 durchgeführt, für welchen Zweck mir die Vermessungsdirektion des Eidgenössischen Justiz- und Polizeidepartements in freundlicher Weise die betreffenden Übersichtspläne zur Verfügung stellte.

Grosser Dank gehört dem Regierungsrat des Kantons St. Gallen, welcher durch einen namhaften Beitrag die Veröffentlichung dieser Publikation ermöglichte.

Besonderes Augenmerk wurde faunistischen Problemen und deren Korrelation zur Fazies geschenkt. In diesem Zusammenhang wurde eine grössere Anzahl von Gesteinsproben gesammelt, welche auf ihre Mikrofauna untersucht wurden.

Näher auf petrographische und lithologische Details, sowie auf das Durchziehen der Leithorizonte einzutreten erübrigt sich, da die Obere Meeresmolasse von St. Gallen dank ihrem Fossilreichtum und den klassischen Aufschlüssen, Sitter-Urnäsch-, Goldach- und Rheintalprofil immer wieder Gegenstand wissenschaftlicher Studien war. Ich möchte hier nur an die Arbeiten von A. Escher von der Linth (1812, 1847), J. C. Deicke (1851, 1852, 1854, 1859), A. Gutzwiller (1870, 1871, 1873/74, 1883), A. Ludwig & Ch. Falkner (1903/4), A. Ludwig (1916, 1922, 1930), F. Saxer (1936, 1942, 1943), R. Rutsch (1929), H. H. Renz (1937/38) und andere erinnern.

---

[1]) Die Bestimmung der Ostracoden wurde in freundlicher Weise von Herrn Dr. Fr. Goerlich, in Firma Deilmann, Bentheim durchgeführt.

Einleitung

Die Obere Meeresmolasse (Helvétien, Burdigalien) von St. Gallen bildet einen Teil des Hörnlischuttfächers, auch Ur-Rheinschüttung genannt, die mit ihren mächtigen Geröllschüben, deren Spitzen bis an den Bodensee im Osten, im Norden bis an den Rhein und im Westen über den Zürichsee hinaus reichen, die insubrischen Bewegungsphasen im Alpenkörper eindrücklich demonstriert (R. STAUB 1934 und U. BÜCHI 1950). Das vorliegende Untersuchungsgebiet befindet sich am E-Rand des Schuttfächers, wo Nagelfluhen generell zugunsten psammitischer und pelitischer Gesteine zurücktreten.

Mit der Transgression des Meeres zur Zeit des Burdigalien und Helvétien ins mittelländische Molassebecken wurden auch weite Teile des Hörnlifächers überflutet. Besonders das Gebiet von St. Gallen vermittelt uns ein eindrückliches Bild von den wechselvollen Beziehungen zwischen Schüttungen einerseits und Transgressionen bzw. Regressionen andererseits.

Zwischen Glatt (Fluss W-Herisau) und Rheintal wurde von U. BÜCHI & F. HOFMANN (1945) eine starke Mächtigkeitszunahme der marinen Bildungen in östlicher Richtung beschrieben, die auf Senkungsvorgänge im Rheintalquerschnitt beruht. Parallel zur Mächtigkeitszunahme verstärkt sich der marine und brackische Einschlag von der Glatt gegen Osten, wohingegen westlich der Glatt marine oder brackische Sedimente fehlen. Erst am Westrand der Hörnlischüttung im Gebiet zwischen Goldingertobel und Zürichsee treten wieder marine Bildungen auf, während im zentralen Schuttfächer zwischen Glatt und Goldingertobel das Burdigalien und Helvétien fluvioterrestrischen und limnischen Charakter besitzt (H. TANNER 1944, U. BÜCHI 1950, U. BÜCHI & G. WELTI 1951, G. WELTI 1952).

Durch den alpinen Schub wurde längs der von K. HABICHT (1943/45) beschriebenen Randunterschiebung (tektonische Grenze zwischen subalpiner und mittelländischer Molasse, s. U. BÜCHI 1950) die subalpine Molasse gegen und unter die starre Nagelfluhmasse des Hörnlischuttfächers gepresst. Als Folge dieser Unterpressung sind die Schichten der Oberen Meeresmolasse als zykloidartiger, nach oben konkaver Bogen aufgerichtet, mit grösstem nordwestlichem Schichtfallen bis zu 30° im S, das gegen N bis auf 15° abnimmt.

Die heutige Ausbisszone bildet ein bis zu 3 km breites Band, das generell mit N 60° E von der Glatt, südlich Herisau, St. Gallen, Goldach und Rorschach gegen das Rheintal hin durchstreicht.

Lithologische Gliederung

Die stratigraphische Gliederung der Oberen Meeresmolasse in Burdigalien und Helvétien geht auf R. RUTSCH (1928) zurück, und alle späteren Untersuchungen haben diese Zweiteilung bestätigt.

Anhand vorzüglicher Leithorizonte, wie Dreilindennagelfluh, obere und untere Seelaffe, konnten sowohl das Burdigalien wie das Helvétien weiter unterteilt werden (siehe U. BÜCHI & F. HOFMANN 1945 und U. BÜCHI 1950). Die neuesten Untersuchungen haben gezeigt, dass sich gegenüber der Gliederung, wie sie vom Verfasser 1950 getroffen wurde, einige Modifikationen ergaben, welche in erster

Linie die oberen Teile des Burdigalien umfassen. Dies rechtfertigt, dass die modifizierte lithologische Gliederung auf nachstehender Tabelle nochmals wiedergegeben wird.

Die Zweiteilung des Helvétien in ein oberes und unteres Stockwerk, wobei die Trennungslinie an die Basis der Solitude-Dreilindennagelfluh gelegt werden muss, ergibt sich aus der Tatsache, dass wir zwei deutliche Sedimentationszyklen erkennen können:

1. Freudenbergnagelfluh und Zone der Schiefermergel, welche durch intensive Verkeilungen miteinander verbunden sind, und
2. Solitude-Dreilindennagelfluh, Zone der oberen Plattensandsteine und Obere Grenznagelfluh, die ebenfalls untereinander schöne Verkeilungsphänomene zeigen.

Zwischen der Dreilindennagelfluh und der Zone der Schiefermergel bestehen keine Verkeilungen; zudem lässt sich, besonders eindrücklich zwischen der Goldach und dem Bodensee feststellen, dass diese Nagelfluh, hier als Geröllschnur entwickelt, in transgressivem Kontakt den Schiefermergeln aufliegt. Lokal lassen sich Erosionsdiskordanzen erkennen, die auf einen, wenn auch kurzfristigen Hiatus in der Sedimentation schliessen lassen (siehe S. 310).

Der ganze marine Komplex unter der Freudenbergnagelfluh (Basis des Helvétien) muss aus paläontologischen Gründen (siehe Seite 288) vermutlich ganz ins untere Burdigalien gestellt werden.

Auch im Burdigalien ergibt sich eine deutliche Zweiteilung:

1. in ein oberes Stockwerk, dem fluvioterrestrischen im E brackischen Zwischenkomplex, wo gelbgraugefleckte Mergelserien vorherrschen, und
2. der tiefern, vorwiegend von Plattensandsteinen aufgebauten Zone, welche durch die beiden Seelaffen (subalpiner Muschelsandstein) weiter untergliedert werden kann.

Im Gegensatz zur Gliederung, die vom Verfasser 1950 publiziert wurde, bildet der Zwischenkomplex die höchste Stufe des Burdigalien, indem die Anlage eines Kliffs im Helvétien nicht im gleichen Masse von Erosionserscheinungen begleitet ist, wie damals postuliert wurde. Das sogenannte marine Oberburdigalien (U. Büchi 1950) ist lediglich ein westlicher Ausläufer des obersten Teiles der Zone der mittleren Plattensandsteine.

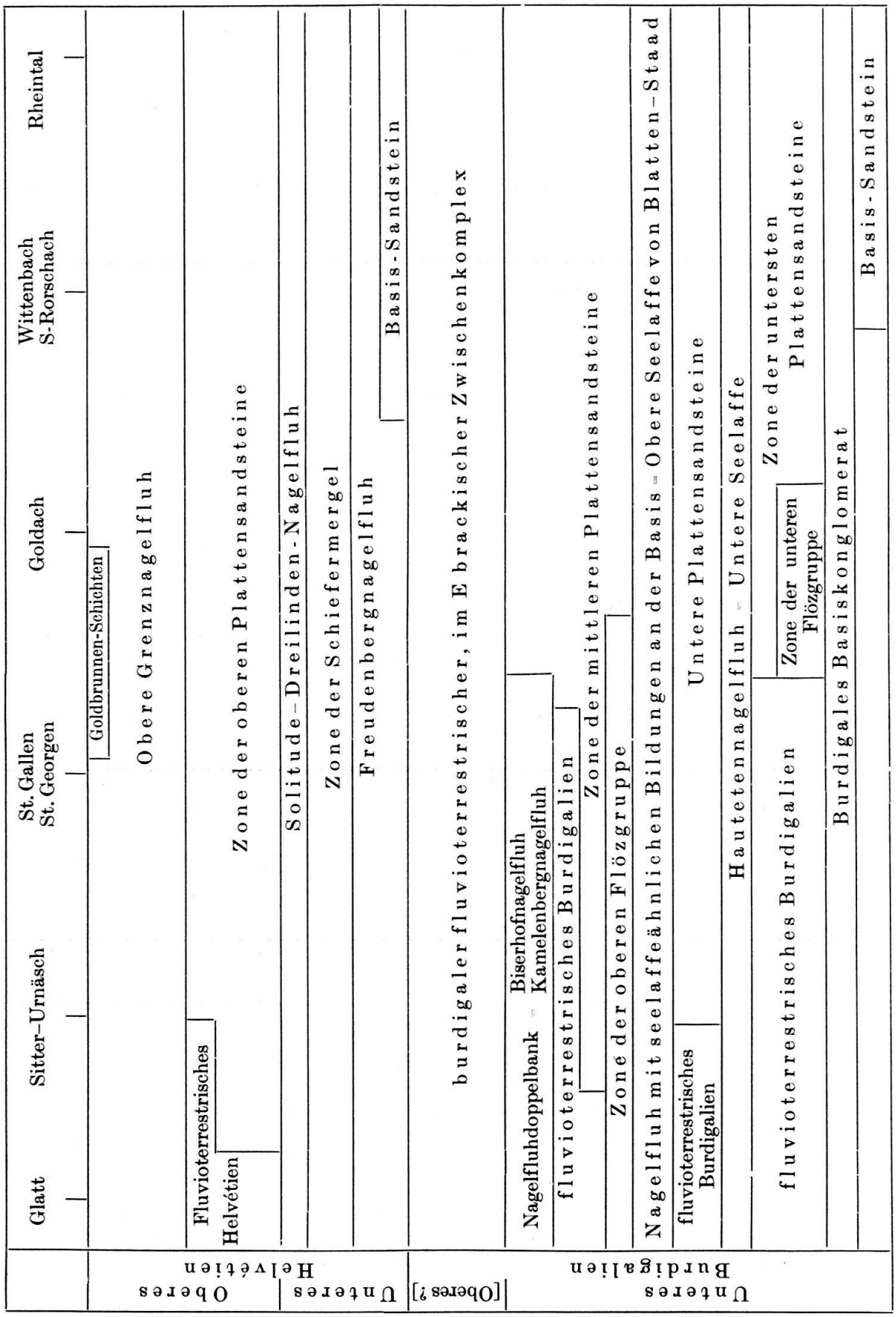
Auf die Details, die zu dieser neuen Konzeption führten, wird in anderem Zusammenhang zurückzukommen sein.

Paläontologie

DIE MAKROFOSSILIEN

Die Obere Meeresmolasse von St. Gallen zeichnet sich durch eine grosse Anzahl von Fossilfundstellen aus. Der Arten- und Individuenreichtum einzelner Lokalitäten, wie Muschelberg im Hagenbuch (SE St. Gallen), Felsenkeller an der Speicherstrasse (Strasse von St. Gallen nach Speicher–Trogen), Mühleggtunnel und Stocken–Kräzern (an der Sitter), um nur die wichtigsten zu nennen, ist enorm, konnten doch allein in diesen vier Fundstellen an Gastropoden und Pelecypoden

Tabelle 1


Glatt
Sitter–Urnäsch
St. Gallen
St. Georgen
Goldach
Wittenbach
S-Rorschach
Rheintal
Oberes Helvétien
Unteres Helvétien
[Oberes ?]
Unteres Burdigalien
Goldbrunnen-Schichten
Obere Grenznagelfluh
Fluvioterrestrisches Helvétien
Zone der oberen Plattensandsteine
Solitude–Dreilinden-Nagelfluh
Zone der Schiefermergel
Freudenbergnagelfluh
Basis-Sandstein
burdigaler fluvioterrestrischer, im Brackischer Zwischenkomplex
Nagelfluhdoppelbank = Biserhofnagelfluh Kamelenbergnagelfluh
fluvioterrestrisches Burdigalien
Zone der mittleren Plattensandsteine
Zone der oberen Flözgruppe
Nagelfluh mit seelaffeähnlichen Bildungen an der Basis = Obere Seelaffe von Blatten–Staad
fluvioterrestrisches Burdigalien
Untere Plattensandsteine
Hautetennagelfluh = Untere Seelaffe
fluvioterrestrisches Burdigalien
Zone der unteren Flözgruppe
Zone der untersten Plattensandsteine
Burdigales Basiskonglomerat
Basis-Sandstein

an die 100 Arten bestimmt werden. Immer wieder waren die Fossilien der st. gallischen Meeresmolasse Gegenstand eingehender Studien, und ich möchte hier nur an die Fossillisten von K. MAYER (1872), A. GUTZWILLER (1883), A. LUDWIG & CH. FALKNER (1901/3), A. FANCK (1929), R. RUTSCH (1929), H. H. RENZ (1937/38) und U. BÜCHI (1950) erinnern. Im einzelnen kann daher auf eine Aufzählung der Arten verzichtet werden.

Um sich ein Bild über die Verteilung der einzelnen Fossilfundstellen innerhalb des Schichtprofils machen zu können, dient das nachstehende Verzeichnis der Fundstellen, unter Angabe neuer Fossilfunde und Anzahl der bisher beschriebenen Arten.

Burdigales Basiskonglomerat

Nagelstein, Koord. 759,275/260,02, Seelaffe, geröllführend: *Pecten* sp. indet., *Cardium* sp. indet., *Ostrea* (*Crassostrea*) *gryphoides* SCHLOTH., *Odontaspis* sp. indet.

Station Tobel-Wienacht, Koord. 758,4/259,3, Nagelfluh mit Plattensandstein verkeilt: *Pecten* sp. indet. (H. H. RENZ 1937/38)

Wald E-Ladern, Koord. 748,34/253,675, grauer Mergel: *Heliciden* (U. BÜCHI 1950)

Steinbruch an der Strasse Riethüsli-Lustmühle, Koord. 745,15/251,975, graue Mergel reich an Kalkalgen:
Pelecypoda: 1 limnische Art
Gastropoda: 1 limnische, 2 terrestrische Formen
Mammalia: 1 terrestrische Art (U. BÜCHI 1950)

Zone der untersten Plattensandsteine

Nagelstein, Koord. 759,275/260,03, geröllführender Plattensandstein:
Pelecypoda: *Thracia* sp. indet., *Cardium* sp. indet.

Wittenbach, Koord. 754,285/257,175, Nagelfluh:
Pelecypoda: 1

Goldach, Koord. 750,55/255,775, Kohlenflöz innerhalb grauer Mergel:
Gastropoda: 2 limnische, 4 terrestrische Formen

Goldach, Koord. 750,8/255,83, Strandagglomerat:
Pelecypoda: 2
Gastropoda: 1 marine und 1 terrestrische Art
Reptilia: ca. 5 cm langer Zahn von *Crocodilus*

Wattwald, Koord. 745,25/252, 225, graugrüner Mergel, reich an Pyrit:
Pelecypoda: *Unio flabellatus* GOLDF.

Untere Seelaffe

Durchgehend führt dieser Leithorizont Cardien, Pecten und Ostreen, im einzelnen sind zu erwähnen:

Goldach, Koord. 750,5/255,86: Pisces: 2 (U. BÜCHI 1950)

Tannacker, Koord. 752,3/256,39: Pisces: 1 (U. BÜCHI 1950)
Pelecypoda: *Ostrea* (*Crassostrea*) *gryphoides* SCHLOTH.

Wittenbach, Koord. 754,2/257,45: Pisces: 1 (U. BÜCHI 1950)

Zone der unteren Plattensandsteine

Rorschacherberg bis Rheintal, Seelaffehorizont, ca. 40 m unter der oberen Seelaffe:
Pelecypoda: *Ostrea* sp. indet., *Cardium* sp. indet., *Ostrea* sp. indet.

Goldach, Koord. 750,225/256,225, Plattensandstein:
Pelecypoda: 1 (A. LUDWIG & CH. FALKNER 1901/3)

Goldach, Koord. 750,23/256,05, Plattensandstein:
Pelecypoda: 1 (A. LUDWIG & CH. FALKNER 1901/3)

Goldach, Koord. 750,29/255,975, Geröllschnur, östlicher Ausläufer der Ringelsbergnagelfluh:
Pelecypoda: *Cardium* sp. indet.

Kurzegg, Koord. 749,15/254,535, Ringelsbergnagelfluh:
Pelecypoda: *Cardium* sp. indet.

Kapf, Koord. 748,875/254,225, seelaffeähnlicher Sandstein:
Pelecypoda: 1 (U. BÜCHI 1950)

Steingrübli, Koord. 747,125/253,475, Ringelsbergnagelfluh:
Pelecypoda: *Cardium* sp. indet.

Steinbruch Beckenhalde, Koord. 746,825/253,8, Mergellinse innerhalb der Plattensandsteine:
Pelecypoda: 3
Gastropoda: 1 (A. LUDWIG & CH. FALKNER 1901/3)

Napfwald, Koord. 746,0/252,65, Plattensandstein:
Pelecypoda: 1 (A. LUDWIG & CH. FALKNER 1901/3)

Riethüsli, Koord. 745,725/252,7, 3 m grauer Kalkmergel innerhalb der Ringelsbergnagelfluh:
Gastropoda: 1 terrestrische Form (A. LUDWIG & CH. FALKNER 1901/3)

Wattwald, Koord. 743,75/251,75, geröllführender Sandstein:
Pelecypoda: *Cardium* (*Cerastoderma*) *edule* L. var. indet.

Wattwald, Koord. 744,725/252,125, Plattensandstein:
Pelecypoda: 1 (A. LUDWIG & CH. FALKNER 1901/3)

Wattwald, Koord. 744,7/252,475, geröllführender Sandstein:
Pelecypoda: *Cardium* sp. indet., *Ostrea* (*Crassostrea*) *gryphoides* SCHLOTH.

Wattwald, Koord. 745,325/252,34, geröllführender Plattensandstein:
Pelecypoda: 1 (A. LUDWIG & CH. FALKNER 1901/3)

Zweibruggen, Sitter, Koord. 743,4/251,675, Ringelsbergnagelfluh in Plattensandstein verkeilt:
Pelecypoda: 1 (U. BÜCHI 1950)

Sitter, Koord. 743,075/251,61, Plattensandstein:
Pelecypoda: 1 (U. BÜCHI 1950)

Obere Seelaffe

Blatten-Staad, Koord. 759,1/261,0:
Pelecypoda: 4
Pisces: 17
Reptilia: 2
Mammalia: 2 marin-litorale, 1 terrestrische Art (H. H. RENZ 1937/38)

Goldach, Koord. 750,2/256,3:
Crustacea: 1
Pelecypoda: 4
Gastropoda: 2
Pisces: 1
Mammalia: 1 terrestrische Art (A. LUDWIG & CH. FALKNER 1901/3; U. BÜCHI 1950)

Riethüsli, Koord. 745,525/252,65:
Pelecypoda: 3
Reptilia: 2 (U. BÜCHI 1950)

In der Held, Koord. 744,1/251,95:
Pelecypoda: 3
Pisces: 1 (A. LUDWIG & CH. FALKNER 1901/3)

Sitter, Koord. 743,075/251,62, seelaffeähnlicher Plattensandstein:
Pelecypoda: 2 (U. BÜCHI 1950)

Urnäsch, Koord. 742,5/251,41, seelaffeähnlicher Plattensandstein:
Pelecypoda: 3 (U. BÜCHI 1950)

Sturzenegg, Koord. 742,3/251,05, seelaffeähnliche Bank, innerhalb der Nagelfluh:
Pelecypoda: *Cardium* (*Cerastoderma*) *edule* L. var. indet.
Tapes (*Callistotapes*) *vetulus* BAST.

Sturzenegg, Koord. 742,2/251,0, seelaffeähnlicher Plattensandstein:
Pelecypoda: 2
Gastropoda: 1
Pisces: 1 (A. LUDWIG & CH. FALKNER 1901/3)

W-Sturzenegg, Koord. 742,0/250,72, seelaffeähnlicher Plattensandstein:
Pelecypoda: 1 (U. BÜCHI 1950)

Zone der mittleren Plattensandsteine-Obere Flözgruppe

Rorschach, Seelaffebank:
Pelecypoda: *Ostrea* sp. indet., *Pecten* sp. indet., *Cardium* sp. indet.

St. Georgen, Biserhof, Koord. 746,85/253,6, Plattensandsteine:
Pelecypoda: *Tapes* (*Callistotapes*) *vetulus* BAST.
Cardium sp. indet., *Ostrea* sp. indet.
Solen sp. indet.

St. Georgen, Weiher bei der Schokoladefabrik, Koord. 746,925/253,53, Plattensandstein:
Pelecypoda: 2 (U. BÜCHI 1950)

St. Georgen, Weiher bei der Schokoladefabrik, Koord. 747,0/253,58, Plattensandstein:
Pelecypoda: 1
Gastropoda: 1 (terrestrische Form) (U. BÜCHI 1950)

Riethüsli, Koord. 745,46/252,645, Plattensandstein:
Pelecypoda: 1 (U. BÜCHI & F. HOFMANN 1945)

Sitter, Koord. 743,025/251,65, Plattensandstein:
Pelecypoda: *Cardium* sp. indet.

Urnäsch, Koord. 742,475/251,47, Plattensandsteine:
Pelecypoda: 2
Gastropoda: 1 (U. BÜCHI 1950)
Natica sp. indet.

Obere Kohlenflözgruppe mit kohlig-kalkigem und kohlig-kieseligem Begleitgestein; durchgehender Horizont von St. Georgen bis Sturzenegg (siehe U. BÜCHI & F. HOFMANN 1945):
Gastropoda: *Planorben*, selten *Heliciden*

Burdigaler Zwischenkomplex

Kräzerntobel bei Loch, Koord. 754,36/259,07, kohliger Kalk:
Gastropoda: 1 (limnische Form) (U. BÜCHI & F. HOFMANN 1945)

Goldach, Koord. 750,275/256,66, grauer etwas kohliger Mergel:
Gastropoda: 3 (terrestrische Formen)
Reptilia: 1 (terrestrische Form)
Mammalia: 6 (terrestrische Formen)
(U. BÜCHI & F. HOFMANN 1945)

Gitzibühl, Koord. 749,325/255,3, grauer Mergel:
Gastropoda: 2 terrestrische Formen
Reptilia: 1 terrestrische Form
Mammalia: terrestrische Formen (nicht näher untersucht)

Sitter, Koord. 742,3/251,7, grauer Mergel:
Gastropoda: 2 (U. BÜCHI 1950) (limnische Formen)

Bach W-Engelen, kohliger Kalk in grauen Mergeln:
Pelecypoda: 1 (limnische Form)
Gastropoda: 1 (limnische Form)

Freudenbergnagelfluh, Helvétienbasis

Hurlibuck (Riff im See) Staad, Koord. 758,3/261,33, geröllführender Sandstein, lokal Seelaffe-Habitus:
Pelecypoda: *Pecten* (*Gigantopecten*) *gallicus* MAYER
Chlamys (*Aequipecten*) *seniensis* LAM. var. *elongatula* SACCO
Meretrix (*Callista*) *lilacinoides* SCHAFFER
Ostrea sp. indet.
Gastropoda: *Calliostoma* sp. indet.
Pisces: 1 (U. BÜCHI 1950)

Bach oberhalb Vogtleuten, Koord. 752,85/257,6, geröllführender Sandstein:
Pelecypoda: *Cardium* (*Cerastoderma*) *edule* L. var. indet.
Cardium (*Trachycardium*) *multicostatum* BROCCHI
Ostrea sp. indet.

Bach im Frauenwald, oberhalb Untereggen-Vorderhof, Koord. 752,2/257,4, geröllführender Sandstein:
Pelecypoda: *Ostrea tegulata* MUENSTER
Ostrea sp., kleine Art
Cardium sp. indet.

Goldach, Martinstobel, Koord. 750,275/256,65, Nagelfluh mit Sandstein verkeilt:
Pelecypoda: *Ostrea* sp. indet.

Freudenberg, Pt. 826,1, Koord. 746,85/253,9, Sandsteine an der Basis der Nagelfluh:
Pelecypoda: 2 (U. Büchi 1950)

St. Georgen (Baugrube), Koord. 746,375/253,75, oberster Teil der Nagelfluh:
Pelecypoda: *Tapes* (*Callistotapes*) *vetulus* Bast.
Meretrix (*Cordiopsis*) *intercalaris* Cossm. & Peyrot
Gastropoda: *Nassa* sp. indet.

Zone der Schiefermergel

Bach im Frauenwald, oberhalb Untereggen-Vorderhof, Koord. 752,0/257,525, geröllführender Sandstein. Zone der Schiefermergel:
Pelecypoda: *Pecten* (*Gigantopecten*) *gallicus* Mayer
Tapes (*Callistotapes*) *vetulus* Basterot
Pholodomya cf. *Alpina* Matheron
Cardium praecellens Mayer
Cardium (*Trachycardium*) *multicostatum* Brocchi
Meretrix (*Cordiopsis*) *intercalaris* Cossm. & Peyrot
Gastropoda: *Turritella* (*Haustator*) *doublieri* Matheron

Bettlerenbach, Koord. 753,025/258,3, Schiefermergel:
Pelecypoda: *Tapes* sp. indet.

Bettlerenbach, Koord. 753,125/258,225, Schiefermergel:
Pelecypoda: *Cardium* (*Trachycardium*) *multicostatum* Brocchi
Tapes (*Callistotapes*) *vetulus* Bast.
Pecten sp. indet.
Ostrea sp. indet.

Strässchen Untereggen–Eggersriet, ?, Schiefermergel:
Pelecypoda: 8 (A. Ludwig & Ch. Falkner 1901/3)

Goldach, Martinstobel, Koord. 750,25/256,75, Schiefermergel:
Anthozoa: eine nicht näher bestimmbare Korallenart
Pelecypoda: 15
Pecten Hornensis Deperet-Roman
Meretrix (*Callista*) *lilacinoides* Schaffer
Gastropoda: 9 (A. Ludwig & Ch. Falkner 1901/3, R. Rutsch 1929, U. Büchi 1950)

Notkersegg, Koord. 748,0/254,55, Schiefermergel:
Crustacea: 2
Pelecypoda: 2
Gastropoda: 15 (A. Ludwig & Ch. Falkner 1901/3)

Felsenkeller Speicherstrasse, 747,5/254,6, Schiefermergel:
Anthozoa: 1
Scaphopoda: 1
Pelecypoda: mindestens 30

Gastropoda: mindestens 30
Bryozoa: 2
Brachiopoda: 1 (A. LUDWIG & CH. FALKNER 1901/3, R. RUTSCH 1929)

Scheitlinsbüchel, Koord. 747,6/254,4, Schiefermergel:
Pelecypoda: 2
Gastropoda: 1 (U. BÜCHI 1950)

Bavaria, Koord. 747,25/245,5, Schiefermergel:
Gastropoda: 1 (A. LUDWIG & CH. FALKNER 1901/3)

Totenweiher: 747,4/254,43, Schiefermergel:
Pelecypoda: 5
Gastropoda: 2 (A. LUDWIG & CH. FALKNER 1901/3, U. BÜCHI 1950)

Dreilinden, ?, wahrscheinlich Schiefermergel, evtl. Dreilindennagelfluh:
Anthozoa: 1
Annelida: 1
Pelecypoda: 1
Gastropoda: 18 (A. LUDWIG & CH. FALKNER 1901/3, R. RUTSCH 1929)

Mühlegg, St. Georgen, Koord. 746,5/253,9, Schiefermergel:
Annelida: 1
Crustacea: 1
Pelecypoda: mindestens 20
Gastropoda: mindestens 20 (A. LUDWIG & CH. FALKNER 1901/3, R. RUTSCH 1929)

Bernegg, Koord. 746,2/253,625, Plattensandsteine:
Pelecypoda: 2 (U. BÜCHI 1950)

Neues Reservoir an der Teufenerstrasse, Koord. 745,325/253,34, Plattensandsteine:
Pelecypoda: 7
Gastropoda: 1 (U. BÜCHI 1950)

Nest Reservoir, ?:
Pelecypoda: 12
Gastropoda: 6 (A. LUDWIG & CH. FALKNER 1901/3)

Sitter-Kubel, Koord. 742,265/251,82, Schiefermergel:
Crustacea: 2
Scaphopoda: 1
Pelecypoda: über 20
Gastropoda: über 30 (A. LUDWIG & CH. FALKNER 1901/3, R. RUTSCH 1929)

Bach W-Engelen, Koord. 741,375/251,0, Schiefermergel:
Pelecypoda: 5
Gastropoda: 5 (U. BÜCHI 1950)
Trigonostoma (*Ventrilia*) *acutangulum* (*Faujas de Saint Fond*) var. indet.

Walketobel, koord. 740,775/250,6, Schiefermergel:
Gastropoda: *Turritella turris* BAST. var. *Studeri* MAYER
Turritella (*Haustator*) *doublieri* MATH.

Schloss an der Glatt, Koord. 738,2/249,2, Schiefermergel:
Pelecypoda: 2
Gastropoda: 1 (U. Büchi 1950)

Solitude-Dreilindennagelfluh

Wasserstollen Sulzberg, Koord. 754,0/259,1, Geröllschnur:
Pelecypoda: 3

Goldach, Koord. 750,2/256,76, Geröllschnur:
Pelecypoda: *Cardium* (*Cerastoderma*) *edule* L. var. indet.

Bavaria, Koord. 747,325/254,525, Nagelfluh:
Pelecypoda: 1 (A. Ludwig & Ch. Falkner 1901/3)

Hochwachtstrasse, Koord. 744,1/253,0, Nagelfluh:
Gastropoda: 3 (U. Büchi 1950)
Turritella turris Bast. var. *Studeri* Mayer
Turritella (*Haustator*) *doublieri* Math.

Zone der oberen Plattensandsteine

Hagenbuch, Muschelberg, Koord. 747,95/254,925 (Hauptlokalität), die sandige Fossilbank lässt sich über einige hundert Meter verfolgen:
Anthozoa: 1
Crustacea: 3
Pelecypoda: über 50
Gastropoda: über 50
Bryozoa: 2
Echinozoa: 1 (A. Ludwig & Ch. Falkner 1901/3, R. Rutsch 1929, U. Büchi 1950)

Felsenkeller Hagenbuch, Koord. 747,96/254,84, Schiefermergel und Plattensandstein:
Pelecypoda: über 15 (A. Ludwig & Ch. Falkner 1901/3)

Tivoli, Koord. 747,85/254,74, ?:
Pelecypoda: über 10

Steingrube, Koord. 747,3/254,65, wahrscheinlich Sandsteine, heute nicht mehr aufgeschlossen:
Spongiaria: 1
Anthozoa: 1
Annelida: 2
Crustacea: 2
Scaphopoda: 2
Pelecypoda: über 50
Gastropoda: über 50
Bryozoa: 3
Pisces: 1 (A. Ludwig & Ch. Falkner 1901/3, R. Rutsch 1929)

Mühleggtunnel, Koord. 746,4/254,0—254,15, bei den Fundortsangaben wird kein bestimmtes Niveau genannt. Ein Teil der Fossilien entstammt somit

auch der Dreilindennagelfluh und dem obersten Teil der Zone der Schiefermergel:

Annelida: 1
Crustacea: 1
Pelecypoda: über 30
Gastropoda: über 50 (A. LUDWIG & CH. FALKNER 1901/3, R. RUTSCH 1929, U. BÜCHI 1950)

Mülitobel, Koord. 746,31/253,96, subaquatische Rutschung innerhalb der Plattensandsteine:

Pelecypoda: *Cardium* sp. indet.
Tapes sp. indet.

Menzeln, Koord. 744,1/252,4, Plattensandsteine:

Pelecypoda: 5
Gastropoda: 6 (U. BÜCHI 1950)

Menzeln, Koord. 744,03/252,475, Schiefermergel:

Pelecypoda: 2
Gastropoda: 3 (U. BÜCHI 1950)
Pirula (*Urosyca*) *burdigalensis* SOWERBY

Kräzern, Stocken, Koord. 742,25/251,925, Plattensandstein, z. T. Schiefermergel:

Anthozoa: *Madreporaria* nicht näher bestimmbar
Crustacea: 1
Pelecypoda: über 30
Gastropoda: über 40
Echinozoa: 2
Pisces: 2 (A. LUDWIG & CH. FALKNER 1901/3, R. RUTSCH 1929, U. BÜCHI 1950)

Gübsenweiher, Koord. 742,075/251,635, Sandsteine z. T. mergelig:

Pelecypoda: 2
Gastropoda: 3 (U. BÜCHI 1950)

Bach W-Engelen, Koord. 741,31/251,125, Plattensandsteine:

Pelecypoda: *Cardium* sp. indet.

Moosbergbach, Koord. 740,1/250,275, Plattensandstein mit seelaffeähnlicher Fossilbank:

Pelecypoda: 6
Gastropoda: 1 (U. BÜCHI 1950)

Steinbruch SE-Herisau, Koord. 739,87/250,075, Plattensandstein mit seelaffeähnlicher Fossilbank:

Pelecypoda: 4 (U. BÜCHI 1950)

Obere Grenznagelfluh

Steinbruch Hof Tablat, Koord. 748,62/255,44, Sandsteine mit Nagelfluh verkeilt:

Pelecypoda: 2 (A. LUDWIG & CH. FALKNER 1901/3, U. BÜCHI 1950)
Cardium (*Cerastoderma*) *edule* L. var. indet.
Cardium praecellens MAYER

Mülitobel, Koord. 746,3/253,97, Nagelfluh mit Sandstein verkeilt:
Pelecypoda: 1 (U. Büchi 1950)
Goldbrunnen, Koord. 747,8/255,0, Schiefermergel:
Pelecypoda: 1 (A. Ludwig & Ch. Falkner 1901/3)
Cardium (*Trachycardium*) *multicostatum* Brocchi
Cardium (*Cerastoderma*) *edule* L. var. indet.
Cardium praecellens Mayer
Tapes (*Callistotapes*) *vetulus* Bast.
Ostrea sp. indet.
Pecten sp. indet.
Gastropoda: *Turritella* (*Haustator*) *doublieri* Matheron
Natica sp. indet.

Aus der Zusammenstellung der Fossilfundstellen (S. 270–272) geht deutlich hervor, dass artenreiche Fundlokalitäten auf das Helvétien beschränkt sind. Daraus darf jedoch ein mehr brackisches Ablagerungsmilieu für die Zeit des Burdigalien nicht abgeleitet werden, da litoral-marine Makrofossilien sich in fast allen Zonen des Burdigalien nachweisen liessen (siehe Tabelle 2, S. 270–272, und U. Büchi 1950).

Aus Tabelle 2 ist ersichtlich, dass einzig der burdigale Zwischenkomplex keine litoralen oder marinen Makrofossilien führt, weshalb er seinerzeit als fluvioterrestrische Bildung angesprochen wurde (U. Büchi & F. Hofmann 1945, U. Büchi 1950). Erst die Untersuchung der Mikrofauna ergab (siehe S. 276), dass Teile dieser Zone in brackischem Milieu zur Ablagerung gelangten.

Allgemein fehlen im Burdigalien artenreiche Fundstellen, wofür die Ursache in den Ablagerungsbedingungen gesucht werden muss. Die Fundstellen beschränken sich fast ausschliesslich auf die Seelaffen[2]), Geröllbänder, Basis der Nagelfluhbänke und die seltenen Mergelhorizonte, während die am Aufbau des Burdigalien massgebend beteiligten Plattensandsteine meist völlig steril sind. Die Ablagerung der Geröllhorizonte, wie auch die Seelaffen, die ja gegen Westen häufig in Nagelfluhen übergehen, ist auf Reaktivierung der Transportkraft der östlichen Deltaarme des Ur-Rheins, als Folge ruckartiger Senkungen im Rheintalquerschnitt, zurückzuführen. Dabei kam es zu einer Zusammenschwemmung und rascher Einbettung der Faunen.

Dagegen sind die Plattensandsteine Zeugen relativ ruhiger Sedimentation ohne nennenswerte ruckartige Senkungsvorgänge. Rippelmarken, Prielen, Kriechspuren u.a.m. sprechen für Wattenmeerverhältnisse zur Zeit ihrer Ablagerung (siehe hiezu auch J. Speck 1946). Die geringe Zufuhr von Sand und Schlammmaterial vom Festlande her, sowie die Einwirkung der Gezeitenströmungen schuf Verhältnisse, die für die Fossilisierung denkbar ungünstig waren; so handelt es sich bei Fossilfunden in den Plattensandsteinen meist nur um schlecht erhaltene Einzelstücke.

Im Gegensatz zum Burdigalien zeichnet sich das Helvétien durch artenreiche Fundstellen aus, doch beschränken sich diese auf das Gebiet zwischen Herisau und der Goldach. Trotz ähnlicher lithologischer Ausbildung sind Fossilfunde in der Zone der Schiefermergel östlich der Goldach selten, und zudem lassen sich nur

[2]) Lokalname für die Muschelsandsteinhorizonte am Bodensee bei Staad.

Tabelle 2. Übersicht über das Auftreten der Fossilien in den einzelnen Zonen der Oberen Meeresmolasse

		Burdigalien						Helvétien			
		Burdigales Basiskonglomerat	Unterste Plattensandsteine	Obere Seelaffe – Untere Plattensandsteine – Untere Seelaffe	Obere Flözgruppe	Mittlere Plattensandsteine	Burdigaler Zwischenkomplex	Freudenbergnagelfluh	Zone der Schiefermergel	Obere Plattensandsteine Dreilindennagelfluh	Obere Grenznagelfluh
Spongiaria Kalkschwämme	oberste Meereszone, oft im Gezeitenbereich									—	
Anthozoa	marin.								—	—	
Echinoidea	marin.		—					—	—	—	
Vermes Serpula	marin.								—	—	
MOLLUSCOIDEA											
Bryozoa	marin.	—	—	—					—	—	
Brachiopoda	(Lingula) marin-litoral . .									—	
PELECYPODA:											
Clavagellidae	marin.									—	
Thraciidae	marin.		—							—	
Pholadomyidae	marin.			—					—	—	
Pholadidae	litoral-marin			—					—	—	
Teredidae	marin.			—				—	—	—	
Gastrochaenidae	marin.									—	
Myidae	marin-litoral-brackisch . .								—	—	
Glycymeridae	marin-litoral			.....					—	—	
Solenidae	marin-litoral-brackisch . .			—		—			—	—	
Mactricidae	marin-litoral-brackisch Seichtwasser, im Schlamm oder Sand eingegraben .			—					—	—	
Tellinidae	marin-litoral-brackisch . .			.....					—	—	
Psammobiidae	marin.								—	—	
Veneridae	marin-litoral-brackisch . .			—	—	—		—	—	—	—
Cardiidae	marin vorw.; ertragen grosse Änderung des Salzgehaltes, bis fast ausgesüsst .	—	—	—	—	—		—	—	—	—
Chamidae	marin, meist festgewachsen								—	—	
Ungulidae	marin.									—	
Carditidae.	marin.								—	—	
Nayadidae	limnisch	—	—								
Arcidae	marin.			.....					—	—	
Nuculidae	marin.	Fundort nicht näher bezeichnet									
Mytilidae (Dreissensia) . .	marin (brackisch-limnisch)									—	
Aviculidae	litoral, bevorzugte Tiefen von 8–20 m			—					—	—	
Pernidae	marin.	Fundort nicht näher bezeichnet									
Pinnidae	litoral, kaum über 100 m Tiefe, stille Buchten mit Schlammgrund								—	—	—

Tabelle 2. (Fortsetzung)

		Burdigalien						Helvétien			
		Burdigalos Basiskonglomerat	Unterste Plattensandsteine	Obere Seelaffe – Untere Plattensandsteine – Untere Seelaffe	Obere Flözgruppe	Mittlere Plattensandsteine	Burdigaler Zwischenkomplex	Freudenbergnagelfluh	Zone der Schiefermergel	Obere Plattensandsteine Dreilindennagelfluh	Obere Grenznagelfluh
Pectinidae	marin	—	—	—				—	—	—	—
Ostreidae	marin-litoral-brackisch Flussmündungen (Crassostreen litoral)	—	—	—	—	—		—	—	—	—
Limidae	marin (frei schwimmend oder sessil)								—	—	
Anomiidae	marin								—	—	
Scaphopoda	marin								—	—	
GASTROPODA											
Fissurellidae	marin, z. T. stenohalin			.....					—	—	
Auriculidae	Strandbewohner, Salzsümpfe, Flussmündungen, z. T. Landformen									—	
Trochidae	marin			—				—	—	—	
Turbinidae	marin							—	—	—	
Naticidae	marin				—				—	—	—
Xenophoridae	marin								—	—	
Calyptraeidae	marin			.....					—	—	
Solariidae	marin									—	
Thiaridae	limnisch, seltener brackisch	—	—				—			—	
Turritellidae	marin		—	—	—				—	—	—
Vermetidae	marin									—	
Scalidae	marin								—	—	
Mathidlidae	marin									—	
Cerithiidae	marin-litoral-brackisch								—		
Cypraeidae	marin								—	—	
Doliidae	marin								—	—	
Cassididae	marin								—	—	
Muricidae	marin								—	—	
Ocenebrinae	marin									—	
Tritonidae	marin									—	
Columbellidae	marin								—	—	
Nassidae	marin			—					—	—	
Buccinidae	marin								—	—	
Chrysodomidae	marin								—	—	
Turbinellidae	marin			.....					—	—	
Fusidae	marin								—	—	
Mitridae	marin								—	—	
Olividae	marin									—	
Cancellariidae	marin								—	—	

Tabelle 2. (Fortsetzung)

		Burdigalien						Helvétien			
		Burdigales Basiskonglomerat	Unterste Plattensandsteine	Obere Seelaffe – Untere Plattensandsteine – Untere Seelaffe	Obere Flözgruppe	Mittlere Plattensandsteine	Burdigaler Zwischenkomplex	Freudenbergnagelfluh	Zone der Schiefermergel	Obere Plattensandsteine Dreilindennagelfluh	Obere Grenznagelfluh
Pleurotomidae	marin								—	—	
Conidae	marin								—	—	
Zonitidae	terrestrisch		—								
Helicidae	terrestrisch	—	—		—		—				
Clausilidae	terrestrisch	—									
Pupilidae	terrestrisch		—								
Hydrobiidae	limnisch-brackisch									—	
Lymnaeidae	limnisch		—								
Planorbidae	limnisch		—		—		—				
CRUSTACEA: Balanidae	litoral-marin			—					—	—	
Ostracoda	marin bis limnisch	—	—				—		—	—	
Decapoda	marin, limnisch oder terrestrisch								—	—	
PISCES: SELACHII											
Trygonidae	marin			—							
Myliobatidae	marin			—							
Notidanidae	marin			—							
Carchariidae	marin			—							
Lamnidae	marin	—		—				—		—	
TELEOSTOMI											
Acipenseroidei	marin			—							
TELEOSTEI											
Sparidae	litoral-marin			—							
REPTILIA											
TESTUDINATA											
Cryptodira	terrestrisch						—				
Trionychia	litoral-marin		—								
CROCODILIA	litoral-limnisch-terrestrisch		—	—							
MAMMALIA:											
Insectivora	terrestrisch						—				
Cetacea	marin			—							
Rodentia	terrestrisch						—				
Ruminantia	terrestrisch	—		—			—				
Sirenia	litoral-brackisch			—							

wenige Arten nachweisen, vorwiegend Pelecypoden. Noch deutlicher kommt dieser Unterschied zwischen Ost- und Westgebieten in der Zone der Oberen Plattensandsteine zum Ausdruck. Während sich die arten- und individuenreichsten Fundstellen im Gebiet von Hagenbuch und Steingrube (S-Rand der Stadt St. Gallen) befinden, ist schon an der Goldach und von hier bis an den Bodensee der gesamte Komplex völlig steril. Einzig die Geröllschnur an der Basis der Plattensandsteine (Dreilindennagelfluh) führt vereinzelt *Ostreen*, *Cardien* und *Pecten*.

Während für diese Zone die Plattensandsteinfazies mitverantwortlich für die Fossilarmut gemacht werden kann, müssen für die Zone der Schiefermergel andere Faktoren bestimmend gewesen sein, da keine nennenswerten lithologischen Veränderungen von W nach E feststellbar sind. Das Überwiegen mergeliger Gesteine scheint somit nicht primär der Grund für die Fossilanhäufungen westlich der Goldach zu sein, sondern in erster Linie die Küstennähe der Westgebiete. Stille Buchten, die Ästuarien der Flüsse und die zeitweise geringe Zufuhr von Schwemmstoffen vom Festlande her schufen Verhältnisse, die eine üppige Entwicklung der Faunen begünstigten, andererseits aber durch plötzliche Veränderung des Salzgehaltes durch Zufuhr von Süsswasser bei Reaktivierung der Transportkraft der Deltaarme zu Massensterben der Faunen und rascher Einsedimentation führten.

DIE MIKROFAUNEN[3])

(H. C. G. Knipscheer)

Zusammenstellung der untersuchten Gesteinsproben

Probe V 211: Steinbruch an der Strasse Riethüsli–Lustmühle, Koord. 745,175/251,98. Graue Mergel reich an Kalkalgen, mit limnischer Makrofauna:
Zwischen mittlerer und oberer Nagelfluhbank, des burdigalen Basiskonglomerates.
Sehr spärliche Mikrofauna:
Rotalia beccarii (L.)
Globigerina sp.
Globorotalia cf. *crassata* (Cushm.) (umgelagert aus dem Eozän!).
Ostracoda
Im Schlämmrückstand Glaukonit. Brackisch-litorale Faunengemeinschaft.

Probe V 212: Gleiche Lokalität, gleiches Gestein.
Sehr spärliche Mikrofauna:
Globigerina sp. } umgelagert aus dem Eozän.
Globorotalia cf. *crassata* (Cushm.) }
Cibicides lobatulus (W. & J.)
Cibicides cryptomphalus (Reuss)
Cibicides sp.
Im Schlämmrückstand Glaukonit. Brackisch-litorale Faunengemeinschaft.

Probe V 218: Strasse Grub–Wienacht, Koord. 756,93/258,27. Erstes graues Mergelband über dem burdigalen Basiskonglomerat.
Zone der untersten Plattensandsteine.
Sehr spärliche Mikrofauna:
Dentalina sp.
Bolivinoides aff. *concinna* Knip. & Mart.
Rotalia beccarii (L.)

[3]) Belegmaterial der bearbeiteten Mikrofaunen, unter den aufgeführten Nummern, sind im Bayerischen Geologischen Landesamt München aufbewahrt.

Cibicides cryptomphalus (REUSS)
Echinidenstacheln
Brackisch-marine Faunengemeinschaft (brachyhalines Meerwasser).

Probe V 219: Gleiche Lokalität. Zweite graue Mergelzone über dem burdigalen Basiskonglomerat (bräunliche Mergel).
Zone der untersten Plattensandsteine.
Sehr spärliche Mikrofauna:
Rotalia sp.
Cibicides cryptomphalus (REUSS)
Echinidenstacheln
Brackisch-litorale Faunengemeinschaft.

Probe V 220/1: Gleiche Lokalität, gleiche Zone.
Mikrobefund wie in Probe 219, dazu Glaukonit im Rückstand.

Probe V 214: Witenbach, Koord. 754,35/257,075. Gelb-grau gefleckter Mergel.
Zone der untersten Plattensandsteine.
Mikrofossilleer. Nach dem Schlämmrückstand limnisch.

Probe V 215: Witenbach, Koord. 754,3/257,125. Grauer Mergel.
Zone der untersten Plattensandsteine.
Individuenreiche aber artenarme Mikrofauna:
Elphidium cf. *minutum* (REUSS)
Rotalia beccarii (L.)
Rotalia sp.
Haplocytheridea dacica elegantior GOERL.
Xestoleberis sp.
Cytheromorpha aff. *zinndorffi*
Brackische (litorale) Faunengemeinschaft.

Probe V 217: Gleiche Lokalität und Zone.
Individuenreiche aber artenarme Mikrofauna:
Nonion ? sp.
Elphidium cf. *minutum* (REUSS)
Rotalia sp.
Brackische (litorale) Faunengemeinschaft.

Probe V 43: Goldach, Koord. 750,575/255,75. Grauer Begleitmergel der unteren Kohlenflözgruppe, limnische Makrofauna.
Zone der untersten Plattensandsteine.
Individuenreiche aber artenarme Mikrofauna:
Nonion sp.
Elphidium cf. *minutum* (REUSS)
Rotalia beccarii (L.)
Rotalia sp.
Kleingastropoden
Brackische Faunengemeinschaft.

Probe V 328: Wattbach, Koord. 745,25/252,225. Graugrüner Mergel, reich an Pyrit, mit limnischer Makrofauna.
Zone der untersten Plattensandsteine.
Mikrofossilleer.

Probe V 41: Goldach, Koord. 750,275/256,05. Plattensandsteine.
Zone der unteren Plattensandsteine.
Spärliche Mikrofauna:
Cassidulina sp.
Cibicides cryptomphalus (REUSS)
Globigerina sp.
Litorale Faunengemeinschaft.

Probe V 183: Urnäsch, Koord. 742,525/251,35. Grauer Mergel.
Zone der unteren Plattensandsteine.
Sehr spärliche umgelagerte Mikrofauna.

Probe V 184: Urnäsch, Koord. 742,525/251,325. Grauer feinsandiger Mergel.
Zone der unteren Plattensandsteine.
Sehr spärliche umgelagerte Mikrofauna aus dem Oligozän.
Echinidenstacheln (primär).

Probe V 185: Urnäsch, Koord. 742,5/251,4. Grauer feinsandiger Mergel.
Niveau der oberen Seelaffe.
Mikrofossilleer.

Probe V 209: St. Georgen, Weiher bei der Schokoladenfabrik. Koord. 746,96/253,525. 5 m unter dem Kohlenflöz mit kohlig-kieseligem Begleitgestein.
Grauer Mergel.
Zone der mittleren Plattensandsteine.
Mikrofauna nicht selten:
Coscinodiscus sp.
Placopsilina ? sp.
Nonion affine (REUSS)
Elphidium cf. *minutum* (REUSS)
Elphidium minutum (REUSS)
Rotalia ? sp.
Globigerinen (u. a. *Globigerina triloba* REUSS)
Cibicides cryptomphalus (REUSS)
Echinidenstacheln
Brackisch-marine Faunengemeinschaft.

Probe V 210: Gleiche Lokalität. Grauer Mergel zwischen den beiden Flözchen.
Reiche Mikrofauna, jedoch artenarm:
Nonion sp.
Elphidium cf. *minutum* (REUSS)
Rotalia beccarii (L.)
Brackische (litorale) Faunengemeinschaft.

Probe V 188: Urnäsch, W-Ufer, Koord. 742,475/251,45. Grauer Mergel im unmittelbar Hangenden der oberen Kohlenflözgruppe.
Zone der mittleren Plattensandsteine.
Mikrofauna nicht selten:
Lagena sp.
Elphidium crispum (L.)
Elphidium sp.
Entosolenia sp.
Rotalia sp.
Eponides sp.
Globigerina triloba REUSS
Cibicides cryptomphalus (REUSS)
Cibicides lobatulus (W. & J.)
Marine Faunengemeinschaft.

Probe V 189: Gleiche Lokalität und Zone.
Reiche Mikrofauna, jedoch schlecht erhalten:
Nonion sp.
Elphidium crispum (L.)
Elphidium sp.
Bulimina sp.
Bolivina sp. sp.
Bolivinoides aff. *concinna* KNIP. & MART.
Angulogerina ? sp.
Rotalia sp.

Globigerina bulloides D'ORB.
Globigerina triloba REUSS
Cibicides cryptomphalus (REUSS)
Cibicides lobatulus (W. & J.)
Echinidenstacheln
Marine Faunengemeinschaft.

Probe V 187: Urnäsch, W-Ufer, südlich der gedeckten Holzbrücke, Koord. 742,475/251,55. Braun-grau gefleckter Mergel.
Zone der mittleren Plattensandsteine.
Mikrofossilleer. Süsswasserablagerung.

Probe V 326: Biserhof, Koord. 746,825/253,65. Braun-grau gefleckter und gebänderter Mergel.
Mikrofossilleer. Wahrscheinlich fluviatil-terrestrische Bildung.

Probe V 186: Sitter E-Ufer, Koord. 742,45/251,75. Grauer Mergel.
Burdigaler Zwischenkomplex.
Mikrofossilleer. Wahrscheinlich fluviatil-terrestrisch.

Probe: E-Dreilinden, Koord. 747,65/254,2. Gelbgrau gefleckter Mergel.
Burdigaler Zwischenkomplex.
Mikrofossilleer. Wahrscheinlich fluviatil-terrestrisch.

Probe V 42: Goldach, Koord. 750,275/256,66. Grauer plattiger Mergel.
Mit terrestrischer Makrofauna.
Burdigaler Zwischenkomplex.
Mikrofauna nicht selten:
Nonion sp.
Elphidium antoninum (D'ORB.)
Elphidium ortenburgense (EGGER)
Rotalia sp.
Globigerina bulloides D'ORB.
Cibicides cf. *aknerianus* (D'ORB.)
Brackische Faunengemeinschaft.

Probe V 199: Bach W-Engelen, Koord. 741,45/250,54/Q. 810 m. Graubraun gefleckter Mergel (im unmittelbar Hangenden 2 Kohlenflöze und kohliger Kalk).
Burdigaler Zwischenkomplex (oberster Teil).
Sehr spärliche, schlecht erhaltene Mikrofauna:
Ostracoden und *Planorben.*
Limnische Faunengemeinschaft.

Probe V 40: Goldach, Koord. 750,275/256,675. Grauer Sandmergel mit Nagelfluh verkeilt.
Freudenbergnagelfluh.
Sehr spärliche, schlecht erhaltene Mikrofauna:
Rotalia sp.
Cancris ? sp.
Cibicides cryptomphalus (REUSS)
Echinidenstachel.

Probe V 200: Bach W-Engelen. Graubrauner Mergel zwischen den beiden Nagelfluhhorizonten der Freudenbergnagelfluh.
Koord. 741,425/250,925/Q. 790.
Mikrofossilleer.

Probe V 205: Bettlerenbach, Koord. 753,150/258,2. 2 m über der Freudenbergnagelfluh. Graubrauner feinsandiger Mergel.
Zone der Schiefermergel.
Mikrofossilleer.

Probe V 206: Bettlerenbach, Koord. 753,125/258,225. Bräunlich-grauer feinsandiger Mergel.
Zone der Schiefermergel.
Spärliche Mikrofauna:
Rotalia ? sp.

Globigerina triloba REUSS
Cibicides cryptomphalus (REUSS)
Cibicides sp.
Echinidenstacheln
Brackisch (litorale) Faunengemeinschaft.

Probe V 207: Gleiche Lokalität und Zone. Grauer feinsandiger Mergel.
Mikrofauna selten:
Nonion ? sp.
Elphidium crispum (L.)
Elphidium sp.
Cibicides cryptomphalus (REUSS)
Echinidenstacheln
Brackische (litorale) Faunengemeinschaft.

Probe V 208: Bettlerenbach, Koord. 753,13/258,23. Grauer Mergel.
Zone der Schiefermergel.
Echinidenstacheln selten. Glaukonit im Rückstand.
Vermutlich litorale Bildung.

Probe V 204: Bettlerenbach, Koord. 753,05/258,29. Bräunlich-grauer feinsandiger Mergel.
Zone der Schiefermergel.
Mikrofossilleer.

Probe V 39: Goldach, Koord. 750,325/256,625. Schiefermergel.
Zone der Schiefermergel.
Umkristallisierte, zum grössten Teil umgelagerte Mikrofauna:
Elphidium sp.
Uvigerina bononiensis primiformis PAPP. & TOURN.
Discorbis sp.
Rotalia sp.
Globigerina cretacea D'ORB. (umgelagert aus der Oberkreide)
Globigerina sp.
Globorotalia sp. (wahrscheinlich aus dem Eozän)
Cibicides cryptomphalus (REUSS)
Cibicides sp.
Echinidenstacheln.

Probe V 38: Goldach, Koord. 750,375/256,725. Schiefermergel.
Zone der Schiefermergel.
Mikrofossilleer.

Probe V 190: Sitter E-Ufer, Koord. 742,35/251,825. Grauer feinsandiger Mergel.
Zone der Schiefermergel.
Ziemlich reiche Mikrofauna:
Nonion commune (D'ORB.)
Nonion boueanum (D'ORB.)
Elphidium macellum (FICHTEL & MOLL)
Rotalia beccarii (L.)
Cytheromorpha aff. *zinndorffi* (LIENENKLAUS)
Loxoconcha aff. *grateloupiana* (BOSQUET)
Loxoconcha sp.
Echinidenstacheln
Brackisch-marine (litorale) Faunengemeinschaft.

Probe V 191: Gleiche Lokalität und Zone. Grauer feinsandiger Mergel.
Ziemlich reiche Mikrofauna:
Quinqueloculina sp.
Nonion boueanum (D'ORB.)
Elphidium macellum (FICHTEL & MOLL)
Elphidium rugosum (D'ORB.)

Rotalia beccarii (L.)
Cytheromorpha aff. *zinndorffi* (LIENENKLAUS)
Loxoconcha sp.
Haplocytheridea dacica elegantior GOERL.
Cytheridea aff. *perforata* (ROEMER)
Echinidenstacheln
Brackisch-marine (litorale) Faunengemeinschaft.

Probe V 192: Gleiche Lokalität und Zone. Grauer feinsandiger Mergel.
Mikrofauna nicht selten:
Elphidium macellum (FICHTEL & MOLL)
Elphidium rugosum (D'ORB.)
Rotalia beccarii (L.)
Haplocytheridea dacica elegantior GOERL.
Echinidenstacheln
Brackisch-marine (litorale) Faunengemeinschaft.

Probe V 193: Gleiche Lokalität und Zone. Grauer feinsandiger Mergel.
Mikrofauna selten:
Nonion boueanum (D'ORB.)
Elphidium cf. *ortenburgense* (EGGER)
Uvigerina bononiensis primiformis PAPP & TOURN.
Rotalia beccarii (L.)
Globigerina sp. sp.
Cibicides cryptomphalus (REUSS)
Brackisch-marine (litorale) Faunengemeinschaft.

Probe V 201: Bach W-Engelen, Koord. 741,41/250,975. Schiefermergel im unmittelbar Liegenden des Turritellenmassengrabes.
Zone der Schiefermergel.
Ziemlich reiche Mikrofauna:
Nonion boueanum (D'ORB.)
Elphidium macellum (FICHTEL & MOLL)
Rotalia beccarii (L.)
Loxoconcha aff. *grateloupiana* (BOSQUET)
Loxoconcha sp.
Cytheromorpha aff. *zinndorffi* (LIENENKLAUS)
Echinidenstacheln
Brackisch-marine (litorale) Faunengemeinschaft.

Probe V 202: Bach W-Engelen, Koord. 741,36/251,03. Grauer, braun gefleckter Mergel innerhalb von Plattensandsteinen.
Zone der Schiefermergel.
Mikrofossilleer.

Probe V 213: Schloss an der Glatt, Koord. 738,2/249,2. Grauer Mergel.
Zone der Schiefermergel.
Mikrofauna sehr selten:
Rotalia beccarii (L.)
Ostracoden.
Brackische, möglicherweise lagunäre Faunengemeinschaft.

Probe V 37: Goldach, Koord. 750,4/256,775. Grauer Mergel.
Zone der oberen Plattensandsteine.
Mikrofossilleer.

Probe V 224—227: Hagenbuch, Koord. 748,38/255,09. Gelblich-grauer Mergel im unmittelbar Liegenden des berühmten Fossilhorizontes.
Zone der oberen Plattensandsteine.
Mikrofauna nicht selten:
Nonion commune (D'ORB.)
Nonion boueanum (D'ORB.)

Elphidium macellum (FICHTEL & MOLL)
Elphidium sp.
Elphidium cf. *ortenburgense* (EGGER)
Spiroplectammina pectinata REUSS
Rotalia beccarii (L.)
Cibicides cryptomphalus (REUSS)
Ostracoden
Echinidenstacheln
Brackisch-marine (litorale) Faunengemeinschaft.

Proben V 194—198: Sitter, Koord. 742,3/251,975—900.
Zone der oberen Plattensandsteine. Die Aufzählung der Probeentnahmestellen erfolgt im Profil von unten nach oben.

Probe V 195: Grauer sandiger Mergel.
Mikrofauna selten:
Nonion sp.
Rotalia beccarii (L.)
Echinidenstacheln
Brackische (litorale) Faunengemeinschaft.

Probe V 194: Grauer Mergel.
Spärliche korrodierte Mikrofauna:
Nonion sp.
Elphidium sp.
Wahrscheinlich brackische Faunengemeinschaft.

Probe V 196: Grauer Mergel mit Turritellen.
Mikrofauna nicht selten:
Nonion boueanum (D'ORB.)
Rotalia beccarii (L.)
Ostracoden
Echinidenstacheln
Brackische (litorale) Faunengemeinschaft.

Probe V 197: Grauer Mergel.
Ziemlich reiche, rekristallisierte Mikrofauna:
Nonion sp. sp.
Elphidium macellum (FICHTEL & MOLL)
Rotalia beccarii (L.)
Ostracoden
Echinidenstacheln
Brackische (litorale) Faunengemeinschaft.

Probe V 198: Grauer Mergel.
Mikrofauna nicht selten:
Coscinodiscus sp.
Nonion aff. *boueanum* (D'ORB.)
Nonion sp.
Rotalia beccarii (L.)
Globigerina triloba REUSS
Cibicides sp.
Echinidenstacheln
Brackische (litorale) Faunengemeinschaft.

Proben V 222—223: Goldbrunnen im Hagenbuch, Koord. 747,775/254,99. Grauer Mergel.
Zone der oberen Grenznagelfluh.
Mikrofauna nicht selten:
Spiroplectammina sp.
Nonion boueanum (D'ORB.)
Nonion commune (D'ORB.)
Nonion sp.

Elphidium macellum (FICHTEL & MOLL)
Rotalia beccarii (L.)
Globigerina bulloides D'ORB.
Globigerina sp.
Cibicides cryptomphalus (REUSS)
Cibicides sp.
Echinidenstacheln
Brackisch-marine (litorale) Faunengemeinschaft.

Im allgemeinen sind die Mikrofaunen der Oberen Meeresmolasse von St. Gallen schlecht erhalten, was eine spezifische Bestimmung oft erschwert; trotzdem ist es in den meisten Fällen möglich, die fazielle Herkunft des Sedimentes festzustellen. Ähnlich wie in der Makrofauna wird auch durch die Mikrofossilien der vorwiegend litorale Charakter der Sedimente bestätigt. Der in der Makrofauna einseitig auf das Helvétien beschränkte Artenreichtum findet in der Mikrofauna eine andere Verteilung, indem die mikrofossilreichsten Zonen vorwiegend im Burdigalien anzutreffen sind (Zone der oberen Flözgruppe) (siehe Tabelle 3, S. 281). Die stratigraphische Brauchbarkeit der Mikrofossilien beschränkt sich auf wenige Formen.

Die Molasse-Ablagerungen Süddeutschlands wurden durch die starke Tätigkeit der dortigen Erdölsuche in den letzten Jahren auch eingehend mikropaläontologisch untersucht (HAGN & HÖLZL 1952, KNIPSCHEER 1952, FAHRION & STRAUB 1953, GOERLICH 1953). Das marine Miozän der dortigen Molasse-Ablagerungen kann im Ostteil Bayerns sehr gut gegliedert werden. Im Westen sind die Mikrofaunen der Oberen Meeresmolasse ärmer, jedoch kann auch in Südbaden das Burdigalien mikropaläontologisch sehr wohl gegen das Helvétien abgetrennt werden. Deswegen haben wir dann auch die Mikrofaunen aus der Oberen Meeresmolasse von St. Gallen in erster Linie mit der Mikrofauna der benachbarten Molasse-Ablagerungen Süddeutschlands verglichen.

In der süddeutschen Molasse treten die grosswüchsigen *Elphidien* mit breiten Septalbrücken (wie *E. crispum*, *E. macellum* und *E. rugosum*) erst ab oberem Burdigalien auf. In der Oberen Meeresmolasse von St. Gallen treten diese Formen oberhalb der oberen Kohlenflözgruppe und im Helvétien auf. Die als *Elphidium* cf. *minutum* (REUSS) bezeichnete Form repräsentiert die burdigale Varietät der vorwiegend oligozänen *Elphidium minutum* (REUSS), sie tritt in den tieferen Schichten des sanktgallischen Burdigalien auf und scheint sich ausschliesslich auf das Burdigalien zu beschränken: Witenbach (S-Rorschach), graue Mergel; Zone der untersten Plattensandsteine.

Uvigerina bononiensis primiformis tritt im Wiener Becken erst im Helvétien auf und scheint nur bis kurz ins Tortonien hinaufzureichen. Diese Uvigerina ist also gut brauchbar, um das Helvétien vom Burdigalien abzugrenzen. Da diese Uvigerina auch öfters in der bayerischen Molasse vorkommt, gibt sie uns in Verbindung mit anderen Arten die Möglichkeit, die Miozänstufen von der Ostschweiz bis ins Wiener Becken und umgekehrt zu korrelieren.

Spiroplectammina pectinata (REUSS) tritt in der süddeutschen Molasse erst im Helvétien auf. Bei *Bolivinoides* aff. *concinna* handelt es sich um die burdigale Form der *Bolivinoides concinna* KNIP. & MART.

Tabelle 3

	Burdigalien					Helvétien			
	Basiskonglomerat	Zone der untersten Plattensandsteine / Untere Flözgruppe	Obere Seelaffe / Untere Plattensandsteine / Untere Seelaffe	Zone der mittleren Plattensteine / Obere Flözgruppe	Burdigaler Zwischenkomplex	Freudenbergnagelfluh	Zone der Schiefermergel	Zone der oberen Plattensandsteine / Drellindennagelfluh	Obere Grenznagelfluh
Spiroplectammina pectinata REUSS								—	
Spiroplectammina sp.									—
Placopsilina ? sp.				—					
Quinqueloculina sp.							—		
Lagena sp.				—					
Dentalina sp.		—							
Nonion sp.		—		—	—		—	—	—
Nonion affine (REUSS)				—					
Nonion boueanum (D'ORB.)							—	—	—
Nonion aff. *boueanum* (D'ORB.)								—	
Nonion commune (D'ORB.)							—	—	—
Elphidium sp.				—			—	—	
Elphidium antoninum (D'ORB.)					—				
Elphidium macellum (FICHTEL & MOLL)							—	—	—
Elphidium cf. *minutum* (REUSS)		—		—					
Elphidium minutum (REUSS)				—					
Elphidium ortenburgense (EGGER)					—				
Elphidium cf. *ortenburgense* (EGGER)							—	—	
Elphidium rugosum (D'ORB.)							—		
Elphidium crispum (D'ORB.)							—		
Bolivinoides aff. *concinna* KNIP. & MART.		—		—					
Bulimina sp.				—					
Entosolenia sp.				—					
Bolivina sp.				—					
Uvigerina bononiensis primiformis PAPP. & TOURN.							—		
Angulogerina sp.				—					
Eponides sp.				—					
Rotalia sp.		—		—	—	—	—		
Rotalia beccarii (L.)	—	—		—			—	—	—
Cancris ? sp.						—			
Coscinodiscus sp.				—					
Cassidulina sp.			—						
Discorbis sp.							—		
Globigerina sp.	—		—				—		—
Globigerina bulloides D'ORB.				—	—				
Globigerina triloba REUSS				—			—	—	
Cibicides sp.	—						—	—	—
Cibicides cryptomphalus (REUSS)	—	—	—	—		—	—	—	—
Cibicides lobatulus (W. & J.)	—			—					
Cibicides cf. *aknerianus* (D'ORB.)					—				
Cytheromorpha aff. *zinndorffi* (LIENENKLAUS)		—					—		
Loxoconcha aff. *grateloupiana* (BOSQUET)							—		
Loxoconcha sp.							—		
Cytheridea aff. *perforata* (ROEMER)							—		
Haplocytheridea dacica elegantior GOERL.							—		
Xestolebris sp.		—							
Ostracoda i. allg.	—	—			—		—	—	
Echinidenstacheln		—	—	—		—	—	—	—

Die häufig auftretende *Rotalia beccarii* (L.) ist charakteristisch für brackisches bis brackisch-marines Milieu. Diese an sich sehr variable und auch rezent noch sehr verbreitete Form zeigt vom Chattien über das Aquitanien und Burdigalien bis ins Helvétien eine morphologische Abänderung (Entwicklungsreihe). In der bayerischen Molasse wurde dies für das Chattien und Aquitanien durch KNIPSCHEER (1952, S. 55 und Tafel 1) schon angedeutet. Die endgültige stratigraphische Brauchbarkeit der Abwandlungsformen dieser Art wird jedoch an Hand von umfangreicherem Untersuchungsmaterial nachgeprüft; der Erhaltungszustand der Specimen aus der sanktgallischen Molasse ist dazu wenig geeignet.

Die aufgefundenen *Ostracoden* dürfen laut brieflicher Mitteilung von Herrn Dr. GOERLICH als typisch für brackisches Biotop gelten. *Haplocytheridea dacica elegantior* wurde durch GOERLICH (1953) aus dem Helvétien der niederbayerischen Molasse als neue Unterart beschrieben, sie kommt in der St. Galler-Molasse im Burdigalien und Helvétien vor. Die übrigen Ostracoden-Arten wurden bis jetzt in der Oberen Meeresmolasse noch nicht festgestellt.

Die Mikrofauna der oberen Flözgruppe (Zone der mittleren Plattensandsteine) zeigt weitgehende Übereinstimmung mit derjenigen der aquitanen-burdigalen Grenzschichten der Pechkohlenmulden Oberbayerns (Berghofschurf bei Peissenberg und Mangfalltal nördlich Miesbach). Die übrigen untersuchten Mikrofaunen lassen sich schwer direkt mit den betreffenden Mikrofaunen der Oberen Meeresmolasse Süddeutschlands vergleichen. Vom mikrofaunistischen Standpunkt hat die Obere Meeresmolasse von St. Gallen eine andere Fazies als die süddeutsche.

Sowohl im Burdigalien wie im Helvétien wurden umgelagerte Foraminiferen aus der Oberkreide, dem Eozän und dem Oligozän festgestellt (Probe V 211, V 212, V 183, V 184, V 39), was darauf hinweist, dass zur Zeit der Ablagerung der sanktgallischen Oberen Meeresmolasse im Hinterland Schichten der Oberkreide, des Eozäns und Oligozäns abgetragen wurden.

Der Gegensatz zwischen terrestrischer Makrofauna und brackischer Mikrofauna bei der Probe V 42 aus dem burdigalen Zwischenkomplex im Goldach-Profil ist entweder damit zu erklären, dass terrestrische und brackische Ablagerungen oft miteinander in einer sehr geringen Mächtigkeit wechsellagern, wie dies jüngst ZÖBELEIN (1953, S. 129—130) für die Cyrenenschichten bei Miesbach (Obb.) erneut nachwies, oder mit dem Eintriften von Landschnecken in einem brackischen Milieu (siehe HÜRZELER 1932, und ZÖBELEIN 1952, S. 31 und S. 48—49).

Zur Stratigraphie der Oberen Meeresmolasse von St. Gallen

Die Trennung der Oberen Meeresmolasse der Schweiz in Burdigalien und Helvétien geht auf R. RUTSCH 1928 zurück. Diese Zweiteilung wurde von A. LUDWIG 1930 und 1931 übernommen, doch wurde in Übereinstimmung mit BAUMBERGER (Bestimmung der nicht-marinen Gastropoden) der von R. RUTSCH ins Helvétien gestellte, „limnische Zwischenkomplex" zum Burdigalien geschlagen und die Freudenbergnagelfluh zur Basis des Helvétien gemacht. Diese Unterteilung, welche an Hand von Makrofossilien getroffen wurde, hat sich in allen späteren Untersuchungen bestätigt.

Auch im Gebiete der Oberen Meeresmolasse von St. Gallen lässt sich die Trennung in Burdigalien und Helvétien dank dem grossen Fossilreichtum durch-

Tabelle 4. Leitfossilien aus der Oberen Meeresmolasse von St. Gallen

— bisher bekannte stratigraphische Verbreitung
• Fundstellen
○ Fundstelle oder Bestimmung fraglich

	Aquitanien	Burdigalien: Unterstes Burdigalien	Burdigalien: Untere Seelaffe	Burdigalien: Untere Plattensandsteine	Burdigalien: Obere Seelaffe	Burdigalien: Mittlere Plattensandsteine	Burdigalien: Zwischenkomplex	Unt. Vindob.: Unteres Helvétien	Unt. Vindob.: Oberes Helvétien	Oberes Vindobonien	Höhere Stufen
Meleagrina Studeri MAYER					○			•	•	—	—
Pecten (Gigantopecten) gallicus MAYER								•	•		
Pecten (Flexopecten) palmata LAMARCK		—	—	—	•	—	—		—		
Ostrea (Crassostrea) gryphoides SCHLOTH.		•	•	—	•	—	—	•	•	—	—
Thracia (Cyathodonta) Dolfussi COSSMAN & PEYROT	—	—	—	—	—	—	—		•		
Pholas Desmoulinsi BENOIST	—	—	—	•	—	—	—	•	—		
Solen burdigalensis DESHAYES	—	—	—	—	•	—	—	•	•		
Eastonia mitis MAYER	—	—	—	—	—	—	—		•		
Tapes (Callistotapes) vetulus BASTEROT		—	—	—	—	•	—	•	•		
Meretrix (Cordiopsis) intercalaris COSSMAN & PEYROT	—	—	—	—	—	—	—	•	•		
Meretrix (Callista) lilacinoides SCHAFFER		—	—	—	—	—	—	•	•		
Cardium (Ringicardium) Kunstleri COSSMAN & PEYROT								•	•	—	
Discors spondyloides v. HAUER								•	•	—	
Venericardia (Megacardita) Jouannetti BAST.								•	•	—	
Bolma baccata (DEFRANCE)								—	•	—	.....
Theodoxus (Calvertia) crenulatus crenulatus (KLEIN)									○	—	
Hydrobia semiconvexa (SANDBERGER)								—	•	—	
Brotia escheri grossecostata (KLEIN)	—	•									
Turritella terebralis var. *gradata* MENKE		—	—	—	—	—	—	•	•		
Protoma cathedralis (BRONG.) var. *paucicincta* SACCO		—	—	—	—	—	—	•	•		
Turritella (Peyrotia) desmarestina (BAST.) var. *mediosubcarinata* MYLIUS		—	—	—	—	—	—	•	•		
Turritella (Zaria) subungulata (BROCCHI) var. *spirata* (BROCCHI)								—	•	—	—
Pirula (Urosyca) burdigalensis SOW.		—	—	—	—	—	—	•	•		
Latrunculus (Peridipsaccus) eburnoides (MATH.)		—	—	—	—	—	—	•	•		
Tudicula rusticula (BASTEROT)		—	—	—	•	—	—	•	•	—	
Ellobium (Ellobium) grateloupi grateloupi (TOURNOUER)	—	—	—	—	—	—	—		•		
Ellobium (Ellobium) oblongum (DESH.)		—	—	—	—	—	—	—	•		
Nealexia pisolina pisolina (DESH.)								—	•	—	
Bolivinoides aff. *concinna* KNIPSCHEER & MART.		—	—	—	—	•	—				
Elphidium crispum D'ORB.						•	.....	•	•	—	
Elphidium cf. *minutum* REUSS		•	—	—	—	•	—				
Elphidium minutum REUSS	—	—	—	—	—	•	—				
Elphidium macellum EGGER							.....	—	•		
Spiroplectamina pectinata REUSS								—	•		
Uvigerina bononiensis primiformis PAPP. & TOURN.								•	—	.....	
Haplocytheridea dacica elegantior GOERL.		•						•	—		

führen. Tabelle 4, S. 283, gibt eine Übersicht über jene Fossilien, denen ein gewisser Leitwert zukommt. In bezug auf die Gastropoden sind generell die Resultate von R. RUTSCH, „Die Gastropoden des subalpinen Helvétien der Schweiz und des Vorarlbergs" wiedergegeben worden.

Abgrenzung des Burdigalien gegen das liegende Aquitanien

(siehe Tabelle 4)

Ostrea (*Crassostrea*) *gryphoides* SCHLOTH. sp.

Stratigraphische Verbreitung: Burdigalien, Vindobonien und höhere Stufen.

Diese Form tritt in der Oberen Meeresmolasse von St. Gallen bereits im Seelaffehorizont etwa 2 m über dem burdigalen Basiskonglomerat bei Nagelstein auf. Ferner wurde sie am Witenbach in der Zone der untersten Plattensandsteine, in der unteren Seelaffe bei Tannacker, in der oberen Seelaffe an der Goldach und im Wattwald, Niveau der Ringelsbergnagelfluh, gefunden.

Tapes (*Callistotapes*) *vetulus* BAST.

Stratigraphische Verbreitung: Burdigalien, Helvétien.

Mit Sicherheit konnte diese Art (ausser im Helvétien) einzig bei Kamelenberg–St. Georgen in der Zone der mittleren Plattensandsteine und in der oberen Seelaffe bei Sturzenegg nachgewiesen werden.

Chlamys (*Flexopecten*) *palmata* LAM.

Stratigraphische Verbreitung: Burdigalien, Helvétien Kt. Bern, R. RUTSCH 1928.

Als einziger bisheriger Fundort ist die Obere Seelaffe bei Blatten-Staad bekannt.

Tudicula rusticula (BAST.).

Stratigraphische Verbreitung: Burdigalien, Vindobonien.

Obwohl von A. LUDWIG & CH. FALKNER 1901/3 der Fundort nur mit Martinsbrücke bezeichnet wird, darf doch mit einiger Sicherheit angenommen werden, dass mit dieser Ortsbezeichnung das Niveau der Oberen Seelaffe gemeint wurde.

Brotia escheri grossecostata (KLEIN).

Stratigraphische Verbreitung: Chattien, Aquitanien.

Durch das Auftreten von *Brotia escheri grossecostata* (KLEIN) in den grauen Mergeln zwischen dem mittleren und oberen Nagelfluhhorizont des burdigalen Basiskonglomerates, im Steinbruch an der Strasse Riethüsli–Lustmühle, stellt sich die Frage, wie das Nebeneinander von aquitanen limnischen Gastropoden und mariner burdigaler Mollusken im untersten Burdigalien zu werten ist. Schon H. H. RENZ (1937) hat darauf hingewiesen, dass von einem gewissen Zeitpunkt an (Transgression des burdigalen Meeres) aquitane Leitformen nur noch die Bedeutung von Faziesfossilien besitzen, sich weiterentwickeln und erst im Moment, wo das Helvétien-Meer verschwindet, wieder zu effektiven Leitformen werden. Ebenfalls vermutet H. H. RENZ (1937), dass die Fossilfundstelle Hombergtobel mit ihrer nicht-marinen aquitanen Fauna ins Burdigalien zu stellen ist. Die Untersuchungen von U. BÜCHI (1950) haben dies bestätigt, indem diese Lokalität unmittelbar ins Hangende des burdigalen Basiskonglomerates zu liegen kommt.

In den grauen Mergeln an der Basis der Freudenbergnagelfluh auf dem linken Sitterufer wurde eine *Melania* gefunden, welche grosse Ähnlichkeit mit *Brotia escheri grossecostata* (KLEIN) besitzt. Möglicherweise handelt es sich hier um eine solche Weiterentwicklung, wie sie von H. H. RENZ vermutet wurde.

Das Persistieren aquitaner, terrestrischer oder limnischer Gastropoden bis ins Burdigalien ist somit nicht von der Hand zu weisen, womit die stratigraphischen Grenzen, die mittels limnischer oder mariner Mollusken gezogen werden, nicht korrespondieren.

Abgrenzung des Burdigalien gegen das hangende Helvétien

(siehe Tabelle 4)

Im burdigalen Teil der Oberen Meeresmolasse von St. Gallen konnten bis heute keine marinen Mollusken nachgewiesen werden, die nur für das Burdigalien und tiefere Stufen leitend sind, wodurch eine direkte Abgrenzung gegen das Helvétien erschwert wird.

In Übereinstimmung mit E. Baumberger hat A. Ludwig den „limnischen Zwischenkomplex" ins Burdigalien gestellt, was durch die säugetierpaläontologischen Untersuchungen von J. Hürzeler (siehe U. Büchi 1950) bestätigt wurde. Schon damals wurde darauf hingewiesen, dass möglicherweise das gesamte ostschweizerische Burdigalien das untere, wenn nicht unterste Burdigalien repräsentiert.

Der mikropaläontologische Befund hat dies nun weitgehend bestätigt.

Elphidium crispum (d'Orb.) und *Elphidium macellum* (Fichtel & Moll), welche im schwäbisch-bayerischen Raum erst in den obersten Teilen des Burdigalien aufzutreten beginnen, lassen sich mit einer einzigen Ausnahme erst in den Schichten des Helvétien nachweisen.

Zudem zeigt die Mikrofauna der oberen Flözgruppe weitgehende Übereinstimmung mit derjenigen der Pechkohlenmulden Oberbayerns aus den aquitanen-burdigalen Grenzschichten.

Obwohl sich auf Grund der vorgängigen Resultate die Frage erhebt, ob Teile der Oberen Meeresmolasse von St. Gallen vielleicht ins obere Aquitanien zu stellen sind, kann wiederum an Hand der Mikrofauna durch das Auftreten von *Bolivinoides* aff. *concinna* Knip. & Mart. und *Elphidium* cf. *minutum* (Reuss) der gesamte Schichtkomplex zwischen Basiskonglomerat und Freudenbergnagelfluh dem Burdigalien zugewiesen werden.

Abgrenzung des Helvétien gegen das liegende Burdigalien

(siehe Tabelle 4)

Dank dem grossen Fossilreichtum gestaltet sich die Abgrenzung des Helvétien bedeutend einfacher, als dies im Burdigalien der Fall war.

Meleagrina Studeri Mayer.

Stratigraphische Verbreitung: Vindobonien und höhere Stufen.

Fundorte: Felsenkeller Hagenbuch; Steingrube; Mühleggtunnel; Stocken.

Ferner wird *Meleagrina Studeri* Mayer von A. Ludwig & Ch. Falkner (1903/4) in Übereinstimmung mit A. Gutzwiller aus der Seelaffe im Martinstobel beschrieben. In den nachfolgenden Jahren sind keine ähnlichen Funde aus dem Burdigalien verzeichnet worden, und eine Überprüfung jener ersten Funde

war nicht möglich. Es ist daher zu vermuten, dass es sich bei der beschriebenen Art entweder um schlecht erhaltene Exemplare oder um eine Vorläuferin der *Meleagrina Studeri* MAYER des Helvétien gehandelt hat.

Pecten (*Gigantopecten*) *gallicus* MAYER.

Stratigraphische Verbreitung: Helvétien.

Fundorte: Hurlibuck (Felsriff im See) bei Staad, Freudenbergnagelfluh, Hagenbuch, Zone der Oberen Plattensandsteine. Bach im Frauenwald, Zone der Schiefermergel.

Cardium (*Ringicardium*) *Kunstleri* COSSMANN & PEYROT.

Stratigraphische Verbreitung: Vindobonien.

Fundorte: Zone der Oberen Plattensandsteine: Menzlen, Hagenbuch, Mühleggtunnel, Felsenkeller an der Speicherstrasse, Tivoli, Sitter-Stocken, Steingrube.

Zone der Schiefermergel: Goldach, Strässchen von Untereggen nach Eggersriet, Mühlegg.

Discors spondyloides v. HAUER.

Stratigraphische Verbreitung: Vindobonien.

Fundorte: Zone der Oberen Plattensandsteine: Sitter-Kräzern, Hagenbuch, Steingrube, Felsenkeller an der Speicherstrasse, Mühleggtunnel.

Zone der Schiefermergel: Goldach, Mühlegg, Bach bei Engelen.

Venericardia (*Megacardita*) *Jouanneti* BASTEROT.

Stratigraphische Verbreitung: Vindobonien.

Fundorte: Zone der Oberen Plattensandsteine: Hagenbuch, Sitter-Kräzern, Mühleggtunnel.

Zone der Schiefermergel: Totenweiher bei Dreilinden, Reservoir an der Teufenerstrasse.

Bolma baccata (DEFRANCE).

Stratigraphische Verbreitung: Vindobonien, evtl. höhere Stufen.

Fundorte: Zone der Oberen Plattensandsteine: Steingrube.

Turritella (*Zaria*) *subangulata* (BROCCHI) var. *spirata* (BROCCHI).

Stratigraphische Verbreitung: Vindobonien und höhere Stufen.

Fundorte: Zone der Oberen Plattensandsteine: Steingrube, Felsenkeller an der Speicherstrasse.

Hydrobia semiconvexa (SANDBERGER).

Stratigraphische Verbreitung: Vindobonien.

Fundort: Stocken-Sitter. Möglicherweise handelt es sich bei dieser Fundstelle bereits um Tortonien, wie ja bekanntlich die gelbgrau-gefleckten Mergel im unmittelbar Hangenden der Oberen Grenznagelfluh im Gebiete der Sitter sich durch z. T. reiche Gastropodenfaunen auszeichnen.

Theodoxus (*Calvertia*) *crenulatus crenulatus* (KLEIN).

Stratigraphische Verbreitung: Tortonien.

Fundort: Von W. WENZ (1923—30) wird diese Form von der Fundstelle Steingrube beschrieben, welche ins oberste Helvétien zu liegen kommt.

Nealexia pisolina pisolina (DESHAYES).

Stratigraphische Verbreitung: Vindobonien-Pontien.

Fundort: Zone der Oberen Plattensandsteine: Steingrube.

Abgrenzung des Helvétien gegen das Tortonien

(siehe Tabelle 4)

Pecten (Gigantopecten) gallicus MAYER wurde bereits auf S. 286 erwähnt.

Thracia (Cyathodonta) Dollfussi COSSMANN & PEYROT.

Stratigraphische Verbreitung: Aquitanien-Burdigalien; Helvétien des Kantons Bern (R. RUTSCH 1928).

Fundort: Hagenbuch, Zone der Oberen Plattensandsteine.

Pholas Desmoulinsi BENOIST.

Stratigraphische Verbreitung: Aquitanien-Burdigalien; Helvétien des Kantons Bern (R. RUTSCH 1928).

Fundorte: Zone der Schiefermergel: Kubel-Sitter, Schloss an der Glatt, Walketobel bei Herisau.

Solen burdigalensis DESHAYES.

Stratigraphische Verbreitung: Aquitanien-Helvétien.

Fundorte: Zone der Oberen Plattensandsteine: Kräzern-Sitter, Mühleggtunnel, Hagenbuch, Steingrube, Felsenkeller an der Speicherstrasse.

Eastonia mitis MAYER.

Stratigraphische Verbreitung: Aquitanien-Helvétien.

Fundorte: Zone der Oberen Plattensandsteine: Steingrube, Stocken-Sitter.

Tapes (Callistotapes) vetulus BASTEROT.

Stratigraphische Verbreitung: Burdigalien-Helvétien.

Fundorte: Zone der Oberen Plattensandsteine: Stocken-Sitter, Hagenbuch, Steingrube, Mühleggtunnel, Menzeln, Steinbruch SE Herisau, Felsenkeller Speicherstrasse.

Zone der Schiefermergel: Moosbergbach bei Herisau, Bach bei Engelen (S-Gübsenweiher), Goldach, Mühlegg, Totenweiher bei Dreilinden, Tivoli, neues Reservoir an der Teufenerstrasse, Bettlerenbach.

Meretrix (Cordiosis) intercalaris (COSSMANN & PEYROT).

Stratigraphische Verbreitung: Aquitanien-Helvétien.

Fundorte: Zone der Oberen Plattensandsteine: Hagenbuch, Mühleggtunnel, Steinbruch SE Herisau.

Zone der Schiefermergel: Bach im Frauenwald.

Meretrix (Callista) lilacinoides SCHAFFER.

Stratigraphische Verbreitung: Burdigalien (Wienerbecken), Helvétien des Kantons Bern (R. RUTSCH 1928).

Fundorte: Zone der Schiefermergel: Goldach.

Freudenbergnagelfluh: Hurlibuck (Riff im See) bei Staad.

Turritella terebralis LAMARCK var. *gradata* MENKE.

Stratigraphische Verbreitung: Burdigalien, Helvétien.

Fundorte: Zone der Oberen Plattensandsteine: Hagenbuch, Mühleggtunnel.

Turritella terebralis LAMARCK wird von A. LUDWIG und CH. FALKNER 1903/4 noch von den folgenden Lokalitäten erwähnt: Felsenkeller Speicherstrasse, Steingrube, Stocken-Sitter und aus der Zone der Schiefermergel bei Mühlegg. Ob es sich dabei um die obgenannte Varietät handelt, kann leider nicht entschieden werden.

Protoma cathedralis (BRONGNIART) var. *paucicincta* SACCO.
Stratigraphische Verbreitung: Burdigalien-Helvétien.
Fundort: Zone der Oberen Plattensandsteine: Mühleggtunnel.

Turritella (Peyrotia) desmarestina BASTEROT var. *mediosubcarinata* MYLIUS.
Stratigraphische Verbreitung: Burdigalien-Helvétien.
Fundort: Kubel-Sitter, wahrscheinlich aus der Zone der Schiefermergel.

Pirula (Urosyca) burdigalensis SOWERBY.
Stratigraphische Verbreitung: Burdigalien-Helvétien.
Fundorte: Zone der Oberen Plattensandsteine: Stocken-Sitter, Hagenbuch, Steingrube, Mühleggtunnel.
Zone der Schiefermergel: Mühlegg, Notkersegg.

Latrunculus (Peridipsaccus) eburnoides (MATHERON).
Stratigraphische Verbreitung: Burdigalien-Helvétien.
Fundorte: Zone der Oberen Plattensandsteine: Hagenbuch, Eisenbahnbrücke-Sittertobel.

Ellobium (Ellobium) grateloupi grateloupi (TOURNOUER).
Stratigraphische Verbreitung: Aquitanien-Helvétien.
Fundort: Zone der Oberen Plattensandsteine: Steingrube.

Ellobium (Ellobium) oblongum (DESHAYES).
Stratigraphische Verbreitung: Burdigalien-Helvétien.
Fundort: Zone der Oberen Plattensandsteine: Steingrube.

An Mikrofossilien, welche für das Helvétien des bayerisch-schwäbischen Raumes leitend sind, konnten im sanktgallischen Helvétien *Spiroplectamina pectinata* REUSS und *Uvigerina bononiensis primiformis* PAPP. & TOURN. nachgewiesen werden.

Zusammenfassend kann gesagt werden, dass sowohl die makro- wie mikropaläontologischen Untersuchungen der Faunen eine Zuordnung der marinen Schichten von St. Gallen zum Burdigalien resp. Helvétien gestatten, sowie auch die Abgrenzung des Burdigalien gegen das Helvétien. Der Säugetier- und der mikropaläontologische Befund sprechen dafür, dass zwischen der Helvétienbasis (Freudenbergnagelfluh) und dem burdigalen Zwischenkomplex eine beträchtliche Schichtlücke existiert, die jedoch lithologisch nicht oder nur unwesentlich in Erscheinung tritt.

Zur Paläogeographie am Ostrande des Hörnlischuttfächers während des Burdigalien und Helvétien

Durch die mikropaläontologischen Resultate, sowie durch neue detaillierte geologische Aufnahme der Oberen Meeresmolasse (siehe Tafel XIII) war es möglich, in paläogeographischer Hinsicht zum Teil neue Gesichtspunkte zu gewinnen, vor allem aber die Resultate früherer Arbeiten (H. H. RENZ 1937/38; U. BÜCHI & F. HOFMANN 1945; U. BÜCHI 1950) zu verfeinern. Ferner wurde versucht, anhand einer tabellarischen Übersicht die paläogeographischen Daten darzustellen und im Textteil nur die besonders erwähnenswerten Details hervorzuheben.

Die nachstehenden Faktoren haben dem E-Hörnlischuttfächer sein Gepräge gegeben (U. Büchi 1950):

1. Senkungserscheinungen im Molassetrog, zeitweise gefolgt von Meereseinbrüchen.
2. Stetige Verlagerung der Vorlandsenke gegen Norden.
3. Entwicklung eines starken Senkungsfeldes im Gebiete des unteren St. Gallischen Rheintales und des Bodensees.
4. Lage der zentralen Schüttungsachse des Hörnlifächers auf der Linie Sargans–Wattwil.
5. Ablenkung starker Schüttungsarme aus der Hauptachse in Richtung des Senkungsfeldes Rheintal–Bodensee.
6. Wechselbeziehung zwischen Ur-Rhein und Ur-Ill-System.
7. Tektonische Vorgänge im Alpenkörper.

Als neuer Gesichtspunkt für die paläogeographische Beurteilung tritt der von deutschen Geologen (K. Lemcke, W. v. Engelhardt & H. Füchtbauer 1953) festgestellte W–E gerichtete Materialtransport auf, welcher vom Chattien bis ans Ende der Oberen Meeresmolasse dauerte. Diese W—E gerichtete Strömung kommt am Ende der Oberen Meeresmolasse zum Erliegen als Folge einer positiven Krustenbewegung W des Lech. Schon im Oberen Helvétien zeichnet sich eine E—W gerichtete Strömung ab (Graupensandrinne), welche sich im Tortonien noch verstärkt.

BURDIGALER TRANSGRESSIONSZYKLUS

Die Transgression des burdigalen Meeres und die Schüttung des Basiskonglomerates

(siehe Tafel XIII und Tabelle 5)

Die Transgression des burdigalen Meeres am E-Rande des Hörnlifächers fällt mit einer starken Schüttung des Ur-Rheines zusammen, wobei es erstmals zu Geröllschüttungen bis ins Rheintal hinaus kam. (3 m mächtige Nagelfluhbank bei Weinhalde, N Rheineck.) Die Ablagerung des Basiskonglomerates erfolgte in drei durch Phasen geringer Schüttungsintensität getrennte Geröllschübe. Diese 5-Phasigkeit kann nur im Gebiet zwischen Stösselbach (Urnäsch) und St. Georgen beobachtet werden, während in den E-Gebieten maximal nur 2 Schüttungsphasen zu erkennen sind. Ob es sich dabei um ein primäres Fehlen eines der 3 Geröllschübe handelt, oder um eine Verschmelzung einzelner Schüttungen miteinander, ist nicht abzuklären. E von Grub fehlen zudem die tieferen Geröllschübe, und es kam lediglich zur Ablagerung mariner Plattensandsteine. Erst die letzte Nagelfluhschüttung erreichte dann das Rheintal. In diesem Gebiet wird der fluviatile Gerölltransport durch marine Strömungen abgelöst, wofür die prächtigen Auskeilphänomene sprechen, die von H. H. Renz 1937/38 beschrieben wurden. (Ähnliche Auskeilungen fehlen den rein fluviatilen Sedimenten der Ostschweiz völlig. Das Auskeilen fluviatiler Nagelfluhen erfolgt jeweils stromrinnenartig längs Erosionsrändern (U. Büchi 1950).)

Im Gebiet von St. Gallen erkennt man deutlich 3 Mündungsarme, einen an der Urnäsch, einen anderen E Lustmühle (an der Strasse St. Gallen–Teufen), beide

Tabelle 5. **Burdigales Basiskonglomerat**

	W-Urnäsch	Urnäsch	Sitter	E-Lustmühle	St. Georgen	Goldach	Witenbach	Grub	Station Tobel	Rheintal
5. Phase Lithologie	Nagelfluh		gelb-grau gefleckte Mergel und Sandsteine	Nagelfluh					Nagelfluh, verkeilt mit Plattensandstein Pectiniden und Ostreen	
Fazies	fluviatil			fluviatil-litoral-brackisch	fluviatil-terrestrisch		litoral			
Morphologie	gegen W ansteigender Schuttfächer	Trompetenmündung S—N orientiert	Landrücken	Trompetenmündung S—N orientiert	Landrücken	Mündungsgebiet SW–NE orientierte Schüttungsrichtung		Rheintalbucht Wattenmeercharakter		
4. Phase Lithologie	gelb-grau gefleckte Mergel-Sandstein-Serien	Schichtfuge	gelb-grau gefleckte Mergel-Sandsteinserien	vorwiegend graue Mergel unterlagert von gelb-grau gefleckten Mergeln limnische Makrofauna litorale Mikrofauna	gelb-grau gefleckte z.T. bunte und graue Mergel Heliciden	Schichtfuge ? ?				Plattensandsteine
Fazies	fluviatil			brackisch-litoral	fluviatil-terrestrisch		litoral			
Morphologie	wie in der 5. Phase									

3. Phase Lithologie	Nagelfluh	gelb-grau gefleckte Mergel-Sandstein-Serien	Nagelfluh	gelb-grau gefleckte z. T. bunte und graue Mergel Heliciden	Schichtfuge	Plattensandsteine
Fazies	fluviatil		limnisch fluviatil-terrestrisch		litoral	
Morphologie	wie in der 5. Phase					
2. Phase Lithologie	gelb-grau gefleckte Mergel-Sandstein-Serien	Schichtfuge	gelb-graugefleckte und rote Mergel-Sandstein-Serien, lokal bunte knollige Kalke		Schichtfuge	Plattensandsteine
Fazies	fluviatil-terrestrisch				litoral	
Morphologie	wie in der 5. Phase					
1. Phase Lithologie	Nagelfluh	gelb-grau gefleckte Mergel-Sandstein-Serien	Nagelfluh			Plattensandsteine
Fazies	fluviatil-terrestrisch				litoral	
Morphologie	wie in der 5. Phase					

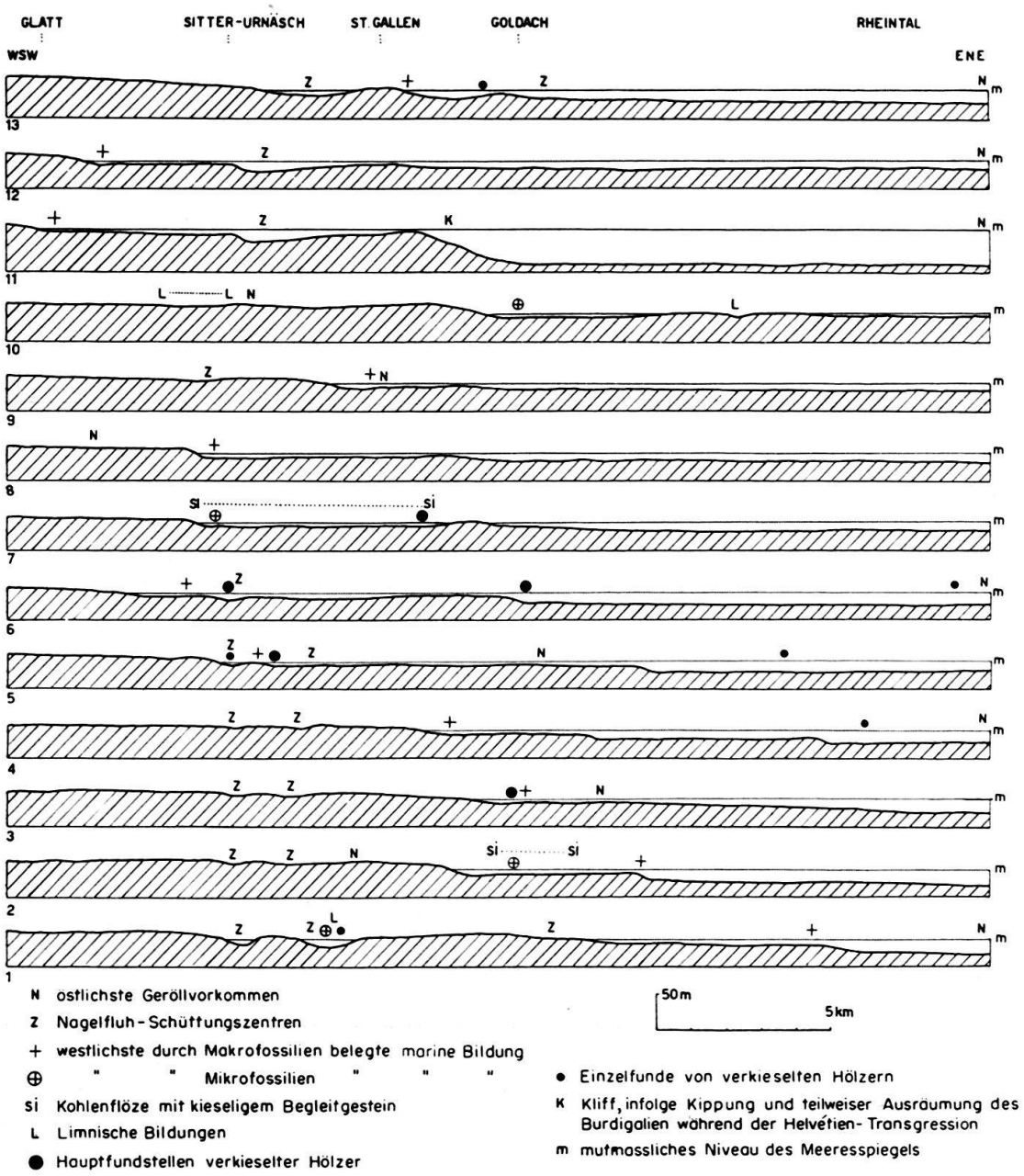


Fig. 1. Mutmassliche Entwicklung des Reliefs am E Rande des Hörnlischuttfächers zur Zeit der Oberen Meeresmolasse.

1 Schüttung des Burdigalen Basiskonglomerates.
2 Bildung der unteren Kohlenflözgruppe mit kieseligem Begleitgestein.
3 Ablagerung des Strandagglomerates an der Goldach.
4 Sedimentation der Unteren Seelaffe.
5 Schüttung der Ringelsbergnagelfluh.
6 Ablagerung der Oberen Seelaffe.
7 Ablagerung der oberen Kohlenflözgruppe mit kieseligem Begleitgestein.
8 Sedimentation der Cardienbank.
9 Nach der Schüttung der Kamelenbergnagelfluh.
10 Sedimentation des Burdigalen Zwischenkomplexes.
11 Helvétientransgression und Schüttung der Freudenbergnagelfluh.
12 Schüttung der Dreilindennagelfluh.
13 Vor Beginn der Hauptschüttungsphase der Oberen Grenznagelfluh.

S—N gerichtet, und einen dritten im Gebiet der Goldach mit einer SW—NE Strömungsrichtung (s. Fig. 1).

Die Transgression des Meeres erfolgte schon in der ersten Phase bis ins Gebiet von Tobel/Wienacht. Bis zur dritten Phase der Basiskonglomerat-Bildung verlagerte sich die Küste nur wenig gegen W, und erst in der vierten Phase kam es zu einer weiteren Senkung des Untergrundes, gefolgt von einer Verlagerung der Küsten gegen W, wobei das Meer in die Mündungsgebiete der beiden W Schüttungsarme eindrang, was durch die litoral-brackische Mikrofauna in den grauen Mergeln im Steinbruch an der Strasse Riethüsli–Lustmühle bewiesen wird, obwohl diese Mergel eine limnische Makrofauna führen. Es erhebt sich nun die Frage, wie dieses Nebeneinander von limnischen Makro- und litoralen Mikrofossilien zu werten ist. Der Erhaltungszustand der *Unien* und *Melanien*, die teilweise von Süsswasser-Kalkalgen (Rivularia) überkrustet sind (siehe auch U. Büchi & F. Hofmann 1945), ist meist vorzüglich. So enthalten die *Unien* hie und da schöne Perlen, und oft umschliessen sie kohlige Resten, besonders im Bereich der Scharniere, welche als ehemalige Weichteile gedeutet werden müssen. Dies schliesst einen langen Transportweg der limnischen Petrefakten aus, und möglicherweise wurde die Süsswasserfauna an Ort und Stelle durch das eindringende Salzwasser vernichtet und in der Folge einsedimentiert.

Unterste Plattensandsteine und Hauteten-Nagelfluh im W = Untere Seelaffe im E

(siehe Fig. 1, Tafel XIII und Tabelle 6)

Die Zone der untersten Plattensandsteine ist eine der interessantesten Stufen des Burdigalien, in welcher sich das langsame Vordringen des Meeres gegen W dokumentiert. Im untersten Teil dieser Stufe drang das Meer periodisch bis ins Gebiet der Goldach vor. Regressionen schufen hier lokal lagunäre Verhältnisse, die zur Bildung der unteren Kohlenflözgruppe im Schaugentobel[4]) führten. Das oberste Flöz mit limnischer Makrofauna wird von grauen, zum Teil sandigen Mergeln unter- und überlagert, in welchen eine brackische Mikrofauna nachgewiesen werden konnte. Eine erneute Senkungsphase, gefolgt von einer Schüttung, deren Spitzen bis ins Gebiet des Witenbaches (S-Rorschach) reichen, ist an der Goldach durch ein Transgressions-Agglomerat dokumentiert. Dieses führt neben einer Häufung verkieselter Baumstämme und anderer pflanzlicher Reste, Gerölle und eine gemischte marin-terrestrische Fauna (*Heliciden*, *Turritellen*, Zähne von *Crocodilus*). Darüber folgen typische marine Plattensandsteine.

W der Goldach in den beiden Mündungsbuchten steigt der Anteil der Plattensandsteine, und zudem überflutete das Meer periodisch die Schwellenzone im Gebiete von St. Georgen.

Während der Schüttung der Hauteten-Nagelfluh[5]) und der Bildung der unteren Seelaffe fanden keine wesentlichen Küstenverschiebungen statt. Erwähnenswert ist der veränderte lithologische Habitus der Seelaffe im Gebiet E von Grub, welcher von H. H. Renz (1937/38) mit Strömungserscheinungen in Zusammenhang

[4]) Goldachschlucht oberhalb der Martinsbrücke.

[5]) Benannt nach einer Lokalität SE des Zusammenflusses der Sitter und des Wattbaches.

Tabelle 6. Unterste Plattensandsteine – Hautetennagelfluh im W = Untere Seelaffe im E

	W-Urnäsch	Urnäsch	Sitter	Wattbach	St. Georgen	Goldach	Witenbach	Grub	E-Grub bis Rheintal
Untere Seelaffe Hautetennagelfluh Lithologie	Hautetennagelfluh					Untere Seelaffe			
Fazies	fluviatil-terrestrisch	fluviatil-terrestrisch evtl. brackisch	fluviatil-terrestrisch	fluviatil-terrestrisch	litoral-neritisch				
Morphologie	gegen W ansteigender Schuttfächer	Mündungsgebiet. Möglicherweise kurzfristiges Eindringen des Meeres	schwach ausgeprägter Landrücken	Flussrinne	überfluteter Landrücken	breiter muschelreicher Küstensaum			tiefere Meeresbucht mit Anzeichen starker Strömung
Oberer Teil der untersten Plattensandsteine Lithologie	gelb-grau gefleckte Mergel-Sandstein-Serien	plattige Sandsteine und bunte Mergel wechselnd mit Nagelfluhbänken	gelb-grau gefleckte und bunte Mergel-Sandstein-Serien und plattige Sandsteine im Wechsel mit Nagelfluhbänken	im unmittelbar Liegenden der Hautetennagelfluh grüne Mergel mit Unio, darunter Sedimente wie an der Sitter	Plattensandsteine unter-geordnet gelb-grau gefleckte Mergel-Sandstein-Serien	an der Basis Strandbildung mit gemischter Fauna, reich an verkieselten Baumstämmen	Plattensandsteine an der Basis Geröllbank mit Ostreen		

Fazies	fluviatil-terrestrisch	fluviatil-terrestrisch z. T. brakkisch	fluviatil-terrestrisch bis brackisch	limnisch, darunter fluviatil-terrestrisch bis brackisch-litoral	litoral seltener fluviatil-terrestrisch	litoral-brackisch-neritisch?			
Morphologie	gegen W ansteigender Schuttfächer	Mündungsgebiet. Kurzfristige Meereseinbrüche	zeitweise überfluteter Landrücken	Flussrinne mit zeitweisem Eindringen des Meeres	meist überfluteter alter Landrücken	im untersten Teil Küstensaum	schwach abfallende Strandplatte Wattenmeer		
Unterer Teil der untersten Plattensandsteine Lithologie	gelb-grau gefleckte Mergel-Sandstein-Serien	gelb-grau gefleckte und bunte Mergel-Sandstein-Serien mit Einschaltungen von plattigen und Platten-Sandsteinen				gelb-grau gefleckte und graue Mergel mit brackischer Mikrofauna Einlagerung von Kohlenflözen mit limnischer Makrofauna	graue Mergel mit brackisch-litoraler Mikrofauna gelb-grau gefleckte Mergel, Mikrobefund limnisch-terrestrisch Plattensandsteine	Plattensandsteine an der Basis graue Mergel mit brackisch-litoraler Mikrofauna (brachyhalynes Meerwasser)	An der Basis lokal Seelaffe
Fazies	Wie zur Zeit der Ablagerung des oberen Teils der untersten Plattensandsteine								
Morphologie	gegen W ansteigender Schuttfächer	wie zur Zeit der Ablagerung des oberen Teils der untersten Plattensandsteine							

gebracht wurde. Dass bei der Bildung der Seelaffen Strömungen mitbestimmend gewesen sein müssen, geht daraus hervor, dass diese durchgehend Gerölle, seltener verkieselte Baumstämme und Reste von Landsäugern führen. Vermutlich handelte es sich um W—E gerichtete Strömungen, die aus der Küstenzone Schalenreste und Gerölle ins Meer hinaus verfrachteten. Bezeichnenderweise fehlen daher am W-Rande des Hörnlifächers (Gebiet zwischen Zürichsee und Goldingertobel) typische Seelaffen völlig (G. Welti, Manuskript), indem hier diese W—E Strömungen vom offenen Meer gegen den Schuttfächer (Küste) hin gerichtet waren.

Zone der Unteren Plattensandsteine und der Nagelfluh mit seelaffeähnlichen Bildungen an der Basis, im Westen = Obere Seelaffe im Osten

(siehe Fig. 1, Tafel XIII und Tabelle 7)

Bis zur Ablagerung der Ringelsbergnagelfluh[6]) veränderten sich die paläogeographischen Verhältnisse nur wenig. Periodisch drang das Meer in die ehe-

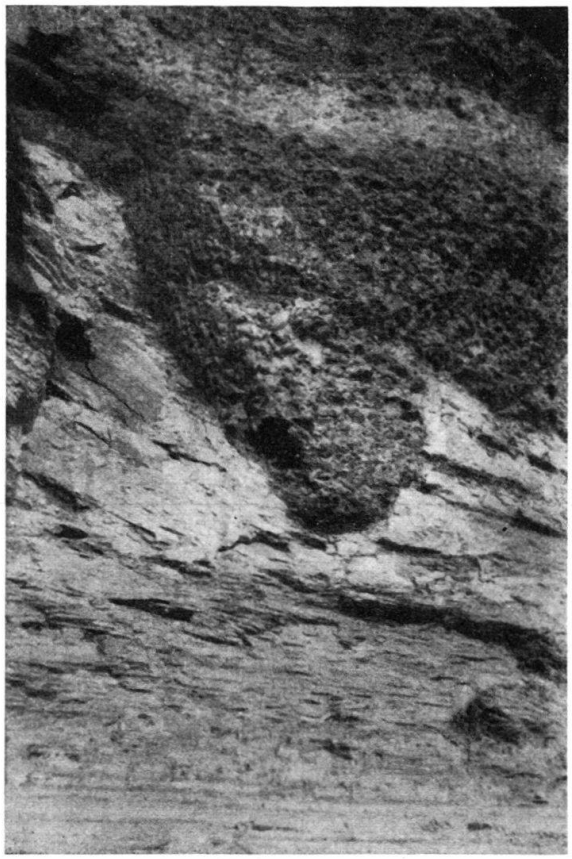


Fig. 2. Ringelsbergnagelfluh (Wattbach). Geröllgefüllte Priele in Plattensandsteinen.

maligen westlichen Mündungsgebiete, die schon während der Schüttung des Basiskonglomerates angelegt wurden.

Im Gebiet des Wattbaches (rechter Nebenbach der Sitter) ist der Wechsel zwischen marinen und terrestrischen, seltener limnischen Sedimenten besonders

[6]) Benannt nach dem Ringelsberg etwa 1 km SW St. Georgen bei St. Gallen.

gut zu beobachten. Erst mit der Schüttung der Ringelsbergnagelfluh transgredierte das Meer bis zur Urnäsch, wofür graue, plattige Sandsteine, die mit der Nagelfluh verkeilt sind, sprechen. An der Sitter führt die Basis der Ringelsbergnagelfluh marine Fossilien (*Cardien*), und zudem lassen sich hier schöne Verkeilungsphänomene mit Plattensandsteinen beobachten. Einzelne Schichtflächen der Plattensandsteine sind übersät mit etwa 1 cm hohen warzenähnlichen Erhebungen mit einem Durchmesser von 2—3 cm. Im Kern derselben erkennt man meist einen kohligen Rest, seltener auch etwas Pyrit. Vermutlich handelt es sich um Sandanhäufungen an der Stengelbasis von Wasserpflanzen. Etwas weiter E am Wattbach sind einzelne Prielen in den Plattensandsteinen zu beobachten, die von der nachfolgenden Nagelfluhschüttung ausgefüllt wurden.

Zur Zeit der Ablagerung der Plattensandsteine im Hangenden der Ringelsbergnagelfluh verschob sich die Küste noch weiter gegen W. Die beiden Schwellenzonen an der Sitter und im Gebiet von St. Georgen waren fast ständig überflutet. Bereits zu dieser Zeit machte sich ein sekundäres Senkungsfeld im Gebiet der

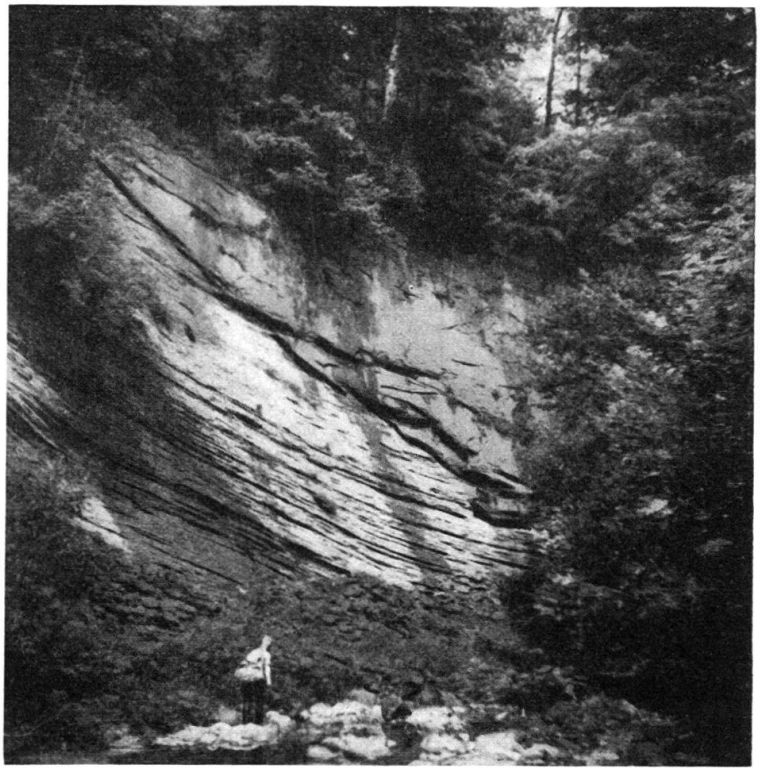


Fig. 3. Untere Plattensandsteine an der Goldach. Priele von massigem (rechts) in dünnplattigem Sandstein (links). (Photo G. Welti.)

Sitter bemerkbar, indem die westliche Mündungsbucht sowie die Schwellenzone an der Sitter fast ständig vom Meer überflutet waren.

Einzig ein roter knolliger Kalk an der Sitter deutet eine kurzfristige Emersionsphase an. In der mittleren Bucht im Gebiet E Lustmühle hingegen wechseln marine und terrestrische Sedimente in vermehrtem Masse, obwohl durch die Schüttung der Ringelsbergnagelfluh gerade in diesem Abschnitt eine starke Aus-

Tabelle 7. Untere Plattensandsteine — Nagelfluh im Liegenden der oberen Flözgruppe im W = Obere Seelaffe im E

	Glatt	Herisau-Wilen	Sturzenegg	Urnäsch	Sitter	Wattbach-Riethüsli	St. Georgen Kapf	Goldach	E-Goldach bis Rheintal
Obere Seelaffe Lithologie	Nagelfluh, unterlagert von gelb-grau gefleckten Mergeln	Nagelfluh, plattige Sandsteine	Nagelfluh, im oberen Teil Einlagerung einer typischen Seelaffe unterlagert von Plattensandsteinen und seelaffeähnlichen Bildungen marine Gastropoden und Pelecypoden	Nagelfluh z. T. reich an verkieselten Hölzern unterlagert von Plattensandsteinen und seelaffeähnlichen Bildungen Tapes, Cardien	Nagelfluh unterlagert von Plattensandstein und seelaffeähnlichen Bildungen Tapes, Cardien	Nagelfluhdoppelbank mit Zwischenlagerung von Platten-Sandsteinen und grauen Mergeln Unterlagert von Plattensandsteinen und typischer Seelaffe	Plattensandstein Cardien, Heliciden, reich an verkieselten Hölzern. Darunter Nagelfluh mit Seelaffe an der Basis	Seelaffe reich an verkieselten Hölzern	Seelaffe verkieselte Hölzer selten. Im Burgtobel zwei Horizonte, getrennt durch einige Meter Plattensandstein
Fazies	fluviatil-terrestrisch	brackisch-litoral	litoral						
Morphologie	gegen W ansteigender Schuttfächer	breite Flussrinne kurzfristiger Meereseinbruch	Meeresbucht, Einmündung eines oder mehrerer Flussarme			schwach ausgeprägte Schwellenzone		gegen das Rheintal hin schwach geneigte Strandplatte grosse Küstennähe	
Zone zwischen oberer Seelaffe und Ringelsbergnagelfluh Lithologie	nichtmarine Nagelfluh-Sandstein-Mergel-Serien		Plattensandsteine, Basis reich an Spiralsteinen unterlagert von rotem knolligem Kalk, Nagelfluhbänken, gelbgrau gefleckten Mergeln, seltener plattigen Sandsteinen		Plattensandsteine, Basis reich an Spiralsteinen unterlagert von rotem Kalk verkeilt in Nagelfluh und Plattensandsteinen Cardien Pholaden Ostreen, Tapes	Plattensandsteine, lokal Schiefermergel, Geröllnester und Geröllschnüre Cardien, Ostreen Mächtigkeit etwa 80 m	Plattensandsteine Mächtigkeit etwa 30 m	Plattensandsteine Fossilhorizont Plattensandsteine, etwa 10 m tiefe Priele in feinplattigem Sandstein, ausgefüllt mit grobgebanktem Sandstein	Plattensandsteine Seelaffe Plattensandsteine

Fazies	fluviatil-terrestrisch		im oberen Teil litoral im unteren Teil fluviatil-terrestrisch seltener brackisch	litoral, kurzfristige Emersion (roter Kalk)	l i t o r a l - n e r i t i s c h			
Morphologie	gegen W ansteigender Schuttfächer		schwach ausgeprägte Flussrinne, Meeresbucht	Schwellenzone	relativ tiefe Meeresbucht. Sukzessive Auffüllung	ständig überflutete Schwellenzone	Rheintalbucht Wattenmeer Senkung und sukzessive Auffüllung halten sich die Waage	
Ringelsberg-nagelfluh Lithologie		N a g e l f l u h	Basisverkeilungen mit plattigen Sandsteinen	Nagelfluh, die unteren paar Meter schöne Verkeilungen in Plattensandstein, Cardien verkieselte Hölzer		Nagelfluh z. T. Seelaffe-Charakter	Geröllschnur Cardien	Plattensandsteine
Fazies	fluviatil-terrestrisch		brackisch	litoral-neritisch				
Morphologie	geröllfreier Landrücken	gegen W ansteigender Schuttfächer	Flussrinne Meereseinbruch wahrscheinlich	überflutete Schwellenzone	Anlage einer Bucht durch Vertiefung und Verbreiterung einer alten Flussrinne	Breite überflutete Schwelle Wattenmeer	gegen die Rheintalbucht hin schwach geneigte Strandplatte Wattenmeer	
Zone zwischen Ringelsberg-nagelfluh und unterer Seelaffe Lithologie	Nagelfluh-Sandstein-Mergel-Serien		Nagelfluh-Sandstein-Mergel-Serien mit lokalen Einlagerungen von plattigen Sandsteinen	Nagelfluh-Sandstein-Mergel-Serien plattige Sandsteine selten	plattige Sandsteine und Plattensandsteine, Geröllbänke, Cardien gelb-grau gefleckte Mergelserien seltener	P l a t t e n s a n d s t e i n e lokal fossilführend		
Fazies	fluviatil-terrestrisch		fluviatil-terrestrisch z. T. brackisch	fluviatil-terrestrisch z. T. brackisch	litoral, untergeordnet fluviatil-terrestrisch	litoral - neritisch		
Morphologie	gegen W ansteigender Schuttfächer, geröllfreier Landrücken		breite Wanne kurzfristige Brackwassereinbrüche	selten überfluteter Landrücken	alte Flussrinne, meist unter Meeresbedeckung	breite meist überflutete ehemalige Landschwelle	gegen das Rheintal hin schwach geneigte Strandplatte Wattenmeer	

räumung und Vertiefung stattfand. In der Folge wurden die beiden erwähnten Buchten bis zur Ablagerung der Oberen Seelaffe fast völlig aufgefüllt.

In der Zone der Unteren Plattensandsteine an der Goldach im Hangenden der Ringelsbergnagelfluh, welche hier nur noch als Geröllschnur entwickelt ist, lässt sich ein bemerkenswerter lithologischer Gesteinswechsel beobachten, der bereits anhand einer Photographie von A. LUDWIG & CH. FALKNER (1903/4) festgehalten wurde und als Priele gedeutet werden muss. Feingeplatteter Sandstein im S stösst längs einer mit etwa 40° gegen N geneigten Fläche an grob gebankten Sandstein im N (siehe Fig. 3). Nur die S-Begrenzung der Priele ist aufgeschlossen, während die N-Grenze infolge des Schichtfallens unter das Niveau der Goldach zu liegen kommt.

Die Priele verläuft ungefähr in W—E-Richtung und besitzt eine Tiefe von über 10 m. Ähnliche Phänomene in diesem Ausmass sind im Untersuchungsgebiet nirgends sonst festgestellt worden. Es rechtfertigt sich daher, diese interessante Lokalität anhand einer Photographie (Fig. 3) nochmals wiederzugeben.

Mit der Schüttung der Nagelfluh mit seelaffeähnlichen Bildungen an der Basis und der Ablagerung der Oberen Seelaffe, als deren E-Fortsetzung, findet die grösste nach W reichende Transgression des Burdigalien statt. Marine, fossilführende Plattensandsteine sind etwa 1 km W von Sturzenegg[7]) in einem kleinen Bach anstehend, und plattige, vermutlich marine bis brackische Sandsteine sind kurz E Wilen (bei Herisau) aufgeschlossen (siehe Tafel XIII).

Auch die Bildung der Oberen Seelaffe, deren allmähliche Entwicklung aus einer Nagelfluhbank heraus beobachtet werden kann, spricht für eine W—E gerichtete Meeresströmung. So finden sich in den Aufschlüssen bei Blatten-Staad noch reichlich Gerölle, Reste von Landsäugern, Nesterkohle und seltener kleine Fragmente verkieselter Hölzer. Erwähnenswert ist ein bei Blatten-Staad gefundenes Asphaltstück, welches von *Teredo* angebohrt wurde. Das isolierte Vorkommen spricht gegen Autochthonie, gibt jedoch einen Hinweis, dass zur Zeit der Ablagerung der Oberen Meeresmolasse oberflächliche Asphaltvorkommen der Erosion anheimfielen, wobei es zur Verfrachtung von schwimmenden Asphaltbrocken durch die Meeresströmungen kam.

BURDIGALER REGRESSIONSZYKLUS

Mit der Ablagerung der Oberen Seelaffe fand der burdigale Transgressionszyklus seinen Abschluss, und Regressionen beherrschten das Ablagerungsbild der höheren burdigalen Schichten.

Zone der mittleren Plattensandsteine und der oberen Flözgruppe mit kohlig-kieseligen und kohlig-kalkigen Schichten

(siehe Fig. 1, Tafel XIII und Tabelle 8)

Während im Gebiet der Goldach und E daran anschliessend bis zum Rheintal eine monotone Serie von Plattensandsteinen abgelagert wurden, zeichnen sich die

[7]) 1 km S des Zusammenflusses der Sitter und der Urnäsch, W der Urnäsch.

W-Gebiete durch eine äusserst interessante Gesteinsfolge aus. Unmittelbar über der Nagelfluh mit seelaffeähnlichen Bildungen an der Basis folgen einige Meter lokal fossilführende Plattensandsteine, die bei St. Georgen reich an verkieselten Hölzern sind (siehe Tafel XIII). Sie werden von grauen Mergeln überlagert, in welchen sich die von U. Büchi & F. Hofmann (1945) beschriebene obere Kohlenflözgruppe befindet. Damals wurden von den beiden Autoren die Flöze und die grauen Mergel als limnische Bildung angesehen und in paläogeographischer Hinsicht als Ablagerung in einem breiten Küstensumpfe gedeutet. Durch die mikropaläontologischen Untersuchungen gelangt man heute zu einer etwas modifizierteren Auffassung. Dank dem massenweisen Auftreten von *Planorben* (meist nur kleine Individuen) steht der limnische Charakter der Flöze selbst über jedem Zweifel. Die grauen Mergel im Liegenden und Hangenden der Flöze, wie auch jene zwischen den Flözen bei St. Georgen selbst, führen eine reiche litorale Mikrofauna. Dieser rasche mehrmalige Wechsel zwischen litoralen und ausgesprochen limnischen Sedimenten kann nicht durch Ablagerung in einem Küstensumpf allein erklärt werden, es muss noch ein weiterer Faktor hinzutreten, für welchen aber keine direkten Beobachtungen vorliegen. Die Meeresbucht, welche zur Zeit der Ablagerung der Oberen Flözgruppe den Raum zwischen dem gegen W ansteigenden Schuttfächer (E Sturzenegg) und der Schwellenzone bei St. Georgen einnahm, wurde vermutlich kurz nach der Schüttung der liegenden Nagelfluh durch eine W—E-Strömung abgeschnürt und haffartig geschlossen. Starke Süsswasserzufuhr oder ein periodisches Schliessen des Haffs führte zur raschen Aussüssung und Entwicklung der limnischen Faunen. Dieser Vorgang hat sich mindestens zweimal abgespielt.

Auf diese erste Regression folgte eine kurzfristige, doch weit gegen W reichende Transgression. Es kam zur Sedimentation von Plattensandsteinen mit einer Cardienbank an der Basis, die durchgehend von St. Georgen bis nach Sturzenegg die Flözgruppe im Hangenden begleitet. Lokal führt die Cardienbank (Urnäsch) *Tapes*, *Turritella* und *Natica*.

Über den Plattensandsteinen folgen an der Urnäsch gelbe Mergelserien, in welchen einzelne *Heliciden* gefunden wurden. An der Sitter kann schon im unteren Teil dieser Mergelzone eine Verkeilung und Wechsellagerung mit Plattensandsteinen beobachtet werden. In den höheren Teilen dieser Zone verlagert sich das Gebiet der seitlichen Verzahnungen zwischen gelben Mergeln und Plattensandsteinen immer weiter gegen E und deutet eine sukzessive Regression des Meeres an. Bis zur Ablagerung der Kamelenbergnagelfluh[8]) verschob sich die Küste bereits bis ins Gebiet des Falkenwaldes[9]). Nach der Schüttung der genannten Nagelfluh fanden keine wesentlichen Regressionen statt, und im Gebiet des Falkenwaldes selbst wurden bis zur nächsten Schüttung (Biserhofnagelfluh[8])) Plattensandsteine abgelagert, die im obersten Teil reich an Pflanzenresten sind. Etwas weiter E bei Kamelenberg (Gebiet der Schwellenzone von St. Georgen) sind marine, fossilführende Sandsteine, überlagert von fluvioterrestrischen Mergeln, anstehend. Mit der Schüttung der Biserhofnagelfluh fand die erste Phase des burdigalen Regressionszyklus ihren Abschluss.

[8]) Biserhof und Kamelenberg kurz E St. Georgen.

[9]) W St. Georgen.

Tabelle 8. Mittlere Plattensandsteine — Zone der oberen Flözgruppe

	Herisau	Sturzenegg	Urnäsch	Sitter	Riethüsli Falkenwald	St. Georgen	Goldach	Witenbach	E-Wittenbach bis Rheintal
Oberer Teil der Nagelfluhdoppelbank = Biserhofnagelfluh Lithologie	Nagelfluh				Pflanzenführende Sandsteinlinsen		Plattensandstein		
Fazies	fluviatil-terrestrisch				evtl. brackisch bis litoral	evtl. brackisch bis litoral	litoral bis neritisch		
Morphologie	gegen W ansteigender Schuttfächer		Schüttungszentrum	gegen E schwach abfallende Strandplatte, Wattenmeer, geringe Wassertiefe					
Schichten zwischen den beiden Nagelfluhbänken Lithologie	gelb-grau gefleckte, seltener bunte Mergel-Sandstein-Serien		Schichtfuge	Schichtfuge	Plattensandsteine, reich an Pflanzen	gelb-grau gefleckte Mergel unterlagert von Plattensandstein. Ostreen, Tapes, Cardien, Solen. Pflanzen	Plattensandstein		
Fazies	fluviatil-terrestrisch		Ausräumung durch nachfolgende Nagelfluhschüttung		litoral bis neritisch				
						schwach ausgeprägte Schwelle			
Morphologie	gegen W ansteigender Schuttfächer		— —		gegen E schwach abfallende Strandplatte, Wattenmeer, geringe Wassertiefe				
Unterer Teil der Nagelfluhdoppelbank = Kamelenbergnagelfluh Lithologie	Nagelfluh						Plattensandstein		
Fazies	fluviatil-terrestrisch				evtl. brackisch	litoral bis neritisch			
Morphologie	gegen W ansteigender Schuttfächer		Schüttungszentrum	gegen E flach abfallende Strandplatte, Wattenmeer, geringe Wassertiefe					

Zone zwischen Kamelenberg-nagelfluh und Cardienbank Lithologie	gelb-grau gefleckte Mergel Nagelfluh gelb-grau gefleckte Mergel	Platten-sandstein	kleines Kohlenflöz Platten-sandstein	gelb-grau gefleckte Mergel, im untern Teil wechselnd mit Plattensandstein. Zunahme gegen E Plattensandstein	Platten-sandstein	Plattensandstein Seelaffe
	Cardienbank					
Fazies	fluviatil-terrestrisch				litoral bis neritisch	
		im unteren Teil litoral, gegen E auch höhere Komplexe litoral				
Morphologie	gegen W ansteigender Schuttfächer		Zone starker Küstenschwankungen, von unten nach oben generell regressiv		gegen E flach abfallende Strandplatte, Wattenmeer geringe Wassertiefe	
	Cardienbank = typischer Transgressionshorizont					
Zone der oberen Flözgruppe Lithologie	fluviatile Mergel-Sandstein-Serien	graue Mergel mit 1 Kohlenflöz, begleitet von kohligem Kalk und kohlig-kieseligem Gestein und 1 Kohlenflöz mit kohligem Kalk (Planorben)	graue Mergel mit 1 Kohlenflöz, begleitet von kohligem Kalk (Planorben) im grauen Mergel litoral-brackische Mikrofauna	grauer Mergel mit 1 Kohlenflöz, begleitet von kohligem Kalk und kohlig-kieseligem Gestein (Planorben)	grauer Mergel mit 2 Kohlenflözen, begleitet von kohlig-kieseligem Gestein (Planorben-Heliciden). Im grauen Mergel marine-brackische Mikrofauna	Plattensandstein
Fazies	fluviatil-terrestrisch	litorale Sedimente im Wechsel mit limnischen Ablagerungen				litoral bis neritisch
Morphologie	gegen W ansteigender Schuttfächer	ruhige Meeresbucht, geringe Zufuhr von psammitischem Material. Marine Mikrofauna, jedoch keine marine Makrofossilien. Vermutlich haffartig geschlossene Bucht. Zeitweise völlige Aussüssung und Bildung von Küstensümpfen mit üppigem Pflanzenwuchs und limnischer Fauna, Zufuhr von Kieselsäure durch thermale Quellen, deren Austritte im unmittelbar südlich gelegenen Schuttfächerteil zu lokalisieren sind				gegen E schwach abfallende Strandplatte, Wattenmeer

Tabelle 9. Burdigaler fluvioterrestrischer, im E brackischer Zwischenkomplex

	W Urnäsch Bach E Engelen	Sitter W-Ufer	Sitter E-Ufer	Freudenberg	Goldach	Bettleren-bach	Kräzerntobel	Rheintal
Lithologie	2 Kohlenflöze begleitet von kohligem Kalk (Planorben, Ostracoden) in gelben Mergeln Nagelfluh gelb-grau-gefleckte Mergel-Sandstein-Serien	graue Mergel (Limnaea, Brotia), wenig W im Stollen des Kraftwerkes kleines Kohlenflöz Nagelfluh-Sandsteinzone (Deltaschichtung) untergeordnet bunte Mergel	gelb-grau gefleckte und bunte Mergel-Sandstein-Serien	gelb-grau gefleckte Mergel	gelb-grau gefleckte Mergel mit grauem schwach kohligem Mergelband Heliciden, Schildkröten, Säugetiere, brackische Mikrofauna	gelb-grau gefleckte Mergel Heliciden	gelb-grau gefleckte Mergel mit kleinem Kohlenflöz begleitet von kohligem Kalk (Planorben)	Aufschlüsse fehlen
					z. T. durch Freudenbergnagelfluh-Schüttung ausgeräumt			
Fazies	im oberen Teil limnisch im unteren Teil fluviatil-terrestrisch		fluviatil-terrestrisch		fluviatil-terrestrisch, z. T. limnisch oder brackisch			
Morphologie	flaches Flußschwemmland mit ausgedehntem Süsswassertümpel				seichte Küstenzone mit häufigen Emersionen und Anlage lokaler Süsswassertümpel			

Burdigaler Zwischenkomplex

(siehe Fig. 1, Tafel XIII und Tabelle 9)

Mit der Ablagerung der gelbgraugefleckten Mergelserien im burdigalen Zwischenkomplex kam es zum endgültigen Rückzug des Meeres aus dem Untersuchungsgebiet. In den Mergelserien konnten nirgends marine Makrofossilien gefunden werden. An der Goldach und E davon führen die Mergel eine brackische Mikrofauna, und lokal z. B. am Bach im Frauenwald (S-Untereggen) treten in den gelbgrauen Mergelserien graue sandige Mergellagen auf, die an marin-brackische Serien erinnern. Ob diese brackischen Zonen noch mit dem offenen Meer in Verbindung standen oder ob es sich um lokale Salzwassertümpel gehandelt hat, die langsam ausgesüsst wurden und verlandeten, kann nicht entschieden werden. Im Gebiete zwischen Bach W-Engelen (E-Herisau) und der Sitter und im untern Kräzerntobel bei Loch S-Rorschach sind ausserdem limnische fossilführende Schichten anstehend.

Die stratigraphische Auswertung des Fossilinhaltes, besonders der Säugetiere, ergab für den burdigalen Zwischenkomplex ein unterburdigales Alter und eine beträchtliche Schichtlücke gegen das hangende Helvétien. Weder lithologisch noch durch Diskordanzen kommt dies zum Ausdruck. Wohl besteht eine gewisse Abnahme der Mächtigkeit des Zwischenkomplexes in östlicher Richtung, doch ist diese auf Erosionsvorgänge und Anlage eines Kliffs im Gebiete E des Freudenberges während der Helvétientransgression zurückzuführen.

DER UNTERHELVETISCHE SEDIMENTATIONSZYKLUS

Transgression des Helvétienmeeres und Ablagerung der Freudenbergnagelfluh[10])

(siehe Fig. 1, Tafel XIII und Tabelle 10)

Eine weitere starke Senkungsphase des Molassetroges bewirkte, dass das Meer erneut in das Untersuchungsgebiet eindrang, und gleichzeitig wurden wieder starke Schüttungsarme des Ur-Rheines aus der Hauptachse in das Senkungsfeld des unteren st. gallischen Rheintales und Bodensees abgelenkt. Gegenüber dem Burdigalien fand im Helvétien eine Verbreiterung dieser Senkungszone gegen W statt bis ins Gebiet zwischen Freudenberg und Goldach. Es kam hier primär schon zu einer tektonischen Anlage eines Kliffs (Schwellenzone von St. Georgen), welches durch teilweise Erosion des burdigalen Zwischenkomplexes zur Zeit der Helvétientransgression noch erhöht wurde. Die Kliffhöhe betrug etwa 70—80 m.

Die Schüttung der Freudenbergnagelfluh (Helvétienbasis) zeichnet sich durch einen vorerst schwachen, lokal von Plattensandsteinen unterlagerten Geröllschub aus, gefolgt von einer ruhigen Sedimentationsphase mit Ablagerung von grauen Mergeln und fossilführenden Plattensandsteinen, an welche nun die Hauptschüttungsphase anschloss. Schon der erste Geröllschub machte sich bis ins Bodenseegebiet geltend, wobei wieder eine starke W—E-Strömung den Transport der Gerölle aus der Küstenzone ins Meer hinaus begünstigte. Lokal besitzt die Freudenbergnagelfluh ausgesprochenen Seelaffe-Charakter, so etwa 1 km E der Goldach und

[10]) Benannt nach dem Freudenberg, Anhöhe S der Stadt St. Gallen.

Tabelle 10. Freudenbergnagelfluh

	W-Herisau	Walketobel Bach E Engelen	Sitter	Mühleck	Freudenberg	Scheitlins-büchel	Goldach	Bettleren-bach	E-Rorschach	Staad
4. Phase Lithologie	Nagelfluh		verschmolzen mit 2. Phase	im obersten Teil fossil-reich		fehlt oder nur rudimentär entwickelt	Geröllbänder, -Schnüre und -Nester lokal seelaffeähnlich			Geröll-führender fossilreicher Sandstein seelaffe-ähnlich
Fazies	fluviatil		evtl. litoral-brackisch	litoral bis neritisch						
Morphologie	gegen W ansteigender Schuttfächer		Schüttungs-zentrum Völlige Aus-räumung der Sedimente der 3. Phase	Strandplatte	Kliffrand	Kliff-böschung	Rorschacherbucht = gegen W erweiterte Rheintalsenke			
3. Phase Lithologie	Sandsteine und Mergel	gelbliche Sandsteine und Mergel limnischer Mikrobefund	fehlt infolge Erosion	nicht auf-geschlossen	graue Mergel und Platten-sandstein Ostreen, Teredobohr-gänge in Kohle	fehlt oder nur rudimentär vorhanden	Plattensandsteine			
Fazies	fluviatil-limnoterrestrisch		evtl. litoral-brackisch	litoral bis neritisch						
Morphologie	wie in der 4. Phase									

2. Phase Lithologie	Nagelfluh				Erosion	Geröllbänder, -Schnüre und -Nester lokal seelaffeähnlich Ostreabank	gering-mächtige Nagelfluh-bank
Fazies	fluviatil-terrestrisch		litoral bis neritisch				
Morphologie	gegen W ansteigender Schuttfächer	Schüttungs-zentrum	Strandplatte	Kliffrand	Kliff-böschung	Rorschacherbucht = gegen W erweiterte Rheintalsenke	
1. Phase Lithologie	Ablagerungen fehlen primär oder infolge Erosion zur Zeit der Schüttung der Nagelfluh der 2. Phase		nicht auf-geschlossen	einige Meter Platten-sandsteine	Erosion	Plattensandsteine Ostreen brackische Mikrofauna	
Fazies	fluviatil-terrestrisch		litoral bis brackisch			vorwiegend litoral, lokal brackisch	
Morphologie	gegen W ansteigender Schuttfächer		gegen Ende der 1. Phase überflutete Strandplatte		Starke Senkungsvorgänge im Gebiete des Rheintales, Transgression des Helvétienmeeres. Bildung einer Abrasionsplatte durch teilweise Erosion des burdigalen Zwischenkomplexes. Bildung eines Kliffs zwischen Freudenberg und Goldach: primär infolge Senkungsvorgänge, sekundär durch Erosionsvorgänge verstärkt		

Tabelle 11. Zone der Schiefermergel

	W-Glatt	Glatt	Herisau	Bach E-Engelen	Sitter	St. Georgen	Goldach	E-Goldach
Lithologie	Nagelfluh bunte und gelb-grau-gefleckte Mergel-Sandsteinserien	Schiefermergel mit durch Pholaden angebohrten Geröllen brackische Mikrofauna	Plattensandsteine unterlagert von Schiefermergeln mit durch Pholaden angebohrten Geröllen	Plattensandsteine unterlagert von Schiefermergeln	Plattensandsteine unterlagert von Schiefermergeln mit durch Pholaden angebohrten Geröllen	Plattensandsteine unterlagert von Schiefermergeln	Plattensandsteine unterlagert von Schiefermergeln, lokal Geröllschnüre und -Bänder z. T. wechselnd mit Plattensandsteinen besonders an der Basis	
		arten- und individuenreiche Fossilfundstellen						relativ arten- und individuenarm
Fazies	fluviatil-terrestrisch	brackisch-litoral	litoral bis neritisch					
Morphologie	gegen W ansteigender Schuttfächer	Strandplatte				Schwelle, östlich daran anschliessend Kliff	Rorschacherbucht, relativ grosse Wassertiefe bis zu ca. 100 m sukzessive Auffüllung: z. Z. der Schüttung der Dreilindennagelfluh weitgehend abgeschlossen	

am Hurlibuck (Felsriff im Bodensee) bei Staad. Im Frauenwald, S-Untereggen, ist sie als geröllführende Austernbank entwickelt.

W des Kliffs, welches schon zur Zeit der Schüttung der Freudenbergnagelfluh überflutet wurde, schloss sich eine flache Strandplatte an, die W der Menzeln (Höhenzug SW St. Gallen) muldenförmig eingesenkt war, mit tiefstem Punkt im Sitterquerschnitt. Längs der Klifflinie fanden während des ganzen Helvétien Hebungen statt; die Schwellenzone von St. Georgen, welche während des ganzen Burdigalien wirksam war, erhält sich somit auch noch während des Helvétien.

Zone der Schiefermergel

(siehe Tafel XIII, Tabelle 11)

Im gesamten Untersuchungsgebiet zeichnet sich das Untere Helvétien durch eine monotone Gesteinsfolge aus, die sog. Schiefermergel (Wechsel von wenig mm dicken Sandstein- und Mergellagen). Lokal, besonders aber im basalen und obern Teil dieser Zone, treten vermehrt Plattensandsteine auf. Einzelne Geröllschnüre, meist ausgesprochene Fossilhorizonte, lassen sich oft über mehrere Kilometer verfolgen. Nennenswert sind zwei Geröllbänder, die sich von der Glatt bis an die Sitter verfolgen lassen, deren Kalkgerölle von *Pholaden* durchlöchert sind. Auch hier muss eine relativ starke W—E gerichtete Strömung zur Ausbreitung der angebohrten Gerölle aus der Strandzone im W, ins Meer hinaus beigetragen haben. Fossilanhäufungen (Turritellenmassengräber, Pectenhorizonte usw.) lassen darauf schliessen, dass Änderungen des Salzgehaltes in Nähe der Ästuarien lokal zu Massensterben der Faunen führte.

Zur Zeit der Sedimentation der Schiefermergel fand die am weitesten gegen das Schuttfächerzentrum hin reichende Transgression des Miozänen Meeres statt (Schloss an der Glatt). Die Rheintal–Bodensee-Bucht und das Senkungsfeld im Sitterquerschnitt wurden während der Ablagerung der Zone der Schiefermergel fast völlig aufgefüllt, und der oberhelvétische Sedimentationszyklus traf auf ein im Grossen nur wenig differenziertes Relief.

OBERHELVÉTISCHER SEDIMENTATIONSZYKLUS

Schüttung der Dreilindennagelfluh[11])

(siehe Fig. 1, Tafel XIII und Tabelle 12)

Der oberhelvétische Sedimentationszyklus beginnt mit einer Nagelfluhschüttung und einer neuen Transgression, die lokal von Erosionserscheinungen begleitet ist. An der Goldach (siehe Fig. 4) erkennt man auf der Oberfläche der Schiefermergel prielenartige parallel verlaufende Rinnen, in welchen bei der nachfolgenden Schüttung der Dreilindennagelfluh Gerölle abgelagert wurden. Diese Rinnen verlaufen ungefähr von S gegen N und stehen somit beinahe senkrecht zur Strömungsrichtung, welche in der Folge die Gerölle aus dem Küstengebiet ins Meer hinaus verfrachteten. Die Anlage dieser Rippen und Rinnen muss somit schon vor Ablagerung der Dreilindennagelfluh stattgefunden haben, gefolgt von einer starken

[11]) Dreilinden, Geländerippe S St. Gallen (N-Hang des Freudenbergs).

diagenetischen Verfestigung der Schiefermergel, da die quer zur Strömung verlaufenden Rippen während der Nagelfluhschüttung nicht zerstört wurden. Weiter im E am Bettlerenbach, im Stollen S-Sulzberg und bei Mariaberg (Rorschach) liegt die als Geröllschnur ausgebildete Dreilindennagelfluh (siehe Fig. 5),

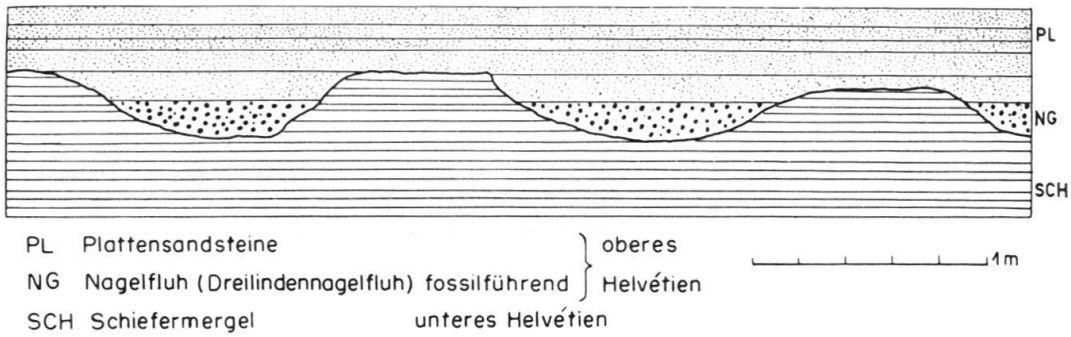


Fig. 4. Detailprofil an der Grenze zwischen oberem und unterem Helvétien an der Strasse Martinsbrücke–Untereggen (Martinstobel–Goldach). (Gez. nach Photo.)

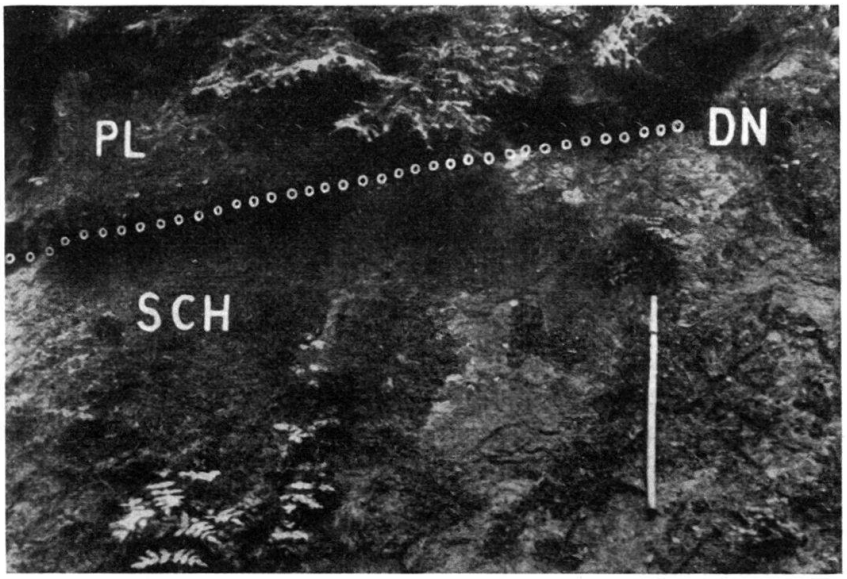


Fig. 5. Bettlerenbach S Rorschach. Kontakt zwischen oberem und unterem Helvétien. PL Zone der Oberen Plattensandsteine; DN Dreilindennagelfluh (als Geröllschnur entwickelt); SCH Zone der Schiefermergel.

welche von Plattensandsteinen überlagert wird und teilweise mit diesen verkeilt ist, in scharfem Kontakt auf den Schiefermergeln. Dieser plötzliche Fazieswechsel deutet auch auf eine rasche Änderung der Ablagerungsverhältnisse, wie sie nur durch einen Sedimentationsunterbruch zu erklären sind. Obwohl sich nirgends Verwitterungshorizonte feststellen lassen, kann mit Sicherheit angenommen werden, dass nach Ablagerung der Schiefermergel Regressionen stattgefunden haben, verbunden mit einer Sedimentationspause, in welcher die Sand- und Schlamm-Massen des Unteren Helvétien weitgehend diagenetisch verfestigt wurden. Durch Erosion kam es dann lokal zur Anlage der genannten prielen-

Tabelle 12. Zone der oberen Plattensandsteine und Dreilindennagelfluh

	Glatt	Herisau	Moosbergbach	BachW Engelen	W Sitter E		Menzeln	Steinach	Hagenbuch	Grütli	Goldach	E-Goldach
Plattensandsteine oberer Teil Lithologie	Nagelfluh Mergel und Sandstein	nicht aufgeschlossen	plattige Sandsteine	nicht aufgeschlossen	bunte Mergel, Sandsteine, knollige Kalke	Plattensandstein	Schiefermergel	Plattensandsteine: subaquatische Rutschung	Geröllband		subaquatische Rutschung	
		Nagelfluh					Individuenfundstellen	z. T. artenreiche Fossil-			keine Fossilien	
Fazies	fluviatil-terrestrisch		fluviatil-terrestrisch z.T. brackisch-litoral			litoral						
Morphologie	gegen W ansteigender Schuttfächer	breite Flussrinne, zeitweise kurzfristige Meereseinbrüche			Schwellenzone		flache Wanne	Schwellenzone	Strandplatte, Wattenmeer		monotone Sedimentation	
Plattensandsteine unterer Teil Lithologie	Nagelfluh Mergel und Sandstein	roter Mergel unterlagert von Plattensandstein, seelaffeähnliche Fossilbank	Plattensandstein und Schiefermergel, Einlagerung von seelaffeähnlichen Bänken		Schiefermergel und Plattensandstein			Plattensandstein	Plattensandstein und Schiefermergel		Plattensandstein	
Fazies	fluviatil-terrestrisch	litoral										
Morphologie	gegen W ansteigender Schuttfächer	Strandplatte, durch Buchten und Becken gegliedert. Artenarme, jedoch individuenreiche Fossilfundstellen			stärker überflutete Strandplatte. Arten- und individuenreiche Fossilfundstellen						Wattenmeer mit monotoner Sedimentation	
Dreilindennagelfluh Lithologie	Nagelfluh		Plattensandstein	Nagelfluh						z.T. Fossilagglomerat	Geröllschnur, Pecten, Cardien, Ostreen	
					fossilführend							
Fazies	fluviatil		litoral									
Morphologie	Flussrinne		Sandbarre Strandwall	breite Mündungsbucht eines Flussarmes					Wattenmeer, Gerölle durch Gezeiten und Strömungen aus den Westgebieten verfrachtet und flächenhaft ausgebreitet			
				tiefste Zone Geröllmassen subaquatisch verrutscht					liegende Schichten teilweise erodiert			
									vermutlich kurzfristige Regression gefolgt von erneuter Transgression			

artigen Rinnen. Eine subaquatische Rutschung im Gebiet der Sitter, von welcher die Geröllmassen der Dreilindennagelfluh erfasst wurden, dürfte ebenfalls auf Anlage einer Terrainböschung in der erwähnten Regressionsepoche zurückzuführen sein. Mit der Schüttung der Dreilindennagelfluh transgredierte das Meer wieder weit gegen W bis ins Gebiet von Herisau.

Eine ähnliche Zweiteilung des Helvétien wird aus dem Hochrheingebiet zwischen Zurzach und Eglisau (E. v. BRAUN 1953) beschrieben. Es lassen sich dort an der Grenze zwischen den beiden Sedimentationszyklen lokal Verwitterungshorizonte beobachten, sowie eine diagenetische Verfestigung und teilweise Aufarbeitung der tieferen Stufe.

Zone der Oberen Plattensandsteine

(siehe Tafel XIII und Tabelle 12)

Die Zone der Oberen Plattensandsteine lässt sich W der Goldach in ein unteres und oberes Stockwerk gliedern: Im Zusammenhang mit einer erneuten Senkung im Gebiete der Rheintal–Bodensee-Bucht kam es wieder zu Geröllschüttungen in die Ostgebiete und zur Ablagerung einer Nagelfluhbank zwischen Glatt und Sitter und einem lokalen Geröllband im Hagenbuchwald[12]). An der Goldach und an der Steinach findet sich im gleichen Niveau innerhalb der Plattensandsteine eine subaquatische Rutschung, deren Ursache mit den genannten Senkungsvorgängen zusammenhängen muss (stark verfältelte Sandsteine auf ebener Unterlage).

Während im tiefern Teil der Plattensandsteine keine Anzeichen für eine Küstenverschiebung gegen E zu beobachten sind, zeichnet sich das höhere Stockwerk durch starke Regressionen aus, die zeitweise bis zur Sitter reichten. So stehen am W-Ufer im Liegenden der Oberen Grenznagelfluh bunte Mergel, Sandsteine und rote, knollige Kalke an. Bereits am E-Ufer treten an ihre Stelle fossilführende Plattensandsteine, wechselnd mit grauen Mergeln. Die Zone der Oberen Plattensandsteine weist im Gebiet von St. Georgen eine starke Reduktion der Mächtigkeit auf. Diese ist auf Hebungen in dieser alten Schwellenzone zurückzuführen.

Ablagerung der Oberen Grenznagelfluh und Regression des Helvétienmeeres aus dem Untersuchungsgebiet

(siehe Fig. 1, Tafel XIII und Tabelle 13)

Die Schüttung der Oberen Grenznagelfluh lässt sich in drei Phasen gliedern, in eine tiefere, schwache Schüttungsphase, eine mittlere Phase ruhiger Sedimentation und teilweiser Emersion, gefolgt von der Hauptschüttungsphase.

In der tiefsten Phase war die Verteilung von Land und Meer ähnlich wie zur Zeit der Ablagerung des höheren Teils der Zone der Oberen Plattensandsteine. Die Nagelfluh und die mit ihr verzahnten Sandsteine führen lokal (Steinach, Menzeln[13])) marine Petrefakten. Lokal, besonders aber im Gebiete des Müllitobels (Steinachschlucht zwischen St. Georgen und St. Gallen), lassen sich schöne Übergußschichten beobachten (siehe F. SAXER 1929/30).

---

[12]) Hagenbuch, Quartier im E-Teil der Stadt St. Gallen; Hagenbuchwald südlich davon.

[13]) Hügelzug S St. Gallen.

Tabelle 13. Obere Grenznagelfluh

	W-Sitter	Sitter	Menzeln	Steinach	Goldbrunnen	Grütli	Goldach	Bettlerenbach
3. Phase Lithologie	Nagelfluh				Schiefermergel und Plattensandstein fossilreich	Nagelfluh innerhalb der Basis Cardien		
Fazies	fluviatil				litoral			
Morphologie	schiefer Schnitt durch eine Flussrinne			Schüttungszentrum	Meeresbucht im toten Winkel zwischen den beiden Schüttungsarmen	schiefer Schnitt durch eine Flussmündung		
	Hauptschüttungsphase der OGN							
2. Phase Lithologie	graue und gelb-graugefleckte Mergel und Sandsteine	fehlt infolge Erosion durch die 3. Phase	gelb-grau gefleckte und bunte Mergel	bunte Sandsteine und Mergel, z. T. erodiert durch die 3. Phase	Schiefermergel und Plattensandstein fossilreich	Plattensandstein und graue Mergel Cardien, Tapes Pecten	graue Kalkmergel	fehlt primär oder infolge Erosion
Fazies	fluviatil terrestrisch				litoral			
Morphologie	gegen W flach ansteigendes Delta				gegen E flach abfallende Strandplatte			
1. Phase Lithologie	Nagelfluh	Nagelfluh mit 3. Phase verschmolzen	Nagelfluh und marine Plattensandsteine	Nagelfluh, rote Sandsteine und Mergel Plattensandsteine (Cardien). Prachtvolle Deltaschichtung	Nagelfluh	Nagelfluh und fossilführende Sandsteine	Nagelfluh	fehlt primär oder Verschmelzung mit 3. Phase
Fazies	fluviatil		litoral	litoral, zeitweise terrestrisch	litoral			
Morphologie	gegen W ansteigender Schuttfächer		relativ flache Strandplatte					

In der zweiten Phase fand eine Hebung des Meeresgrundes statt, besonders im Gebiete der Steinach und der Menzeln, in welchem Anzeichen einer Emersion festgestellt werden können. Es kam zur Ablagerung von roten Mergeln und Sandsteinen. Der darauf folgende Geröllschub stellt die eigentliche Hauptschüttungsphase der Oberen Grenznagelfluh dar (Mächtigkeit bis über 20 m). Es lassen sich zwei deutliche Schüttungszentren erkennen, eines im Gebiet der Bernegg mit SSW—NNE-, das andere an der Goldach mit SW—NE bis ENE-Schüttungsrichtung, d. h. je eines E und W der Schwellenzone von St. Georgen. Im Schüttungsschatten (toten Winkel) kam es nicht zur Ablagerung von Geröllen, und so finden wir im Gebiet von Goldbrunnen–Hagenbuch[14]) fossilführende Schiefermergel und Plattensandsteine anstehend. W der Schwellenzone besitzt die Nagelfluh fluviatilen Schüttungscharakter (Kegelwülste an der Basis, lokal rötliches Bindemittel, Fehlen jeglicher Verkeilungen mit dem Liegenden). Im E sich daran anschliessenden Raume können Verkeilungen mit den liegenden Plattensandsteinen beobachtet werden, und zudem führt die Nagelfluh in ihrem unteren Teil marine Fossilien (Steinbruch bei Hof Tablat an der Strasse St. Gallen–Rehetobel).

Mit der Schüttung der Oberen Grenznagelfluh zog sich das Meer endgültig aus dem Untersuchungsgebiet zurück, und schon die unmittelbar über der Nagelfluh liegenden gelb-grau-gefleckten Mergelserien besitzen den typischen tortonen fluvioterrestrischen Habitus und führen zudem an der Sitter eine tortone Schnekkenfauna.

Zusammenfassung der paläogeographischen Resultate

Im Untersuchungsgebiet lassen sich zwei Senkungsfelder erkennen, eine Hauptsenkungszone im Rheintal–Bodensee-Gebiet und ein sekundäres Senkungsfeld im Sitter–Urnäsch-Raum. Die Anlage der Rheintal–Bodensee-Senke besitzt vorburdigales, eventuell voraquitanes Alter, da sich in den aquitanen Schichten der Gäbriszone eine deutliche Mächtigkeitszunahme von W gegen E feststellen lässt. Betrachtet man das Längsprofil (Fig. 6) zur Zeit des Helvétien, so ergibt sich aus den Schichtmächtigkeiten folgendes Bild, von W nach E:

1. Rasches Absinken der Terrainoberfläche bis zum tiefsten Punkt der Senkungszone an der Sitter.
2. Langsamer Anstieg von der Sitter gegen die Schwellenzone von St. Georgen.
3. Starkes Absinken auf relativ kurzer Distanz (Klifflinie).
4. Schwach geneigter bis horizontaler Untergrund bis zum Rheintal.

Es ist zu vermuten, dass die Zonen mit starker Terrainneigung Bruchsystemen in der Tiefe entsprechen, deren Anlage mindestens vorburdigales Alter besitzen. Brüche vormiozänen Alters wurden ebenfalls im bayerischen Molasseraum durch seismische Untersuchungen und Bohrungen festgestellt (H. HEERMANN 1954). Das Bild, wie es sich uns in der Ablagerung der Oberen Meeresmolasse zeigt, spricht für eine gegen E absinkende antithetische Bruchschollentreppe in der Tiefe (siehe Fig. 1 und 6).

Entsprechend den beiden Senkungsfeldern finden wir die Mündungsgebiete seit dem untersten Burdigalien im Raume der Sitter–Urnäsch und an der Goldach.

[14]) Gefasste Quelle im Hagenbuchquartier.

Das Durchziehen der Geröllhorizonte innerhalb der marinen Ablagerungen über viele Kilometer lassen auf eine W—E gerichtete Strömung schliessen. Auch die Bildung der Seelaffen steht mit diesen in direktem Zusammenhang.

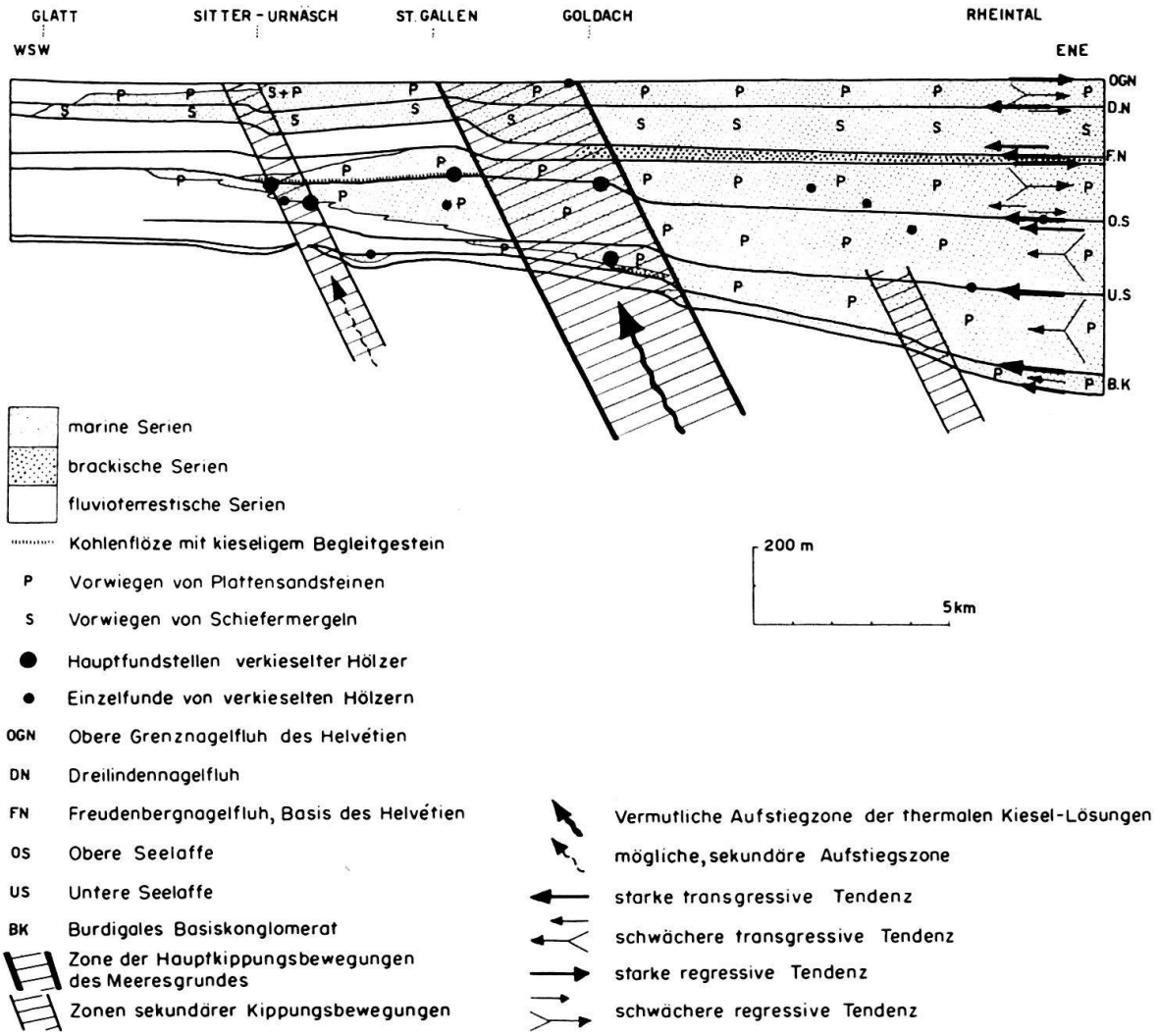


Fig. 6. Schematisches Längsprofil durch die Obere Meeresmolasse am E-Rand des Hörnlischuttfächers.

Aus der Gegenüberstellung der einzelnen Schichtmächtigkeiten und deren Schwankung zwischen den Leithorizonten lässt sich die relative Senkung der einzelnen Zonen ermitteln. In Tabelle 14 wurde jeweils die geringste Mächtigkeit zwischen zwei Leithorizonten auf den Nenner 1 gebracht und die andern Werte entsprechend ins Verhältnis gesetzt.

Versuchen wir diese Zahlen auszuwerten bei Annahme, dass die Mächtigkeitsunterschiede mehr oder weniger proportional zur individuellen Senkung der einzelnen Zonen stehen, gelangen wir zu folgenden Schlüssen:

Das Senkungsfeld im Rheintal-Raum bestand bereits zur Zeit der Schüttung des burdigalen Basiskonglomerates und vertiefte sich noch wesentlich während der Ablagerung der untersten Plattensandsteine. Die Kippungsachse lag im

Gebiet E der Goldach. Später, in der Zeit der Sedimentation der Unteren Plattensandsteine, verschob sich dieselbe in Richtung gegen die Goldach, um an der Wende zu den mittleren Plattensandsteinen im Gebiet der Goldach selbst zu liegen. Gleichzeitig machte sich auch W der Goldach das sekundäre Senkungsfeld stärker geltend, das zur Anlage einer mehr als 5 km breiten Bucht Anlass gab. Beim Zuendegehen der Ablagerung der mittleren Plattensandsteine war die durch die Senkungen erfolgte Terraingliederung durch Auffüllung der Buchten mehr oder weniger nivelliert, woraus sich die relative Konstanz in der Mächtigkeit des Zwischenkomplexes ergab, wenn man von der geringeren Mächtigkeit im E absieht, die auf Erosion zur Zeit der Helvétien-Transgression zurückzuführen ist.

Tabelle 14

m = Mächtigkeit in Metern r = reduzierte Verhältniswerte	Sitter-Urnäsch		St. Georgen		Goldach		Rheintal	
	m	r	m	r	m	r	m	r
Oberes Helvétien	84	1.72	49	1.00	72	1.47	64	1.31
Unteres Helvétien	46	1.15	40	1.00	93	2.32	130	3.25
Burdigaler Zwischenkomplex	36	1.13	35	1.10	41	1.28	32	1.00
							Reduktion infolge Erosion	
Mittlere Plattensandsteine .	92	1.54	94	1.57	60	1.00	134	2.24
Untere Plattensandsteine .	104	1.00	132	1.27	154	1.48	184	1.77
Unterste Plattensandsteine	30	1.00	36	1.20	46	1.53	199	6.63
Basiskonglomerat und Basissandstein	40	1.82	22	1.00	34	1.55	47	2.14
Total Helvétien	130	1.46	89	1.00	165	1.85	194	2.18
Total Burdigalien	302	1.00	319	1.06	335	1.11	596	1.97
Total Obere Meeresmolasse	432	1.04	408	1.00	500	1.23	790	1.94

Im unteren Helvétien macht sich eine neue starke Senkungstendenz geltend, wobei die Kippungsachse eindeutig W der Goldach zu liegen kommt. Auch das sekundäre Senkungsfeld im Sitterquerschnitt tritt besonders im Oberen Helvétien wieder in Erscheinung.

Die kontinuierliche Verlagerung der Hauptkippungsachse von E nach W vom Unteren Burdigalien bis zum Oberen Helvétien lässt auf eine E-Neigung der Störungszone in der Tiefe schliessen. Betrachtet man die Gesamtwerte des Helvétien und des Burdigalien, so lässt sich deutlich erkennen, dass die Senkungsbeträge im Helvétien bedeutend grösser waren als im Burdigalien, obwohl einzelne Stufen des Burdigalien die höchsten Werte überhaupt zeigen.

Zur Frage der Verkieselungserscheinungen

(siehe Fig. 1 und 5)

Das Vorkommen verkieselter Hölzer und Kohlenflöze mit kohlig-kieseligen Schichten beschränkt sich mit einer einzigen Ausnahme auf das unter dem Zwischenkomplex liegende Burdigalien. Anhäufungen verkieselter Baumstämme sind

ausschliesslich auf das Gebiet zwischen Sitter–Urnäsch und der Goldach beschränkt. Bei den Funden E der Goldach handelt es sich um kleine Einzelstücke, die aus den W-Gebieten eingeschwemmt wurden (siehe Fig. 1 und 5).

Die Verkieselungserscheinungen wurden von U. Büchi & F. Hofmann (1945) auf thermale Zufuhr von Kieselsäure und Verkieselung der Bäume zu Lebzeiten zurückgeführt, wofür Vergleiche mit rezenten analogen Erscheinungen sprechen. Der Ort der Verkieselung kann aus der Schüttungsrichtung der einzelnen Delta-Arme (SW—NE-Richtung) ermittelt werden. Würde der Ort der Verkieselung weit von den heutigen Lagerstätten liegen, müsste auch in den W-Gebieten ein Auftreten verkieselter Hölzer beobachtet werden. Nun aber sind W der Urnäsch bis heute keinerlei Funde bekannt geworden. So muss der Austritt der Kieselsäure und der Standort der Laurazeenhaine nicht weit S der heutigen Fundlokalitäten gelegen haben.

Es lassen sich zwei Zonen festhalten, in welchen sich reiche Fundstellen verkieselter Hölzer und Kohlenflöze mit kieseligen Schichten befinden, eine westliche im Gebiet zwischen Schwellenzone von St. Georgen und Sitter–Urnäsch und eine östliche zwischen Schwellenzone und Goldach. Prinzipiell können für die Entstehung dieser zwei Zonen zwei Möglichkeiten ins Auge gefasst werden:

1. Aufstieg der kieselsäurehaltigen Lösungen längs einer Störungszone = Hauptkippungsachse.

2. Aufstieg längs zwei Störungszonen: a) längs der Hauptkippungsachse; b) längs der Kippungsachse des sekundären Senkungsfeldes an der Urnäsch–Sitter. Aus den Feldbeobachtungen heraus möchte ich der ersten Möglichkeit den Vorzug geben:

a) Im untersten Burdigalien finden sich die Verkieselungserscheinungen in Kohlenflözen und reiche Fundstellen verkieselter Hölzer an der Goldach.

b) Mit der Verschiebung der Kippungsachse gegen W in den höheren Teilen des Burdigalien geht eine Verlagerung der Fundstellen verkieselter Hölzer parallel ebenfalls in W-Richtung.

c) Zudem lassen sich in der oberen Kohlenflözgruppe im Gebiet zwischen Riethüsli und St. Georgen zwei durch Mergel getrennte Kieselhorizonte feststellen, während an der Urnäsch nur noch ein Kieselhorizont auftritt.

Diese erwähnten Punkte lassen auf eine Austrittszone der kieselführenden Lösungen schliessen, die im Gebiet der Hauptstörungszone am Rand der Bodensee–Rheintal-Bucht erfolgte.

Versucht man nun diese Störungszonen in den Rahmen der ostschweizerischen Geologie zu stellen, so ergeben sich folgende Korrelationen:

Die Kippungsachsen und die Vorkommen der Verkieselungserscheinungen liegen auf einem etwa 10—15 km breiten Band, in welchem vom Aquitanien bis in die nachtortone Zeit immer wieder Phänomene auftreten, die mit Bewegungen des Untergrundes in Zusammenhang standen. Zu erwähnen sind hier folgende Beobachtungen:

1. Verkieselungserscheinungen: verkieselte Hölzer bei Weissbad im oberen Aquitanien, evtl. Burdigalien (siehe U. Büchi 1950), verkieselte Palmen bei Ramschwag an der Sitter im Tortonien (siehe F. Hofmann 1951).

2. Vulkanische Auswürflinge an der Sitter und vulkanischer Tuff bei Bischofszell (U. BÜCHI & F. HOFMANN 1945 und F. HOFMANN 1951).

3. Bruchzone an der unteren Sitter und bei Bischofszell (F. HOFMANN 1951).

4. Telemagmatische Gänge W des Äschers im Säntisgebirge (U. BÜCHI und F. HOFMANN 1954).

5. Rasches W-Auskeilen (sedimentär und tektonisch) der Sommersbergzone bei Gais.

6. Starke Mächtigkeitszunahme der Gäbriszone E des Rotbaches gegen das Rheintal hin (Trogbildung).

7. Axialgefälle der nördlichen subalpinen Antiklinalzone gegen E bei Berneck (H. H. RENZ 1937/38).

8. Richtung und Lage des Sax–Schwendi-Bruches im Alpstein und staffelbruchartiges Absinken der Hohen Kasten-Kette gegen E.

Alle diese Phänomene, die auf eine relativ schmale Zone zu liegen kommen, deuten auf Bewegungen längs einer alten Störungslinie, die möglicherweise hercynisch schon angelegt war und sich im alpinen Paroxismus reaktivierte, und zur Anlage einer Rheintal–Bodensee-Senke und später zur Bildung des sanktgallischen Rheintales führte.

Diese Betrachtungen mögen als Arbeitshypothese für spätere Forschungen gelten.

Literaturverzeichnis

ANDRÉE, K. (1911): *Die Diagenese der Sedimente, ihre Beziehungen zur Sedimentbildung und Sedimentpetrographie.* Geol. Rundschau *2*, Heft 3, 61–130.

– (1916): *Wesen, Ursachen und Arten der Schichtung.* Geol. Rundschau *6*, Heft 7/8, 351–397.

– (1924): *Das Meer und seine geologische Tätigkeit.* In: SALOMON, W.: *Grundzüge der Geologie.* 1. Bd. (Stuttgart), S. 361–533.

BAUMBERGER, E. (1925): *Versuch einer Umdeutung der Profile durch die subalpine Molasse der Zentral- und Ostschweiz.* Eclogae geol. Helv. *19*.

– (1930): *Vorläufige Mitteilung über die Altersbestimmung der subalpinen Süsswassermolassen in der Ostschweiz.* Eclogae geol. Helv. *23*.

– (1930): *Profile durch die subalpine Molasse der Ostschweiz.* Publiziert anlässlich der Exkursion der S.N.G. im st. gallisch-appenzellischen Molasse-Land.

– (1933): *Vorläufige Mitteilung über die Altersbestimmung der subalpinen Süsswassermolassen in der Ostschweiz.* Eclogae geol. Helv. *26*, Nr. 2.

– (1934): *Die Molasse des schweizerischen Mittellandes und Juragebirges.* Geol. Führer der Schweiz, Bd. *1* (Basel).

v. BRAUN, E. (1953): *Geologische und sedimentpetrographische Untersuchungen im Hochrheingebiet zwischen Zurzach und Eglisau.* Eclogae geol. Helv. *46*, Nr. 2.

BÜCHI, U., & HOFMANN, F. (1945a): *Die obere marine Molasse zwischen Sitter–Urnäsch und dem Rheintal.* Eclogae geol. Helv. *38*, Nr. 1.

– (1945b): *Über das Vorkommen kohlig-kieseliger Schichten und verkieselter Baumstämme in der oberen marinen Molasse von St. Gallen.* Eclogae geol. Helv. *38*, Nr. 1.

– (1945c): *Spuren vulkanischer Tätigkeit im Tortonien der Ostschweiz.* Eclogae geol. Helv. *38*, Nr. 2.

BÜCHI, U. P. (1950): *Zur Geologie und Paläogeographie der südlichen mittelländischen Molasse zwischen Toggenburg und Rheintal.* Inaug.-Diss. (Bücherfabrik Bodan, Kreuzlingen).

BÜCHI, U., & WELTI, G. (1950): *Zur Entstehung der Degersheimer Kalknagelfluh im Tortonien der Ostschweiz.* Eclogae geol. Helv. *43*, Nr. 1.

BÜCHI, U. P., & WELTI, G. (1951): *Zur Geologie der südlichen mittelländischen Molasse zwischen Goldingertobel und Toggenburg.* Eclogae geol. Helv. *44*, Nr. 1.

BÜCHI, U. P., & HOFMANN, F. (1954): *Telemagmatische Gänge in der untern Kreide des Säntisgebirges.* Eclogae geol. Helv. *47*, Nr. 2.

DEICKE, J. C. (1851): *Lagerung und Mächtigkeit der Molasseschichten in St. Gallens Nähe.* Verh. Schweiz. Naturf. Ges. Glarus, S. 178.

– (1852): *Beiträge über die Molasse der Schweiz.* Neues Jb. Mineralogie usw.

– (1854): *Das Molassengebilde in der östlichen Schweiz.* Verh. der st. gall.-appenzell. gemeinnützigen Ges. an der Hauptvers. in Berneck, S. 67–90.

– (1859): *Geologische Skizze über die Kantone Appenzell, St. Gallen und Thurgau.* Öff. Vortrag (Scheitlin & Zollikofer, St. Gallen).

ESCHER VON DER LINTH, A. (1812): *Notizen XIV und XIX.* Auszüge aus dem Tagebüchlein des Herrn Konrad Escher von der Linth. Deponiert im Geol. Institut der ETH. und Universität Zürich.

– *Tagebücher I, II, IIIb, IV.* Deponiert im Geol. Institut der ETH. und Universität Zürich.

– (1847): *Bemerkungen über das Molassegebilde der östlichen Schweiz.* Mitt. Naturf. Ges. Zürich *1*, Nr. 7.

FAHRION, H., & STRAUB, E. W. (1953): In: LEMCKE, K., und Mitarbeiter: *Geologische und sedimentpetrographische Untersuchungen im Westteil der ungefalteten Molasse des süddeutschen Alpenvorlandes.* Beih. geol. Jb. *11* (Hannover).

FANCK, A. (1929): *Die bruchlose Deformation von Fossilien durch tektonischen Druck und ihr Einfluss auf die Bestimmung der Arten.* Inaug.-Diss. Univ. Zürich.

GUTZWILLER, A. (1870): *Über die Nagelfluh der Ostschweiz.* Jb. st. gall. naturf. Ges.

– (1871): *Über die Molasse der Kantone St. Gallen und Appenzell.* Verh. schweiz. naturf. Ges., S. 62–63.

GUTZWILLER, A. (1875): *Über die bei St. Gallen und Rorschach ausgeführten Bohrversuche zur Herstellung artesischer Brunnen.* Jb. st. gall. naturf. Ges. 1873/74 (St. Gallen), S. 370—418.

– (1877): *Molasse und jüngere Ablagerungen, enthalten auf Blatt IX des eidg. Atlas.* Beitr. geol. Karte Schweiz, 14. Lfg., 1. Abteilung.

– (1881): *Entwurf eines geologischen Profiles durch die Nekaralpen.* Jb. st. gall. naturf. Ges. 1879/80, S. 290—304.

– (1883): *Molasse und jüngere Ablagerungen, enthalten auf Blatt IV und V des eidg. Atlas mit Ausnahme des Gebietes nördlich vom Rhein und vom Bodensee.* Beitr. geol. Karte Schweiz, 19. Lfg., 1. Teil.

GOERLICH, FR. (1953): *Ostrakoden der Cytherideinae aus der Tertiären Molasse Bayerns.* Senckenbergiana *34*, Nr. 1—3, 117—148.

HABICHT, K. (1943): *Zur Geologie der subalpinen Molasse zwischen Zugersee und Rheintal.* Eclogae geol. Helv. *36*.

– (1945): *Geologische Untersuchungen im südlichen st. gallisch-appenzellischen Molassegebiet.* Beitr. geol. Karte Schweiz [N. F.], 83. Lfg.

HAGN, H., & HÖLZL, O. (1952): *Geologisch-paläontologische Untersuchungen in der subalpinen Molasse des östlichen Oberbayerns zwischen Prien und Sur mit Berücksichtigung des im Süden anschliessenden Helvetikums.* Geol. Bavarica, Nr. 10 (München).

HEERMANN, H. (1954): *Erdölgeologische Grundlagen der Aufschlussarbeiten im ostbayerischen Molassebecken.* Bull. Ver. Schweiz. Petrol.-Geol. u. -Ing. *21*, Nr. 60.

HOFMANN, F. (1950): *Zur Stratigraphie und Tektonik des st. gallisch-thurgauischen Miozäns (Obere Süsswassermolasse) und zur Bodenseegeologie.* Jb. st. gall. naturf. Ges. *74*.

HÖLZL, O. (1953): *Ein neues Profil durch das Unter- und Mittel-Miozän der oberbayerischen Molasse bei Peissenberg und deren Fauna.* Geol. Bavarica, Nr. 17, 181—215 (München).

HÜRZELER, J. (1932): *Die Helvétien-Tortonien-Grenze im aargauischen Mittelland.* Eclogae geol. Helv. *25*, 266—269.

KNIPSCHEER, H. C. G. (1952): *Die Gliederung der ungefalteten Molasse im östlichen Teil Bayerns auf Grund mikropaläontologischer Untersuchungen.* Geol. Bavarica Nr. 14, 48—68 (München).

LEMCKE, K., v. ENGELHARDT, W., & FÜCHTBAUER, H. (1953): *Geologische und sedimentpetrographische Untersuchungen im Westteil der ungefalteten Molasse des süddeutschen Alpenvorlandes.* Beih. geol. Jb. (Hannover).

LETSCH, E. (1899): *Die schweizerischen Molassekohlen östlich der Reuss.* Beitr. geol. Karte Schweiz, Geotechn. Serie, Lfg. 1.

LUDWIG, A., & FALKNER, CH. (1903/04): *Beiträge zur Geologie der Umgebung St. Gallens.* 1. Teil: Jb. st. gall. naturf. Ges. 1901/02; 2. Teil: idem 1902/03.

LUDWIG, A. (1917): *Über die Entstehung des Rheintales und des Bodensees (mit 3 Tafeln).* Jb. st. gall. naturf. Ges. *54*, 1914—1916.

– (1922): *Nachträge zur Kenntnis der st. gallisch-appenzellischen Molasse.* Jb. st. gall. naturf. Ges. *58*, II. Teil.

– (1925): *Zur Stratigraphie und Tektonik der Molasse zwischen Neckar und Rhein.* Eclogae geol. Helv. *19*, Nr. 1.

– (1926): *Aus dem ostschweizerischen Molassegebiet.* Jb. st. gall. naturf. Ges. *62*.

– (1930): *Profile durch die ostschweizerische Molasse.* Für die Exkursion der S.G.G. anlässlich der Hauptversammlung der S.N.G., 9.—11. September 1930.

– (1930): *Erläuterung zu Atlasblatt 4 (Blätter Flawil–Herisau–Brunnadern–Schwellbrunn).* Geol. Atlas Schweiz 1 : 25000.

– (1930): *Geologisches über die Gegend von Herisau.* In: *Die Gemeinde Herisau, Ortsbeschreibung und Geschichte* (Buchdruckerei Schläpfer, Herisau).

LUDWIG, A., EUGSTER, H., & BÄCHLER, E. (1931): *Bericht über die Exkursion der Schweiz. Geol. Ges. im st. gall.-appenzell. Molasseland, im Fähnern- und Wildkirchligebiet.* Eclogae geol. Helv. *24*, Nr. 1.

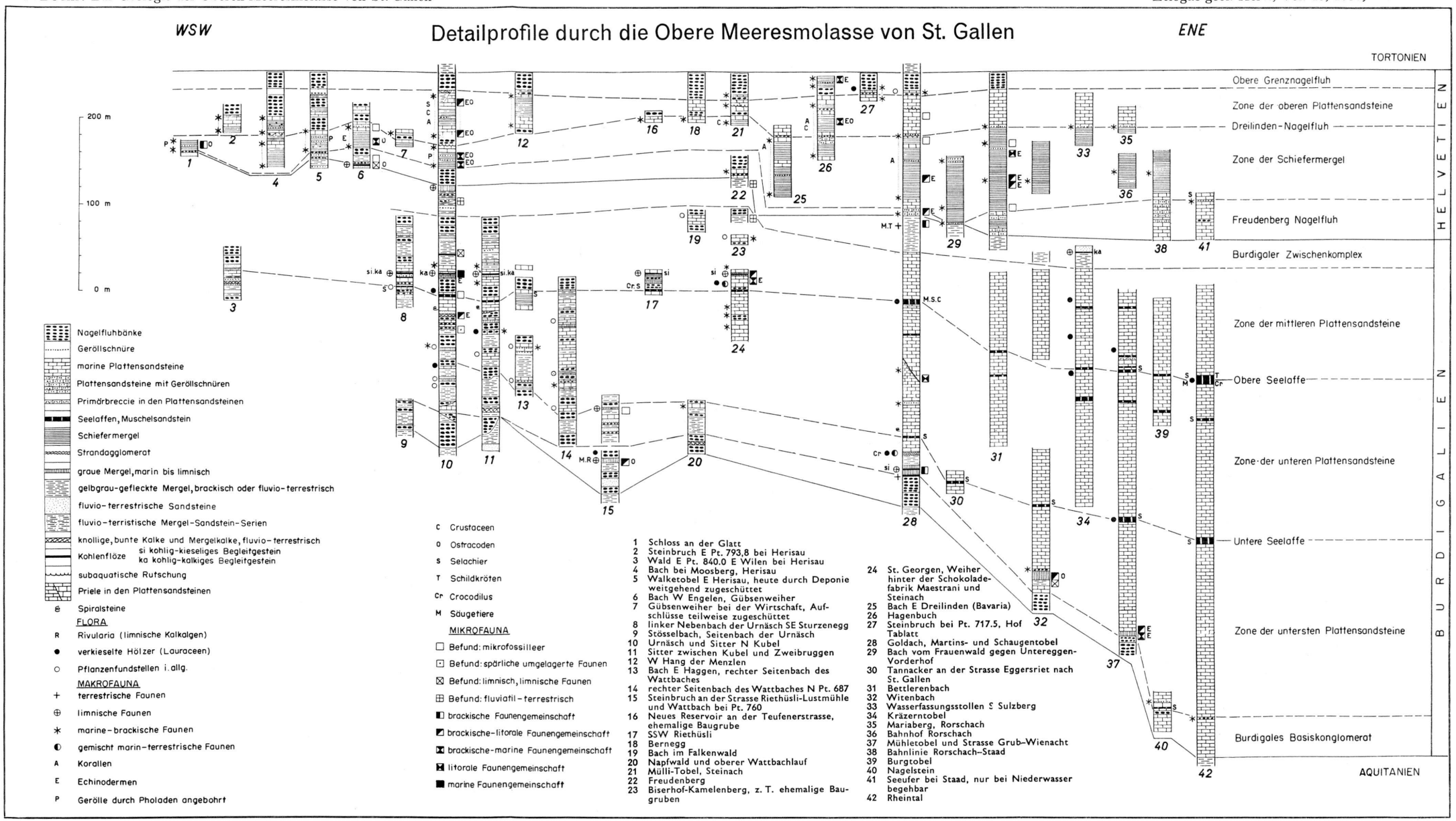
MAYER, K. (1872): *Systematisches Verzeichnis der Versteinerungen des Helvetian der Schweiz und Schwabens.* Beitr. geol. Karte Schweiz, Lfg. 11.

RENZ, H. H. (1937): *Die subalpine Molasse zwischen Aare und Rhein.* Eclogae geol. Helv. *30*.

– (1937/38): *Zur Geologie der östlichen st. gall.-appenzellischen Molasse.* Jb. st. gall. naturf. Ges. *69*.

RUTSCH, R. (1927): *Geologie des Belpberges.* Mitt. naturf. Ges. Bern.
– (1929): *Die Gastropoden des subalpinen Helvétien der Schweiz und des Vorarlberges.* Abh. Schweiz. paläont. Ges. *49* (Basel).
– (1945): *Neue Auffassung über die Entstehung von Molassesedimenten.* Eclogae geol. Helv. *38*, Nr. 2.
– (1946): *Molasse und Quartär im Gebiete des Siegfriedblattes Rüeggisberg.* Beitr. geol. Karte Schweiz [N. F.] Lfg. 87.
SAXER, F. (1936): *Das Molasseprofil an der Sitter.* Eclogae geol. Helv. *29.*
– (1929/30): *Geologische Beobachtungen aus dem Gebiet von St. Gallen.* Jb. st. gall. naturf. Ges. *65.*
– (1942): *Quartäre Krustenbewegungen in der Gegend von St. Gallen.* Eclogae geol. Helv. *35.*
– (1948): *Alter und Dauer der Molassezeit.* Ber. st. gall. naturf. Ges. *72.*
SAXER, F., EUGSTER, H., HÜBSCHER, J., & SCHLATTER, L. (1943): *Bericht über die Exkursionen der Schweiz. Geol. Gesellschaft in der Nord- und Nordostschweiz.* Eclogae geol. Helv. *36.*
SPECK, J. (1949): *Blaualgenknollen im subalpinen Aquitanien am Zugersee.* Eclogae geol. Helv. *42*, Nr. 1.
STAUB, R. (1934): *Grundzüge und Probleme alpiner Morphologie.* Denkschr. schweiz. naturf. Ges. *69*, Abh. 1.
STEHLIN, H. G. (1903): *Über die Grenze zwischen Oligozän und Miozän in der Schweizer Molasse.* Eclogae geol. Helv. *7*, Nr. 4.
– (1914): *Übersicht über die Säugetiere der schweiz. Molasseformation, ihre Fundorte und ihre stratigraphische Verbreitung.* Verh. naturf. Ges. Basel *25.*
TANNER, H. (1944): *Beitrag zur Geologie der Molasse zwischen Ricken und Hörnli.* Mitt. Thurg. naturf. Ges. *33.*
WAHRENBERGER, J. (1928): *Beiträge zur Heimatkunde von Rorschach. Materialien zum Heimatkund-Unterricht im Kt. St. Gallen.* 16. Jb. Kt. Lehrerverein St. Gallen.
WELTI, G. (1950): *Zur Geologie, Stratigraphie und Paläogeographie der südlichen mittelländischen Molasse am oberen Zürichsee.* Diss. Manuskript.
WENZ, W. (1923–30): *Gastropoda extramarina.* Bd. I–XI. Fossilium Catalogus.
ZÖBELEIN, H. K. (1952): *Die Bunte Molasse bei Rottenbuch (Obb.) und ihre Stellung in der Subalpinen Molasse.* Geol. Bavarica, Nr. 12 (München).
– (1953): *Zur Altersdeutung der Cyrenenschichten in der Subalpinen Molasse des westlichen Oberbayerns.* Geol. Bavarica, Nr. 17, 113–134 (München).

KARTEN

GUTZWILLER, A. (1875): *Geologische Karte der Schweiz 1 : 100000, Blatt IX.*
– (1879): *Geologische Karte der Schweiz 1 : 100000, Blatt IV.*
FALKNER, CH., & LUDWIG, A. (1903/04): *Geologische Karte von St. Gallen und Umgebung.*
LUDWIG, A. (1930): *Geologischer Atlas der Schweiz 1 : 25000, Blatt 4.*
SAXER, F. (1949): *Geologischer Atlas der Schweiz 1 : 25000, Blatt 23.*

Detailprofile durch die Obere Meeresmolasse von St. Gallen