

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.
Kapitel: Zur Paläontologie am Ostrande des Hörnlischuttfächers während des Burdigalien und Helvétien
DOI: <https://doi.org/10.5169/seals-161959>

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. [Siehe Rechtliche Hinweise.](#)

Conditions d'utilisation

L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. [Voir Informations légales.](#)

Terms of use

The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. [See Legal notice.](#)

Download PDF: 30.01.2025

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

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 Hörnischuttfächers 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-Hörnlichuttfächer 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 Hörnlichfächers 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 Hörnlichfächers 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	N a g e l f l u h		gelb-grau gefleckte Mergel und Sandsteine			N a g e l f l u h				Nagelfluh, verkeilt mit Plattensandstein Pectiniden und Ostreen
Fazies	f l u v i a t i l			fluviatil-litoral-brackisch		fluviatil-terrestrisch				l i t o r a l
Morphologie	gegen W an- steigender Schuttfächer	Trompeten- mündung S-N orientiert	Landrücken	Trompeten- mündung S-N orientiert	Landrücken	Mündungsgebiet SW-NE orientierte Schüt- tungsrichtung				Rheintalbuch Wattenmeercharakter
4. Phase Lithologie	gelb-grau gefleckte Mergel- Sandstein- Serien	Schiebfuge	gelb-grau gefleckte Mergel- Sandstein- serien	vorwiegend graue Mergel unterlagert von gelb-grau gefleckten Mergeln limnische Makrofauna litorale Mikrofauna	gelb-grau gefleckte z.T. bunte und graue Mergel Heliciden	Schiebfuge ? ?				Plattensandsteine
Fazies		f l u v i a t i l		brackisch-litoral		fluviatil-terrestrisch				l i t o r a l
Morphologie				wie in der 5. Phase						

<i>3. Phase</i> Lithologie	N a g e l f l u h	gelb-grau gefleckte Mergel-Sandstein-Serien	Nagelfluh	gelb-grau gefleckte z. T. bunte und graue Mergel Heliciden	Schichtfuge	Plattensandsteine
Fazies	f l u v i a t i l		limnisch fluviatil-terrestrisch		l i t o r a l	
Morphologie	w i e i n d e r 5. P h a s e					
<i>2. Phase</i> Lithologie	gelb-grau gefleckte Mergel-Sandstein-Serien	Schichtfuge	gelb-graugefleckte und rote Mergel-Sandstein-Serien, lokal bunte knollige Kalke	Schichtfuge	Plattensandsteine	
Fazies	f l u v i a t i l - t e r r e s t r i s c h					l i t o r a l
Morphologie	w i e i n d e r 5. P h a s e					
<i>1. Phase</i> Lithologie	N a g e l f l u h	gelb-grau gefleckte Mergel-Sandstein-Serien	N a g e l f l u h			Plattensandsteine
Fazies	f l u v i a t i l - t e r r e s t r i s c h					l i t o r a l
Morphologie	w i e i n d e r 5. P h a s e					

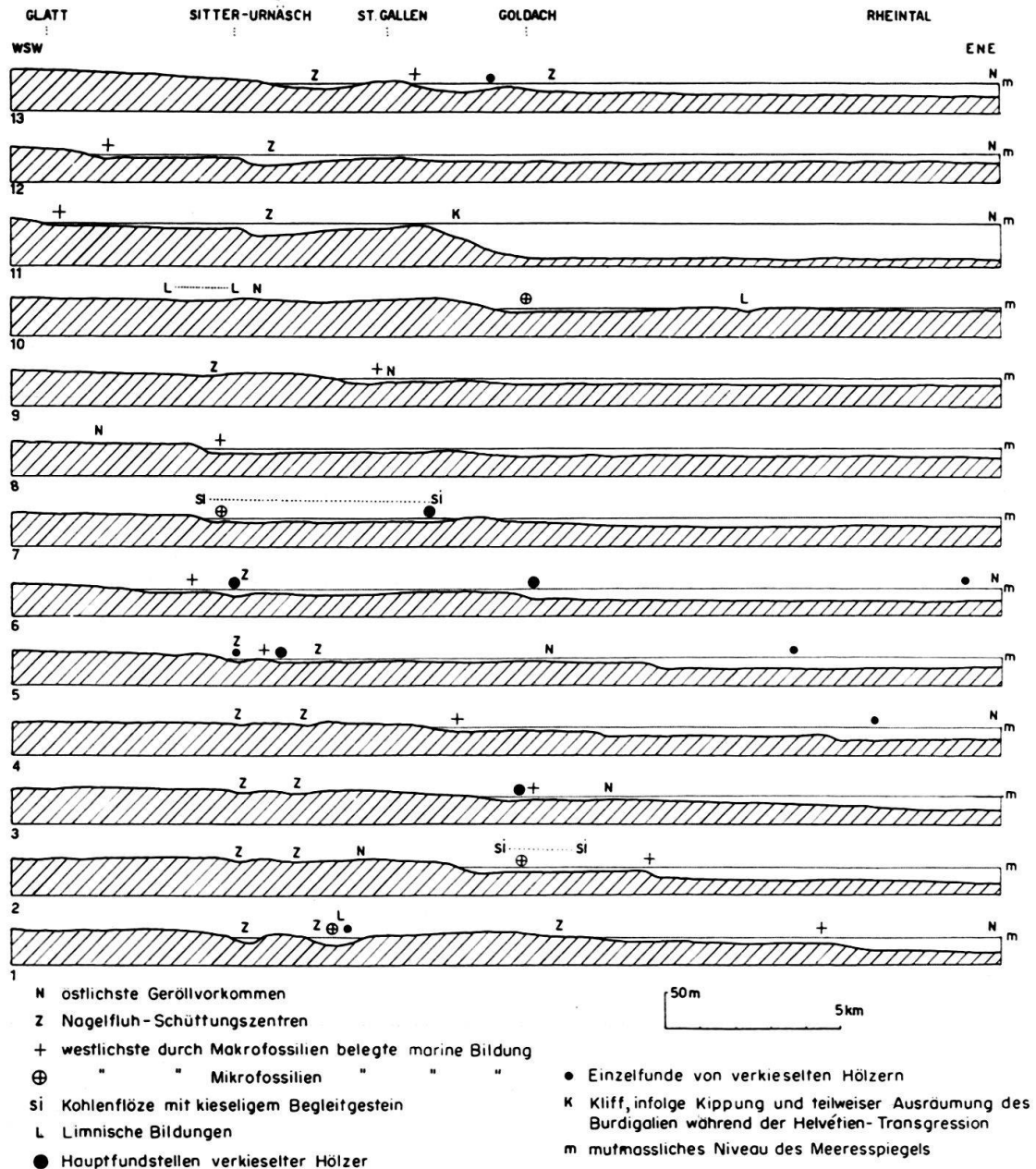


Fig. 1. Mutmassliche Entwicklung des Reliefs am E Rande des Hörnlichuttfächers zur Zeit der Oberen Meeresmolasse.

- 1 Schüttung des Burdigalen Basiskonglomerates.
- 2 Bildung der unteren Kohlenflözgruppe mit kieseligem Begleitgestein.
- 3 Ablagerung des Strandagglomerates an der Goldach.
- 4 Sedimentation der Unteren Sealaffe.
- 5 Schüttung der Ringelsberg nagelfluh.
- 6 Ablagerung der Oberen Sealaffe.
- 7 Ablagerung der oberen Kohlenflözgruppe mit kieseligem Begleitgestein.
- 8 Sedimentation der Cardienbank.
- 9 Nach der Schüttung der Kamelenberg nagelfluh.
- 10 Sedimentation des Burdigalen Zwischenkomplexes.
- 11 Helvétientransgression und Schüttung der Freudenberg nagelfluh.
- 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. BÜCHLI & 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 Schaugentobel⁴⁾ 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-Nagelfluh⁵⁾ 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.

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

	W-Urnäsch	Urnäsch	Sitter	Wattbach	St. Georgen	Goldach	Witenbach	Grub	E-Grub bis Rheintal
<i>Untere Seelaffe Hautetennagelfluh</i>	H a u t e t e n n a g e l f l u h								
Lithologie									
Fazies	fluviatil-terrestrisch	fluviatil-terrestrisch evtl. brackisch	fluviatil-terrestrisch	fluviatil-terrestrisch	l i t o r a l - n e r i t i s c h				
Morphologie	gegen W ansteigender Schuttächer	Mündungsgebiet. Möglicherweise kurzfristiges Eindringen des Meeres	schwach ausgeprägter Landrücken	Flussrinne	überfluteter Landrücken	breiter muschelreicher Küstensaum			tieferer Meeresbucht mit Anzeichen starker Strömung
<i>Oberer Teil der untersten Plattensandsteine</i>	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 unmittelbarer Liegenden der Hautetennagelfluh grüne Mergel mit Unio, darunter Sedimente wie an der Sitter	untergeordnet gelb-grau gefleckte Mergel-Sandstein-Serien	Plattensandsteine an der Basis Strandbildung mit gemischter Fauna, reich an verkie-selten Baumstämmen			P l a t t e n s a n d s t e i n e an der Basis Geröllbank mit Ostreen
Lithologie									

Fazies		fluviatil-terrestrisch	fluviatil-terrestrisch z. T. brakisch	fluviatil-terrestrisch bis brakisch	limnisch, darunter fluviatil-terrestrisch bis brakisch-litoral	litoral-seltener fluviatil-terrestrisch	litoral-brackisch-neritisch?
Morphologie		gegen W ansteigender Schuttfächer	Mündungsgebiet. Kurzfristige Meeres-einbrüche	zeitweise überfluteter Landrücken	Flussrinne mit zeitweiser Eindringen des Meeres	meist überfluteter alter Landrücken	schwach abfallende Strandplatte W a t t e n m e e r im untersten Teil Küstensaum
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	gelb-grau gefleckte und graue Mergel mit brackischer Mikrofauna gelb-grau gefleckte Mergel, Mikrobefund limnisch-terrestrisch Plattensandsteine	graue Mergel mit brackisch-litoraler Mikrofauna	Plattensandsteine An der Basis lokal Seelaffe graue Mergel mit brackisch-litoraler Mikrofauna (brachyhalynes Meerwasser)
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 Landsäufern 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 Ringelsberg-nagelfluh⁶⁾ veränderten sich die paläogeographischen Verhältnisse nur wenig. Periodisch drang das Meer in die ehe-

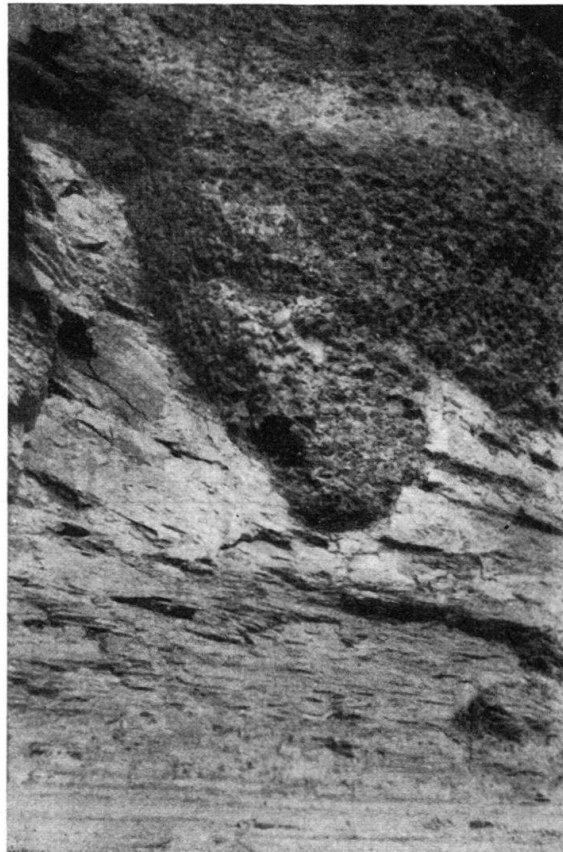


Fig. 2. Ringelsberg-nagelfluh (Wattbach). Geröllgefüllte Priele in Plattensandsteinen.

maligen westlichen Mündungsgebiete, die schon während der Schüttung des Basis-konglomerates 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 Ringelsberg-nagelfluh transgredierte das Meer bis zur Urnäsch, wofür graue, plattige Sandsteine, die mit der Nagelfluh verkeilt sind, sprechen. An der Sitter führt die Basis der Ringelsberg-nagelfluh 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 Ringelsberg-nagelfluh 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

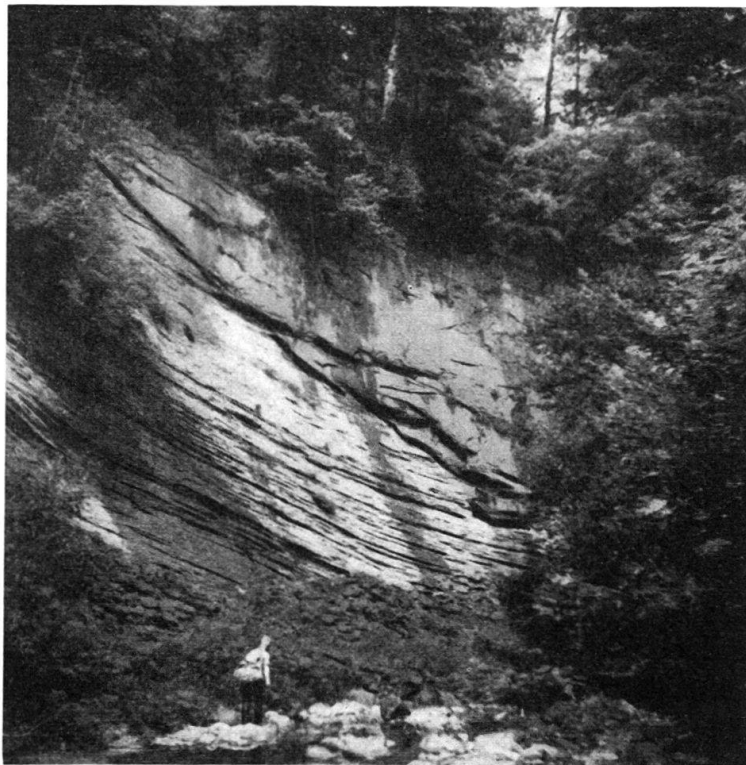


Fig. 3. Untere Plattensandsteine an der Goldach. Prielen von massigem (rechts) in dünnplattigem Sandstein (links). (Photo G. Welti.)

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 Ringelsberg-nagelfluh 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-Rietbüsli	St. Georgen Kapf	Goldach	E-Goldach bis Rheintal
<i>Obere Seelaffe</i> Lithologie	Nagelfluh, unterlagert von gelb-grau gefleckten Mergeln	Nagelfluh, plattige Sandsteine	Nagelfluh, im oberen Teil Einlagerung einer typischen Seelaffe	Nagelfluh z. T. reich an verkieselten Hölzern	Nagelfluh unterlagert von Plattensandsteinen und seelaffeähnlichen Bildungen	Nagelfluh unterlagert von Plattensandsteinen und grauen Mergeln	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							
Morphologie	gegen W ansteigender Schuttfächer	breite Flussrinne kurzfristiger Meeres-einbruch	Meeresbucht, Einmündung eines oder mehrerer Flussarme			schwach ausgeprägte Schwellenzone		gegen das Rheintal hin schwach geneigte Strandplatte grosse Küstennähe	
<i>Zone zwischen oberer Seelaffe und Ringelsbergnagelfluh</i> Lithologie	nichtmarine Nagelfluh-Sandstein-Mergel-Serien		Plattensandsteine, Basis reich an Spiralsteinen	Plattensandsteine, Basis reich an Spiralsteinen	Plattensandsteine, lokal Schiefermergel, Geröllnester und Geröllschnüre	Plattensandsteine, lokal Schiefermergel, Geröllnester und Cardien, Ostreen	Plattensandsteine	Plattensandsteine Fossilhorizont	Plattensandsteine Seelaffe Plattensandsteine
			unterlagert von rotem knolligem Kalk, Nagelfluhbänken, gelb-grau gefleckten Mergeln, seltener plattigen Sandsteinen	unterlagert von rotem Kalk verkeilt in Nagelfluh und Plattensandsteinen Cardien Pholaden Ostreen, Tapes	Mächtigkeit etwa 80 m	Mächtigkeit etwa 30 m		etwa 10 m tiefe Priele in feinsplattigem Sandstein, ausgefüllt mit grobgebanktem Sandstein	

l i t o r a l

		l i t o r a l - n e r i t i s c h			
Fazies	fluviatil-terrestrisch	im oberen Teil litoral im unteren Teil fluviatil- terrestrisch seltener brackisch	litoral, kurzfristige Emerision (roter Kalk)	relativ tiefe Meeresbucht. Sukzessive Auffüllung	Rheintalbucht Wattenmeer Senkung und sukzessive Auffül- lung halten sich die Waage
Morphologie	gegen W ansteigender Schuttfächer	schwach ausgeprägte Flussrinne, Meeresbucht	Schwellenzone	ständig überflutete Schwellenzone	
<i>Ringelsberg- nagelfluh</i>		N a g e l f l u h	Nagelfluh, die unteren paar Meter schöne Verkeilungen in Platten- sandstein, Cardien verkieselte Hölzer	Nagelfluh z. T. Seclaffe- Charakter	Geröllschnur Cardien Platten- sandsteine
Lithologie					
Fazies		fluviatil-terrestrisch		l i t o r a l - n e r i t i s c h	
Morphologie	geröllfreier Landrücken	gegen W ansteigender Schuttfächer	überflutete Schwellenzone	Anlage einer Bucht durch Vertiefung und Verbreiterung einer alten Flussrinne	Breite überflutete Schwelle Wattenmeer gegen die Rheintalbucht hin schwach geneigte Strandplatte Wattenmeer
<i>Zone zwischen Ringelsberg- nagelfluh und unterer Seclaffe</i>			Nagelfluh- Sandstein- Mergel-Serien plattige Sand- steine selten	plattige Sand- steine und Plattensand- steine, Geröll- bänke, Cardien gelb-grau gefleckte Mergelserien seltener	Plattensandsteine lokal fossilführend
Lithologie					
Fazies	fluviatil-terrestrisch	fluviatil- terrestrisch z. T. brackisch	fluviatil- terrestrisch z. T. brackisch	litoral, unter- geordnet fluviatil- terrestrisch	l i t o r a l - n e r i t i s c h
Morphologie	gegen W ansteigender Schuttfächer, geröllfreier Landrücken	breite Wanne kurzfristige Brackwasser- einbrüche	selten über- fluteter Land- rücken	alte Flussrinne, meist unter Meeresbe- deckung	gegen das Rheintal hin schwach geneigte Strandplatte Wattenmeer breite meist überflutete ehemalige Landschwelle

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 Ringelsberg Nagelfluh, 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 Sturzenegg⁷⁾ 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 Süswasserzufuhr 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 Kamelenbergnagelfluh⁸⁾ verschob sich die Küste bereits bis ins Gebiet des Falkenwaldes⁹⁾. Nach der Schüttung der genannten Nagelfluh fanden keine wesentlichen Regressionen statt, und im Gebiet des Falkenwaldes selbst wurden bis zur nächsten Schüttung (Biserhofnagelfluh⁸⁾) 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	Riechüsl Falkenwald	St. Georgen	Goldach	Witenbach	E-Wittenbach bis Rheintal
<i>Oberer Teil der Nagelfluhdoppelbank = Biserhofnagelfluh</i> Lithologie	Nagelfluh								
Fazies	fluviatil-terrestrisch				Pflanzen- führende Sandstein- linsen	evtl. brackisch bis litoral	evtl. brackisch bis litoral	litoral	neritisch
Morphologie	gegen W ansteigender Schuttfächer		Schüttungs- zentrum	gegen E schwach abfallende Strandplatte, Wattenmeer, geringe Wassertiefe					
<i>Schichten zwischen den beiden Nagelfluhbänken</i> Lithologie	gelb-grau gefleckte, seltener bunte Mergel-Sandstein-Serien		Schichtfuge	Schichtfuge	Plattensand- steine, reich an Pflanzen	gelb-grau gefleckte Mergel unterlagert von Plattensand- stein. Ostreen, Tapes, Cardien, Solen. Pflanzen			Plattensandstein
Fazies	fluviatil-terrestrisch		Ausräumung durch nach- folgende Nagelfluhschüttung			l i t o r a l b i s n e r i t i s c h			
Morphologie	gegen W ansteigender Schuttfächer		-- --			gegen E schwach abfallende Strandplatte, Wattenmeer, geringe Wassertiefe			
<i>Unterer Teil der Nagelfluhdoppelbank = Kamelkenbergnagelfluh</i> Lithologie	Nagelfluh								
Fazies	fluviatil-terrestrisch				evtl. brackisch			litoral bis neritisch	
Morphologie	gegen W ansteigender Schuttfächer		Schüttungs- zentrum	gegen E flach abfallende Strandplatte, Wattenmeer, geringe Wassertiefe					

<p><i>Zone zwischen Kamelenberg-nagelfluh und Cardienbank</i></p> <p>Lithologie</p>	<p>gelb-grau gefleckte Mergel</p> <p>N a g e l f l u h</p> <p>gelb-grau gefleckte Mergel</p> <p>Platten-sandstein</p>	<p>kleines Kohlenflöz</p> <p>Platten-sandstein</p>	<p>gelb-grau gefleckte Mergel, im untern Teil wechselnd mit Plattensandstein. Zunahme gegen E</p> <p>Plattensandstein</p> <p>C a r d i e n b a n k</p>	<p>Plattensandstein</p> <p>Seelaffe</p>	
<p>Fazies</p>	<p>fluviatil-terrestrisch</p> <p>im unteren Teil litoral, gegen E auch höhere Komplexe litoral</p>			<p>litoral bis neritisch</p>	
<p>Morphologie</p>	<p>gegen W ansteigender Schuttfächer</p>	<p>Zone starker Küstenschwankungen, von unten nach oben generell regressiv</p> <p>Cardienbank = typischer Transgressionshorizont</p>			<p>gegen E flach abfallende Strandplatte, Wattenmeer geringe Wassertiefe</p>
<p><i>Zone der oberen Flözgruppe</i></p> <p>Lithologie</p>	<p>fluviatile Mergel-Sandstein-Serien</p>	<p>graue Mergel mit 1 Kohlenflöz, begleitet von kohligem Kalk und kohlig-kieseligen Gestein und 1 Kohlenflöz mit kohligem Kalk (Planorben)</p>	<p>graue Mergel mit 1 Kohlenflöz, begleitet von kohligem Kalk und kohlig-kieseligen Gestein (Planorben)</p> <p>im grauen Mergel litorale brackische Mikrofauna</p>	<p>Plattensandstein</p>	
<p>Fazies</p>	<p>litorale Sedimente im Wechsel mit limnischen Ablagerungen</p>	<p>litoral bis neritisch</p>			
<p>Morphologie</p>	<p>gegen W ansteigender Schuttfächer</p>	<p>ruhige Meeresbucht, geringe Zufuhr von psammitischem Material. Marine Mikrofauna, jedoch keine marine Makrofossilien. Vermutlich haftartig 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 Schuttfächer teil zu lokalisieren sind</p>			<p>gegen E schwach abfallende Strandplatte, Wattenmeer</p>

Tabelle 9. Burdigaler fluvioterrestrischer, im E brackischer Zwischenkomplex

	W Urnäsch Bach E Engelen	Sitter W-Ufer	Sitter E-Ufer	Freudenberg	Goldach	Bettleren- bach	Kräzertobel	Rheintal
Lithologie	2 Kohlenflöze begleitet von kohligem Kalk (Planorben, Ostracoden) in gelben Mergeln Nagelfluh gelb-grau- gefleckte Mergel-Sand- stein-Serien	graue Mergel (Limnaea, Brotia), wenig W im Stollen des Kraft- werkes kleines Kohlenflöz Nagelfluh- Sandsteinzone (Delta- schichtung) untergeordnet bunte Mergel	gelb-grau gefleckte und bunte Mergel-Sand- stein-Serien	gelb-grau gefleckte Mergel	gelb-grau gefleckte Mergel mit grauem schwach koh- ligem Mergel- band Heliciden, Schildkröten, Säugetiere, brackische Mikrofauna	gelb-grau gefleckte Mergel Heliciden	gelb-grau gefleckte Mergel mit kleinem Kohlenflöz begleitet von kohligem Kalk (Planorben)	Aufschlüsse fehlen
Fazies	im oberen Teil limnisch im unteren Teil fluviatil- terrestrisch		fluviatil-terrestrisch					z. T. durch Freudenbergnagelfluh-Schüttung ausgeräumt
Morphologie	flaches Flußschwemmland mit ausgedehntem Süßwassertümpel							fluviatil-terrestrisch, z. T. limnisch oder brackisch
								seichte Küstenzone mit häufigen Emerisionen 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 Freudenbergnagelfluh¹⁰⁾

(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	Mühleek	Freudenberg	Scheitlins- büchel	Goldach	Bettleren- bach	E-Rorschach	Staad
4. Phase Lithologie	N a g e l f l u h		verschmolzen mit 2. Phase	im obersten Teil fossil- reich		fehlt oder nur rudimentär entwickelt	Geröllbänder, lokal seelaffähnlich	-Schnüre und -Nester	Geröll- führender fossilreicher Sandstein seelaffe- ähnlich	
Fazies	fl u v i a t i l		evtl. litoral- brackisch	l i t o r a l b i s n e r i t i s c h						
Morphologie	gegen W ansteigender Schuttfächer		Schüttungs- zentrum Völlige Aus- räumung der Sedimente der 3. Phase	Strandplatte	Klifftrand	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	fl u v i a t i l - l i m n o t e r r e s t r i s c h		evtl. litoral- brackisch	l i t o r a l b i s n e r i t i s c h						
Morphologie	w i e i n d e r 4. P h a s e									

<p>2. Phase Lithologie</p>	<p>N a g e l f l u h</p>			<p>Erosion</p>	<p>Geröllbänder, -Schnüre und -Nester lokal seelaffähnlich Ostreabank</p>	<p>gering- mächtige Nagelfluh- bank</p>	
<p>Fazies</p>	<p>fluviatil-terrestrisch</p>			<p>l i t o r a l b i s n e r i t i s c h</p>			
<p>Morphologie</p>	<p>gegen W ansteigender Schuttfächer</p>	<p>Schüttungs- zentrum</p>	<p>Strandplatte</p>	<p>Kliffwand</p>	<p>Kliff- böschung</p>	<p>Rorschacherbucht = gegen W erweiterte Rheintalsenke</p>	
<p>1. Phase Lithologie</p>	<p>Ablagerungen fehlen primär oder infolge Erosion zur Zeit der Schüttung der Nagel- fluh der 2. Phase</p>			<p>nicht auf- geschlossen</p>	<p>einige Meter Platten- sandsteine</p>	<p>Erosion Plattensandsteine Ostreen brackische Mikrofauna</p>	
<p>Fazies</p>	<p>fluviatil-terrestrisch</p>			<p>litoral bis brackisch vorwiegend litoral, lokal brackisch</p>			
<p>Morphologie</p>	<p>gegen W ansteigender Schuttfächer</p>			<p>gegen Ende der 1. Phase überflutete Strandplatte</p>			<p>Starke Senkungsvorgänge im Gebiete des Rheintales, Trans- gression 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</p>

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-Sand- steinserien	Schiefermergel mit durch Pholaden an- gebohrten Ge- röllen brackische Mikrofauna	Plattensand- steine unter- lagert von Schiefermergeln mit durch Pholaden an- gebohrten Ge- röllen	Plattensand- steine unter- lagert von Schiefer- mergeln	Plattensand- steine unter- lagert von Schiefermergeln mit durch Pholaden an- gebohrten Geröllen	Plattensand- steine unter- lagert von Schiefermergeln	Plattensand- steine unterlagert von Schiefermergeln, lokal Ge- röllschnüre und -Bänder z. T. wechselnd mit Plattensand- steinen, besonders an der Basis	
Fazies	fluviatil- terrestrisch	brackisch- litoral	litoral bis neritisch					
Morphologie	gegen W an- steigender Schuttfächer	Strandplatte			Schwelle, östlich daran anschliessend Kliff	Rorschacherbucht, relativ grosse Wassertiefe bis zu ca. 100 m sukzessive Auffüllung: z. Z. der Schüttung der Drei- lindennagelfluh weitgehend abgeschlossen		

arten- und individuenreiche Fossilfundstellen
relativ arten-
und individuen-
arm

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 Ästuarrien 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 Dreilindennagelfluh¹¹⁾

(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 priefenartige 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 Marienberg (Rorschach) liegt die als Geröllschnur ausgebildete Dreilindennagelfluh (siehe Fig. 5),

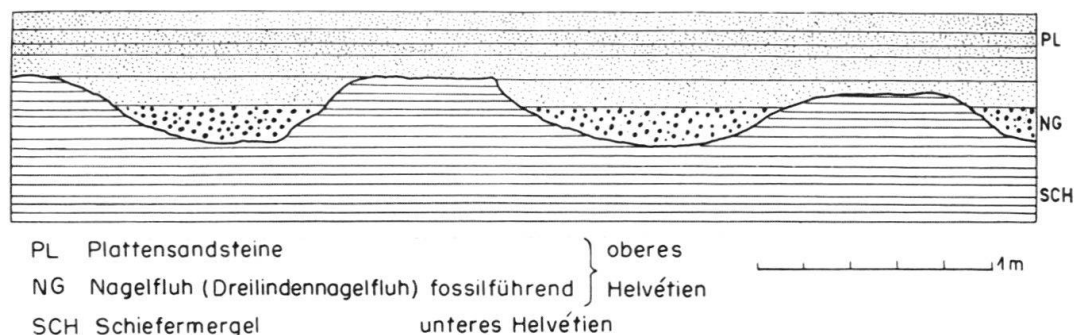


Fig. 4. Detailprofil an der Grenze zwischen oberem und unterem Helvétien an der Strasse Martinsbrücke–Untereggen (Martinstobel–Goldach). (Gez. nach Photo.)

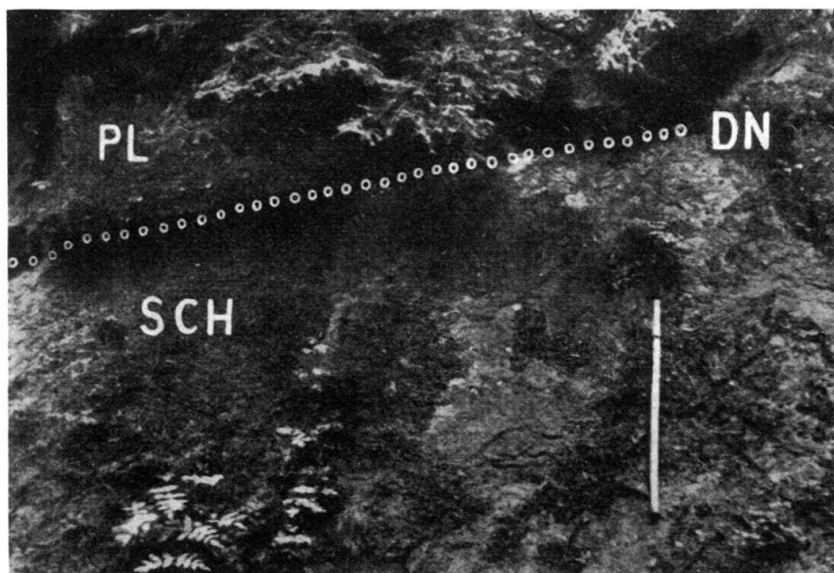


Fig. 5. Bettlerenbach S Rorschach. Kontakt zwischen oberem und unterem Helvétien. PL Zone der Oberen Plattensandsteine; DN Dreilindennagelfluh (als Geröllschnur entwickelt); SCH Zone der Schiefermergel.

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-

Table 12. Zone der oberen Plattensandsteine und Dreilindennagelfluh

Plattensandsteine oberer Teil Lithologie	Glatt	Herisau	Moosbergbach	Bach W Engelen	W Sitter E	Menzeln	Steinach	Hagenbuch	Grütli	Goldach	E-Goldach
	Nagelfluh Mergel und Sandstein	nicht aufgeschlossen	plattige Sandsteine Nagelfluh	nicht aufgeschlossen	bunte Mergel, Sandsteine, knollige Kalke	Schiefermergel Plattensandstein	subaquatische Rutschung	Geröllband	Plattensandsteine	subaquatische Rutschung	keine Fossilien
Fazies	fluviatil-terrestrisch	fluviatil-terrestrisch z.T. brackisch-litoral		l i t o r a l							
Morphologie	gegen W ansteigender Schuttfächer	breite Flussrinne, zeitweise kurzfristige Meeresinbrüche		Schwellenzone	flache Wanne	Schwellenzone	Strandplatte, Wattenmeer monotone Sedimentation				
Plattensandsteine unterer Teil Lithologie	Nagelfluh Mergel und Sandstein	roter Mergel unterlagert von Platten-sandstein, see-laffähnliche Fossilbank	Plattensandstein und Schiefermergel, Einlagerung von see-laffähnlichen Bänken	Schiefermergel und Plattensandstein	Plattensandstein	Plattensandstein	Plattensandstein und Schiefermergel Plattensandstein				
Fazies	fluviatil-terrestrisch	l i t o r a l									
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	N a g e l f l u h	Plattensandstein	N a g e l f l u h fossilführend		Geröllschnur, Peecten, Cardien, Ostreen						
Fazies	fluviatil	l i t o r a l									
Morphologie	Flussrinne	Sandbarre Strandwall	breite Mündungsbucht eines Flussarmes		Wattenmeer, Gerölle durch Gezeiten und Strömungen aus den Westgebieten verfrachtet und flächenhaft ausgebreitet 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 Hagenbuchwald¹²⁾. 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 verfälschte 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, Menzeln¹³⁾) 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.

Table 13. Obere Grenznagelfluh

	W-Sitter	Sitter	Menzeln	Steinach	Goldbrunnen	Grütli	Goldach	Bettleren- bach
3. Phase Lithologie		N a g e l f l u h			Schiefermergel und Platten- sandstein fossilreich	innerhalb der Basis Cardien	N a g e l f l u h	
Fazies	f l u v i a t i l							
Morphologie	schiefer Schnitt durch eine Flussrinne		Schüttungs- zentrum		Meeresbucht im toten Winkel zwischen den beiden Schüt- tungsarmen		schiefer Schnitt durch eine Flussmündung	
	H a u p t s c h ü t t u n g s p h a s e d e r O G N							
2. Phase Lithologie	graue und gelb- graugefleckte Mergel und Sandsteine	fehlt infolge Erosion durch die 3. Phase	gelb-grau gefleckte und bunte Mergel	bunte Sand- steine und Mergel, z. T. erodiert durch die 3. Phase	Schiefermergel und Platten- sandstein fossilreich	Plattensand- stein und graue Mergel Cardien, Tapes Pecten	graue Kalk- mergel	fehlt primär oder infolge Erosion
Fazies	f l u v i a t i l t e r r e s t r i s c h							
Morphologie	gegen W flach ansteigendes Delta							
1. Phase Lithologie	Nagelfluh	Nagelfluh mit 3. Phase verschmolzen	Nagelfluh und marine Plattensand- steine	Nagelfluh, rote Sandsteine und Mergel Plattensand- steine (Car- dien). Pracht- volle Delta- schichtung	Nagelfluh	Nagelfluh und fossil- führende Sandsteine	Nagelfluh	fehlt primär oder Verschmel- zung mit 3. Phase
Fazies	f l u v i a t i l							
Morphologie	gegen W ansteigender Schuttfächer							
	relativ flache Strandplatte							
	l i t o r a l							

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—Hagenbuch¹⁴⁾ 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 Schneckenfauna.

Zusammenfassung der paläogeographischen Resultate

Im Untersuchungsgebiet lassen sich zwei Senkungsfelder erkennen, eine Haupt-senkungszone 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.