

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

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

Nutzungsbedingungen

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

Conditions d'utilisation

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

Terms of use

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

Download PDF: 11.01.2026

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

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

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

V. Sedimentpetrographischer Anhang.

A. Schweremineraluntersuchungen.

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

b) Apatit:

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

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

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

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

Zu Tabelle 4—5:

Verzeichnis der Probeentnahmestellen:

Profil a):

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

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

Tabelle 4

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

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

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

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

Tabelle 5

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

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

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

e) Schweremineralprofil durch die Forst-Zone bei Altstätten:

Tabelle 6

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

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

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

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

Profil b):

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

Profil c):

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

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

Profil d):

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

Profil e):

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

Profil f):

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

1. Helvétien und Burdigalien (OMM).

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

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

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

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

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

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

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

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

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

2. Aquitanien.

a) Granitische Molasse:

Die niederen *Epidot*werte bei hohem Granatgehalt in den Analysen a.1— a.10 stehen den Miozän-Zahlen desselben Querschnittes sehr scharf gegenüber und schienen uns zunächst die Möglichkeit einer klaren schweremineralanalytischen Trennung von Aquitan und OMM an die Hand zu geben. Einige später untersuchte Proben desselben Profils zeigten aber auch hier wieder die große Bedeutung des Zufalls bei der Probenauslese bzw. legten dar, daß das Netz der Probeentnahmen nicht eng genug gezogen werden kann: In f. wurden zwecks Feststellung der innerhalb einer einzigen Bank gr. Sandsteins existierenden Schwankungen der Schweremineralzusammensetzung 5 in Abständen von $1\frac{1}{2}$ m übereinanderfolgende Proben untersucht. Während die Zählungen 1—4 bemerkenswert konstante Werte namentlich in Bezug auf den Granatgehalt aufweisen, schwillt in Nr. 5 der Epidotgehalt (bei gleichzeitig relativ höchster Zirkonzahl) bis auf etwa 50 % an, womit sich diese Probe in nichts von marinen Sandsteinen der OMM unterscheidet. Es mag beigefügt werden, daß der hangendste Teil der Sandsteinbank, aus dem Probe f. 5 stammt, gegenüber dem liegenden gr. Sandstein eine (auch in manchen anderen

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

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

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

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

b) Gäbriszone:

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

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

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

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

3. Chattien (Appenzellersandsteine).

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

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

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

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

B. Zur Glaukonit- und Foraminiferenfrage.

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

VI. Zusammenfassung der wichtigsten Resultate.

A. Stratigraphie:

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

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

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

B. Sedimentpetrographie:

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

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

C. Tektonik:

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