

Sedimentäre Hinweise auf oberkretazische Tektonik im Vorarlberger Helvetikum

Autor(en): **Föllmi, Karl B.**

Objektyp: **Article**

Zeitschrift: **Eclogae Geologicae Helvetiae**

Band (Jahr): **74 (1981)**

Heft 1

PDF erstellt am: **11.08.2024**

Persistenter Link: <https://doi.org/10.5169/seals-165097>

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Inhalten der Zeitschriften. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern.

Die auf der Plattform e-periodica veröffentlichten Dokumente stehen für nicht-kommerzielle Zwecke in Lehre und Forschung sowie für die private Nutzung frei zur Verfügung. Einzelne Dateien oder Ausdrucke aus diesem Angebot können zusammen mit diesen Nutzungsbedingungen und den korrekten Herkunftsbezeichnungen weitergegeben werden.

Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Die systematische Speicherung von Teilen des elektronischen Angebots auf anderen Servern bedarf ebenfalls des schriftlichen Einverständnisses der Rechteinhaber.

Haftungsausschluss

Alle Angaben erfolgen ohne Gewähr für Vollständigkeit oder Richtigkeit. Es wird keine Haftung übernommen für Schäden durch die Verwendung von Informationen aus diesem Online-Angebot oder durch das Fehlen von Informationen. Dies gilt auch für Inhalte Dritter, die über dieses Angebot zugänglich sind.

Eclogae geol. Helv.	Vol. 74/1	Seiten 175–187	2 Textfiguren und 2 Tafeln	Basel, März 1981
---------------------	-----------	----------------	-------------------------------	------------------

Sedimentäre Hinweise auf oberkretazische Tektonik im Vorarlberger Helvetikum

Von KARL B. FÖLLMI¹⁾

ZUSAMMENFASSUNG

Im nordwestlichen Helvetikum des Vorarlbergs kann ein Grünsand-Horizont in oder an der Basis des Seewer Kalks (unteres Cenomanian bis oberes Coniacian oder unteres Santonian) verfolgt werden. Das Sedimentationsbild dieses «Seewer Grünsandes» wird geprägt durch einen vermutlich gegen Westen gerichteten Einzelkorntransport von Glaukonit und Quarzsand aus freigelegtem «Gault» (oberes Aptian und Albian) und durch Breccien, «Slumps» sowie Phacoiden aus Seewer Kalk, «Gault» und Schratte-kalk (oberes Barremian und unteres Aptian). Im nordwestlichen Vorarlberg ist ein homochrones, post-unterturonisches Einsetzen der Grünsande feststellbar, die Obergrenze dagegen ist heterochron (oberes Turonian bis Coniacian).

Im oberen Santonian können Gleitschollen aus Seewer Grünsand, Seewer Kalk und älteren Sedimenten in überliegendem Amdener Mergel (Santonian und Campanian) auftreten.

Aus Vergleichen mit ähnlichen Vorkommen im Schweizer Helvetikum kann (ab Turonian) auf ein gegen Osten zunehmend starkes Relief des Meeresbodens geschlossen werden.

ABSTRACT

A horizon of glauconitic sandstone occurs at or near the base of Seewen Limestone (lower Cenomanian to upper Coniacian or lower Santonian) in northwestern Vorarlberg (Helvetic zone, Austria). The sedimentation of this "Seewen Greensand" has been dominated by single-grain transport, possibly from the east (glauconite and quartz sand from already exposed "Middle" Cretaceous "Gault", together with breccias, slump conglomerates and phacoids of Seewen Limestone, "Gault"-sediments and Schratte Limestone [upper Barremian to lower Aptian]). The base of the Seewen Greensand is homochronous (post-lower Turonian), whereas its top is diachronous (upper Turonian to Coniacian).

In upper Santonian, the greensand itself was subsequently involved in slumping and occurs as blocks, together with Seewen Limestone and older sediments, in the overlying Amden shale formation (Santonian to Campanian).

Comparison with analogous occurrences in the Helvetic zone of Switzerland indicates an increasing accentuation of the seafloor towards the east.

Vorwort

Da der Verfasser sich erst seit einem guten Jahr im Rahmen einer Dissertation mit dem Vorarlberger «Gault» befasst, sollte diese Notiz nur als vorläufige Mitteilung verstanden werden.

Die vorliegende Arbeit befasst sich lediglich mit dem Nordwestteil des Vorarlberger Helvetikums; da weitere Untersuchungen und Feldbegehungen noch ausste-

¹⁾ Paläontologisches Institut der Universität, CH-8006 Zürich.

hen, dürften definitive Aussagen in diesem Stadium verfrüht sein. Immerhin rechtfertigen die ersten Ergebnisse eine kleine Mitteilung.

1. Einleitung

Rückblick

1905 erwähnt BLUMER (S.526–529) erstmals ein Vorkommen von Seewer Grünsand aus dem Ostteil des Säntisgebirges und beschreibt es mit folgenden Worten: «Das ist ein dem unteren Seewerkalk eingelagertes, 1–1½ m mächtiges Band ... dunkelgrünen Glaukonitsandsteines ... Zuerst treten im Seewerkalk vereinzelt grüne Körner auf; sie werden rasch häufiger und ordnen sich in Züge und Schlieren; diese erfüllen das Gestein immer dichter. Aber stets kommen noch Nester und Brocken von glaukonitfreiem Seewerkalk dazwischen vor, die meist ... scharf abgegrenzt sind. Das Gegenteil zu diesen «weissen Feldern» bilden dunkle, glaukonitreiche Felder und Brocken ... Durch diese Übergangsschichten hindurch gelangt man zu dem eigentlichen, dunkeln Glaukonitsandstein ... Der ganze Übergang vollzieht sich im Hangenden wie im Liegenden meistens innerhalb weniger als eines halben Meters und gewöhnlich auf der unteren Seite rascher als auf der oberen.» BLUMER beschreibt den Seewer Grünsand detailliert und zutreffend. Er interpretiert im Anschluss hieran das Auftreten dieser Glaukonitvorkommen als Rückfall in die Grünsandfazies des «Gault».

Westlich des Rheines scheint sich dieser Glaukonit-Horizont auf das Ostende des Säntis zu beschränken. Im Vorarlberger Helvetikum findet er dagegen eine grössere Verbreitung. Hier wurde der Seewer Grünsand erstmals von MEESMANN (1925, S.24–26), SCHAAD (1925, S.23) und VON MERHART (1926, S.20) aufgefunden und aus verschiedenen Aufschlüssen (u. a. Fallenkobel bei Götzis) beschrieben. MEESMANN möchte die Glaukonitbildungen auf submarine Strömungen, verknüpft mit Sedimentationsunterbrüchen, zurückführen.

In der ausführlichen Arbeit von ARN. HEIM & SEITZ (1934) erscheint der Seewer Grünsand jeweils als diskreter Horizont im abgewickelten Seewer Kalk, wird aber ausser in einigen Profilbeschreibungen weiter nicht erwähnt. Wichtig in diesem Zusammenhang dagegen sind ihre Definitionen der Übergangsschichten zwischen «Gault» und Seewer Kalk: Sie bezeichnen die meist fossilarme Übergangszone zwischen Aubrig-Schichten und Seewer Kalk als Kamm-Schichten und die darüber liegende, glaukonitführende Bank, die in eigentlichen Seewer Kalk überführt, als Fugen-Schicht. Des öfters nämlich werden in jener Arbeit Kamm- und Fugen-Schichten mit stratigraphisch jüngeren Schichten, wie vor allem Seewer Grünsand, verwechselt, was aus dem damaligen Stand der Mikropaläontologie nicht ganz verwunderlich ist (z. B. S.200: Profil des Haldenköpfles, Profil Breitenberg-Kuhberg, S.218: Profil am Nordrand des nördlichen Klausberg-Gewölbes usw.).

In einer später erschienenen Arbeit geht ARN. HEIM (1958, S.644, 645) kurz auf den Seewer Grünsand von Fallenkobel bei Götzis ein: Er erklärt sein Auftreten durch plötzlichen Wechsel von Bodenströmungen. In der gleichen Arbeit stuft R. Oberhauser diesen Horizont mittels Globotruncaniden ins tiefere Turonian ein.

Zielsetzung

In dieser Publikation möchte ich anhand einiger ausgewählter Profile den Seewer Grünsand weiterverfolgen und mit Hilfe von Globotruncaniden eine Datierung versuchen.

Ebenfalls soll auf die oberkretazische Tektonik, die durch den Grünsand-Horizont zum Ausdruck gebracht wird, und die dadurch implizierten Begleiterscheinungen hingewiesen werden. Diese und jüngere Phänomene, die eine Verstärkung der tektonischen Instabilität andeuten, werden der Rolle der Kreide-Tektonik im Vorarlberger Helvetikum einen gewissen Nachdruck verleihen.

2. Seewer Grünsand

Ausbildung und Vorkommen

Der Seewer Grünsand ist im ganzen, bis jetzt von mir untersuchten Gebiet (Dreieck Dornbirn-Bezau-Hohenems) vertreten, variiert aber stark in Ausbildung und Mächtigkeit. Durch diese sprunghaften Wechsel der Lithofazies und durch die scheinbare Verknüpfung mit meist ähnlich ausgebildeten Schichten im Liegenden wurde er nur selten erkannt oder oft mit Kamm- oder Fugen-Schichten verwechselt.

Das Sedimentationsbild dieser Grünsande ist sehr unruhig. «Slump»-Erscheinungen dominieren volumenmässig, und das Sediment weist viele, manchmal bis 1 m grosse Rutschungskonglomerate und Phacoide auf, die aus reinem Seewer Kalk («Nester und Brocken» nach BLUMER 1905) und, je nach Unterlage, auch aus Aubrig-Schichten (oberes Albien) oder sogar aus Lochwald-Schichten (Liegendes der Aubrig-Schichten) bestehen können. Durch eine inhomogene, laminierte Amalgamierung kann das ganze Übergangsspektrum zwischen Seewer Kalk und Glaukonitsand vorhanden sein (siehe Tafeln). Auch ist eine Zusammensetzung aus reinem Grünsand möglich, so dass eine Unterscheidung von Aubrig-Schichten im Handstück recht schwierig ist. Andererseits kann der Seewer Grünsand sich durch eine geringfügige Glaukonitführung und wenige, im Seewer Kalk eingestreute Seewer-Kalk-Komponenten bemerkbar machen.

Als Unterlage des Seewer Grünsandes tritt nur im äussersten Westen (Unter Klien, Hohenems, Götzis u. a.) Seewer Kalk auf, sonst bildet der «Gault» in Form von Aubrig-Schichten oder lokal auch Lochwald-Schichten das Liegende. Da, wo die Schichtreihe relativ vollständig ist, finden wir einen unscharfen Übergang, wie BLUMER (1905) ihn schon beschrieb. Meistens ist jedoch eine ausgeprägte Grenze vorhanden, die eine mehr oder weniger grosse zeitliche Lücke dokumentiert.

Im Hangenden kommt im Normalfall ebenfalls Seewer Kalk vor, aber es können sich nach einer scharfen Grenze auch direkt Amdener Mergel einstellen.

Spezialprofile

In diesem Abschnitt werden drei Detailprofile kurz beschrieben, die als Beispiel für Ausbildung und stratigraphische Position des Seewer Grünsandes dienen sollen.

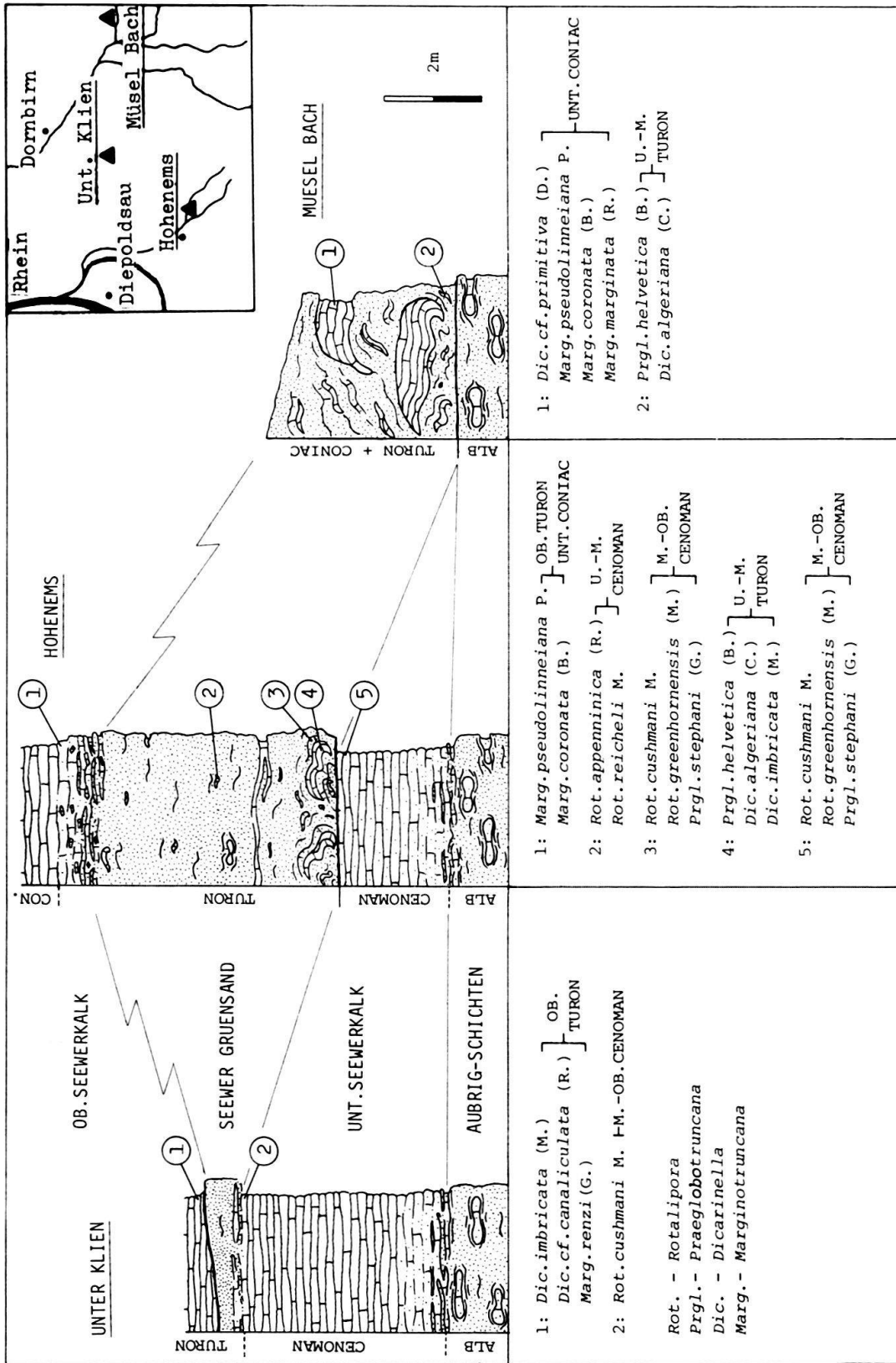


Fig. 1. Seewer Grünsand: Drei stratigraphische Profile im nordwestlichen Vorarlberger Helvetikum.

Das erste Profil stammt aus der ersten (nordwestlichsten) Antiklinale von Hohenems-Klien und wurde bei Unter Klien (Schweizer Koordinaten 772.950/250.650/etwa 440) im liegenden Verkehrtshorn aufgenommen. Der Seewer Grünsand ist in diesem Profil durch ein schmales, auskeilendes Band von kompaktem Glaukonitsand vertreten (Fig. 1), geht allmählich aus dem liegenden Seewer Kalk hervor, wird aber scharf durch den hangenden Seewer Kalk abgeschnitten. Das Seewer-Grünsand-Band ist aufgrund der vorliegenden Foraminiferen-Assoziationen zwischen oberem Cenomanian und oberem Turonian einstuftbar.

Im Profil von Hohenems (Schwarzenberg-Staufenspitz-Antiklinale, 770.750/247.600/etwa 570) folgt der Seewer Grünsand nach scharfer Grenze mittel- bis obercenomanem Seewer Kalk (Fig. 1) und geht allmählich über in Seewer Kalk von Oberturon- bis Unterconiac-Alter. Der Seewer Grünsand ist mächtiger als in Unter Klien und weist an der Basis «Slump»-Strukturen auf. Die Fetzen von reinem Seewer Kalk enthalten eine Fauna mit u.a. *Praeglobotruncana helvetica* (BOLLI) (unteres bis mittleres Turon), grünsandige Seewer Kalke zeigen dagegen mittleres bis oberes Cenoman-Alter an, und die relativ häufigen Aubrig-«Knollen» dürften noch aus dem Albien stammen. Gegen oben sind nur noch vereinzelte Schlieren und Brocken von Seewer Kalk vorhanden, von durchwegs cenomanem Alter. In der Matrix sind nur wenige, kaum bestimmbare Globotruncaniden vorhanden, die durch ihre einfachen Kiele an cenomane Formen erinnern.

Das dritte Profil schliesslich finden wir am Müselbach (Kummenberg-Schönermann-Weisse Fluh-Antiklinale, 777.900/250.650/etwa 720) vor. Hier liegt der Seewer Grünsand mit scharfer Grenze direkt über geringmächtigen Aubrig-Schichten und weist im ganzen Profil bis 1 m grosse «Slumps» von Seewer Kalk und Aubrig-Schichten auf. Die Seewer-Kalk-Fetzen sind abwechslungsweise von Cenoman-, Turon- und Coniac-Alter, ohne hierin eine Gesetzmässigkeit aufzuzeigen.

Schrattenskalk-Komponenten im Seewer Grünsand

Eine oberkretazische Bruchtektonik kommt in der Gegend westlich Rudach besonders evident zum Ausdruck. Der Seewer Grünsand führt hier zusätzlich zu den «Slumps» aus Seewer Kalk und «Gault»-Sedimenten, bis dezimetergrossen Gesteins- und Fossiltrümmern aus dem Schrattekalk (siehe Tafeln). Auffallend ist die Verknüpfung dieser Vorkommen mit WSW-ENE verlaufenden Störungen, die demzufolge schon eine turone Anlage besitzen müssen (z. B. östlich Hoher Knopf, 777.250/248.500/etwa 890, oder am Rudach-Bach, 777.600/247.050/etwa 860).

Weitere Beobachtungen und Ansatz zur Interpretation

Auffallend einheitlich ist die Fauna der Globotruncaniden in den basalen Seewer-Kalk-Fetzen des Seewer Grünsandes: Es liegt (an zehn Beobachtungspunkten) eine Vergesellschaftung vor, die durch die leicht erkennbare *Praeglobotruncana helvetica* (BOLLI) dominiert wird. Ich möchte daher für das nordwestliche Vorarlberger Helvetikum ein etwa isochrones, post-unterturones Einsetzen der Seewer Grünsande annehmen (vgl. hierzu ARN. HEIM 1958, S. 644/45).



Fig. 2. Gleitscholle aus Seeewer Grünsand und oberem Seeewer Kalk, sedimentär in Amdener Mergel eingebettet. Der Bach (Rudach-Bach) fließt gegen Norden.

Die Obergrenze des Seewer Grünsandes ist deutlich heterochron (Fig. 1). Sie tendiert dazu, allerdings uneinheitlich, ostwärts jünger zu werden, was ausser durch die Foraminiferen-Assoziationen auch in einem vermehrten Fehlen des oberen Seewer Kalkes und direkter Auflagerung durch Amdener Mergel zum Ausdruck kommt.

Über die Entstehung und die Ablagerungsbedingungen des Seewer Grünsandes lässt sich vorderhand noch wenig Definitives aussagen. Festhalten darf man u. a., dass es sich um ein Resediment handelt, dessen Material aus stratigraphisch älteren Formationen stammt. Regionaler Einzelkornttransport von Quarzsand und Glaukonit (mehr im homogenen Bereich des Seewer Grünsandes, eine Matrix von Seewer Kalk liegt vor) dürfte mit lokalem Abgleiten von ganzen, halbverfestigten Paketen von «Gault» und Seewer Kalk (eher im Bereich der «Slumps») abgewechselt und interferiert haben. Das Aussetzen des Seewer Grünsandes gegen Westen (im zentralen und westlichen Säntisgebiet sowie in der Churfürsten-Alvier-Kette ist der Seewer Grünsand nicht vorhanden, vgl. ALB. HEIM 1905, ARN. HEIM 1905, 1910, BRIEGEL 1972) und die gegen Osten jünger werdenden oberen Schichten des Seewer Grünsandes sind Indizien für eine Herkunft der Partikeln aus dem Osten, z. B. aus der Gegend der Winterstaude, wo der «Gault» stratigraphisch fehlt (ARN. HEIM 1934, S. 219).

Infolge lokaler «Slump»-Einschaltungen kann die Mächtigkeit des Seewer Grünsandes stark schwanken. Wir finden ein vorläufiges Maximum von etwa 30–40 m im Gebiet der Kobelache (nordwestlich Rudach), während etwa 500 m östlich davon «Gault», unterer Seewer Kalk und Seewer Grünsand bis auf ein Rudiment vollkommen fehlen. Ähnlich ist die Situation am Finsternau-Bach östlich Hohenems; hier beobachtet man zusätzlich eine Diskordanz von oberem Seewer Kalk auf Aubrig-Schichten (siehe auch ARN. HEIM 1934, S. 277 ff., Tf. 3).

3. Eine Gleitscholle aus Seewer Grünsand

Am Rudach-Bach (777.550/249.900/etwa 790) liegt eine grössere Gleitscholle vor, die vorwiegend aus Seewer Grünsand besteht, nebst wenig bioturbiertem, oberem Seewer Kalk an der Basis (Fig. 2). Ihre sedimentäre Einbettung in Amdener Mergel ist eindeutig (diskretes Auftreten einer komplexen Situation mit vielen sedimentären Diskordanzen, überlagert von ungestörten, horizontal liegenden Amdener Mergeln; keine Anzeichen von tektonischen Bewegungen) und wird akzentuiert durch eine deutliche Diskordanz innerhalb der Amdener Mergel über der Gleitscholle. Die sichtbare Höhe der Scholle beträgt etwa 10 m, die Ausdehnung kann auf etwa 15×7 m beziffert werden.

Die Altersstrukturierung innerhalb der Scholle ist kompliziert. Die Globotruncaniden-Assoziationen in den vorhandenen Seewer-Kalk-«Slumps» zeigen cenomanes und turones Alter an. An der Basis der Scholle ist die «Lagerung» deutlich verkehrt: Der Seewer Grünsand liegt auf jüngerem Seewer Kalk (etwa oberes Turon–unteres Coniac). In den Kern der Gleitscholle zieht ein auf den ersten Blick merkwürdig anmutender Ausläufer von Amdener Mergeln (Fig. 2). Mutmasslich wurde die Scholle wie eine Art «Megaslump» um diese herumgewickelt, was die verkehrte Lagerung im unteren Teil erklären würde. Die Altersverhältnisse (d. h. ein Älterwer-

den des Seewer Grünsandes gegen den Kern hin) im oberen Teil der Scholle widersprechen dem nicht, und die Bewegungsrichtung gegen Süden ist plausibel.

Einbettungsmedium sind die Amdener Mergel. Ein Teil ist vermutlich beim Eingleiten der Scholle steilgestellt worden und wird teilweise überdeckt vom ausdünnenden, distalen Anteil der Scholle (Fig. 2). Der ganze Komplex wurde nach der Einbettung der Scholle von mächtigen Amdener Mergeln zugedeckt und ist von denselben durch eine lateral auskeilende Diskordanz getrennt.

Die ersten Proben aus den steilgestellten und aus den überliegenden Amdener Mergeln zeigen eine einheitliche Fauna, u. a. *Marginotruncana sinuosa* PORTHAULT, *Marginotruncana coronata* (BOLLI), *Globotruncana bulloides* VOGLER und Globotruncanen aus dem *lapparenti*-Formenkreis (Bestimmung: Dr. H. Oberhänsli), die auf das obere Santonian schliessen lässt.

Es liegen oft Schollen aus Seewer Grünsand, Seewer Kalk, «Gault» sowie auch Schrackenkalk eingebettet in Amdener Mergeln vor (z. B. an der Strasse nach Ebnit, 776.700/251.150/etwa 550; am Müselbach, 777.800/250.650/etwa 730). Sichere Hinweise auf sedimentäre Genese fehlen jedoch oft; da zudem vielfach eine tektonische Überprägung vorliegt, bleiben Aussagen in den meisten Fällen spekulativ.

4. Vergleiche mit anderen Vorkommen und Diskussion

Eine Parallelisation des Seewer Grünsandes mit Vorkommen im Schweizer Helvetikum ist durchaus möglich, sollte aber im einzelnen nachgeprüft werden. So erscheinen bereits in den Arbeiten von GANZ (1912, S. 78) und ARN. HEIM (1913, S. 283) Andeutungen über wahrscheinliche Vorkommen am Forstberg und am Kleinen Sternen (Drusberg-Gebiet), welche aber verglichen werden mit Turriliten- und Überturrilitenschichten. 1934 beschreibt FICHTER (S. 55, 58; 76–78) aus dem Süden der Bauen–Brisen-Kette verschiedene Aufschlüsse von «konglomeratischem» Seewer Kalk, der in seiner Ausbildung und stratigraphischen Position sehr an die Verhältnisse im Vorarlberg erinnert. BOLLI (1944) wies ein Vorhandensein von «konglomeratischem» Seewer Kalk in mehreren Gegenden der Zentral- und Westschweiz nach (z. B. Col de la Plaine-morte, Fronalpstock, Fluhbrig). Er schliesst anhand von Globotruncaniden auf zwei verschiedenaltrige Generationen von «konglomeratischem» Seewer Kalk.

Aufgrund der zum Teil detaillierten Beschreibungen ist eine Analogie des «konglomeratischen» Seewer Kalkes mit dem Seewer Grünsand aus dem Ostschweizer und Vorarlberger Raum annehmbar, und dadurch wird der überregionale Charakter der Grünsand-Vorkommen deutlich. Gegen Westen werden die Vorkommen allerdings zunehmend lückenhaft, was u. a. wohl durch das Abklingen bzw. Fehlen der Partikelströme von Quarzsand und Glaukonit aus freigelegtem «Gault» zu erklären ist. Das Auftreten des Seewer Grünsandes wird im Westen vielmehr durch lokales, zudem zeitverschiedenes Abgleiten von Seewer-Kalk- und «Gault»-Paketen bestimmt.

Ein gegen Osten zunehmend starkes Relief des Meeresgrundes ab Turonian ist Ursache für ein in horizontaler und vertikaler Verbreitung lückenloseres Auftreten des Seewer Grünsandes im südlichen sowie – im Vorarlberg – auch im mittleren

Helvetikum. Im oberen Santonian kulminiert die Reliefbildung erstmals, und es können lokal Schollen grösseren Ausmasses in die Amdener Mergel hineingleiten.

Das erste Auftreten des Seewer Grünsandes im nordwestlichen Vorarlberger Helvetikum dürfte etwa zeitgleich sein mit den prä-Gosauischen Faltungen (etwa oberes Turonian, vgl. OBERHAUSER 1963, S.25ff.). Dies ist noch längst kein Beweis für einen kausalen Zusammenhang zwischen den Ereignissen im ostalpinen Raum und solchen im Vorarlberger Helvetikum, sollte aber als Indiz nicht ignoriert werden.

Verdankungen

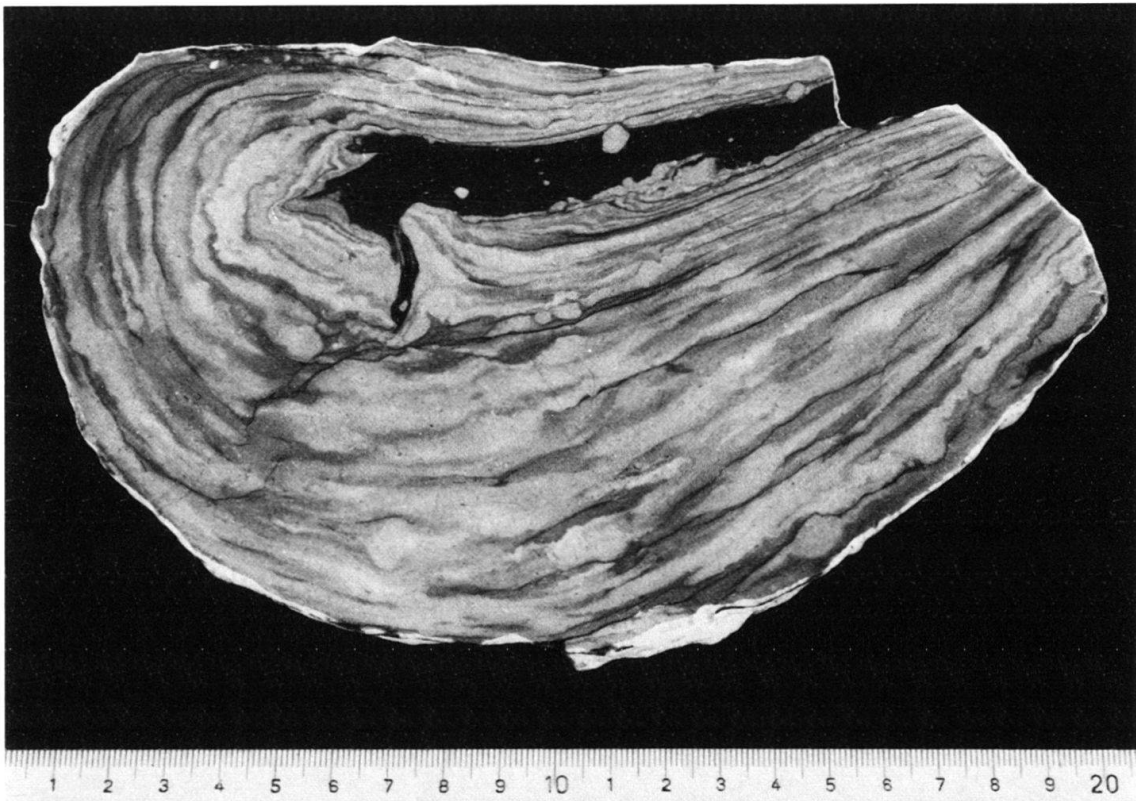
An dieser Stelle sei Prof. Dr. R. Trümpy, Dr. H. Funk und dipl. geol. G. Wyssling (alle Zürich) sowie Dr. R. Oberhauser (Wien) für ihr stetig entgegengebrachtes Interesse, für die gemeinsamen Feldbegehungen sowie für die kritische Durchsicht des Manuskriptes und PD. Dr. A.G. Milnes für das Abfassen des Abstracts herzlichst gedankt. H. Lanz möchte ich für die sorgfältige Ausführung der Phototafeln meinen Dank aussprechen.

LITERATURVERZEICHNIS

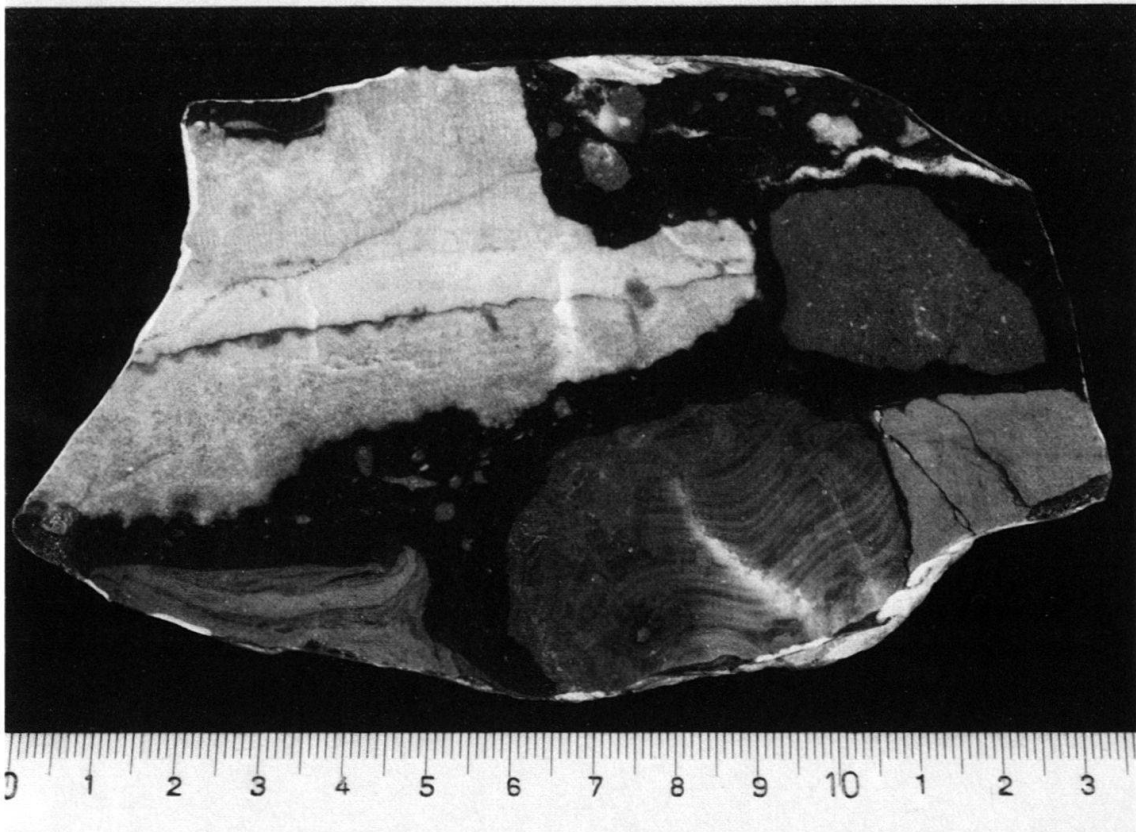
- BLUMER, E. (1905): *Der östliche Teil des Säntisgebirges*. – Beitr. geol. Karte Schweiz [N.F.] 16/3, 518–638.
- BOLLI, H. (1944): *Zur Stratigraphie der Oberen Kreide in den höheren helvetischen Decken*. – Eclogae geol. Helv. 37/2, 217–328.
- BRIEGEL, U. (1972): *Geologie der östlichen Alviergruppe unter besonderer Berücksichtigung der Drusberg- und Schrattekalkformation*. – Eclogae geol. Helv. 65/2, 425–483.
- FICHTER, H. (1934): *Geologie der Bauen-Brisen-Kette am Vierwaldstättersee und die zyklische Gliederung der Kreide und des Malm der helvetischen Decken*. – Beitr. geol. Karte Schweiz [N.F.] 69.
- GANZ, E. (1912): *Stratigraphie der mittleren Kreide (Gargasien, Albien) der oberen helvetischen Decken in den nördlichen Schweizeralpen*. – Denkschr. schweiz. natf. Ges. 47/1.
- HEIM, ALB. (1905): *Der mittlere Teil des Säntisgebirges*. – Beitr. geol. Karte Schweiz [N.F.] 16/1, 15–122.
- HEIM, ARN. (1905): *Der westliche Teil des Säntisgebirges*. – Beitr. geol. Karte Schweiz [N.F.] 16/2, 313–517.
- (1910, 1913): *Monographie der Churfürsten-Mattstock-Gruppe*. – Beitr. geol. Karte Schweiz [N.F.] 20/1 und 2.
- (1958): *Oceanic sedimentation and submarine discontinuities*. – Eclogae geol. Helv. 51/3, 642–648.
- HEIM, ARN., & SEITZ, O. (1934): *Die Mittlere Kreide in den helvetischen Alpen vom Rheintal und Vorarlberg und das Problem der Kondensation*. – Denkschr. schweiz. natf. Ges. 69/2, 185–310.
- MEESMANN, P. (1925): *Geologische Untersuchungen der Kreideketten des Alpenrandes im Gebiet des Bodenseerheintals*. – Diss. Univ. Basel.
- MERHART, G. VON (1926): *Kreide und Tertiär zwischen Hochblanken und Rhein*. – Sonderschr. nathist. Komm. Vorarlb. Landesmus. 4, Dornbirn.
- OBERHAUSER, R. (1963): *Die Kreide im Ostalpenraum Österreichs in mikropaläontologischer Sicht*. – Jb. geol. Bundesanst. (Wien) 106, 1–88.
- SCHAAD, H. (1925): *Geologische Untersuchungen in der südlichen Vorarlberger Kreide-Flyschzone zwischen Feldkirch und Hochfreschen*. – Diss. Univ. Zürich.

Tafel 1

- Fig. 1 Seewer-Kalk-«Slump» mit Kern von resedimentierten Glaukonit- und Quarzpartikeln. Deutliche Verzahnung des «fluidalen» Grünsandes mit dem noch weichen Seewer Kalk. Durch eine differentielle Bewegung innerhalb der Seewer-Kalk-Masse entsteht eine grobe Lamination, verknüpft mit sedimentärem Boudinage.
Seewer Grünsand, bei der Kobel-Ache, nordwestlich Rudach. Entlang Nord-Süd-Achse geschnitten, Norden rechts.
- Fig. 2 Seewer Grünsand mit Gesteins- (rechts oben) und Fossiltrümmern (Bruchstück eines Korallenstocks, links oben, und einer Chaetetide, Mitte unten) aus dem Schrattenkalk sowie «Slumps» und Komponenten von Seewer Kalk (rechts und links unten).
Seewer Grünsand, östlich Hoher Knopf.
Nichtorientiert.



1



2

Tafel 2

- Fig. 1 «Slump» im Seewer Grünsand. Ein reiner Glaukonit-Quarz-Sand bildet den Kern. Umhüllendes Sediment besteht aus Seewer Kalk verschiedengradiger Reinheit. Mit eingestreuten Seewer-Kalk-Komponenten.
Seewer Grünsand, aus der Gleitscholle im Rudach-Bach, nordwestlich Rudach.
Schnitt entlang Nord-Süd-Achse, Norden links.
- Fig. 2 «Slump» im Seewer Grünsand. Kern aus einem reinen Glaukonit-Quarz-Sand. Mit Seewer-Kalk-Phacoid.
Seewer Grünsand, Nordabhang Staufenspitz.
Nichtorientiert.
- Fig. 3 Aubrig-«Knolle», im Seewer Grünsand eingebettet. Mit «fluidaler» Matrix aus reinem sowie in unterschiedlichem Mass sand- und glaukonitführendem Seewer Kalk.
Seewer Grünsand, Profil Hohenems.
Schnitt entlang Nord-Süd-Achse, Norden rechts.



1

2

3

