

Zeitschrift: Eclogae Geologicae Helvetiae
Herausgeber: Schweizerische Geologische Gesellschaft
Band: 37 (1944)
Heft: 2

Artikel: Zur Stratigraphie der Oberen Kreide in den höheren helvetischen Decken
Autor: Bolli, Hans
Kapitel: VII: Diskussion der Ergebniss
DOI: <https://doi.org/10.5169/seals-160503>

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: 28.01.2026

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

	H.Nr.	m		ap	st	al	re	he	in	la	bu	tr	co
18.	1411	60	Grauer, etwas fleckiger Seewerkalk							×		×	×
17.	1410	35	Wie 1411							×	×	×	×
16.	1409	24	Heller, rötlichbrauner Seewerkalk mit blassgrünen Flecken						×	×	×		
15.	1408	22	Wie 1409					×	×	×			
14.	1407	21	Wie 1409	×				×	×	×	×		
13.	1406	18,5	Wie 1409	×	×			×		×			
12.	1405	16,5	Blassroter, vordicken, grün-schwarzen Tonhäuten durchzogener Seewerkalk .		×		×	×	×				
11.	1404	15	70 cm intensiv roter Seewerkalk	×				×					
10.	1403	14	Wie 1405	×	×			×					
9.	1402	13	Heller, graubrauner Seewerkalk	×				×					
8.	1401	11,5	Hellgrauer Seewerkalk . .	×				×					
7.	1400	10	Wie 1401	×	×		×	×					
6.	1399	8	Grauer Seewerkalk . . .	×	×		×						
5.	1398	5	Wie 1399	×	×	×	×						
			Fortsetzung des Profils SE des Baches gegen Alp Ober-Säss:										
4.	1415	2	Dunkelgrauer, etwas fleckiger Seewerkalk	×	×								
3.	1416		Ca. 1 m Überturrilitenschicht	×	×								
2.	1417	0	Ca. 1 m Turrilitenschicht . .	×									
1.			Übergang in: Knollenschichten.										

VII. Diskussion der Ergebnisse.

Bisherige und mikropaläontologisch begründete Gliederung der helvetischen Oberkreide.

A. DIE LOCHWALDSCHICHT.

Bekanntlich hat die Gliederung und stratigraphische Korrelation der mittleren Kreide der helvetischen Alpen eine lange „Leidensgeschichte“ hinter sich. Die letzten Stationen werden durch die Arbeiten von FICHTER (Lit. 35) und SCHAUB (Lit. 113) bezeichnet. Dem Erstgenannten ist es durch sorgfältiges Aufsammlen der Makrofossilien gelungen, in den glaukonitischen Schichten der mittleren Kreide vier Faunenhorizonte des Albien zu unterscheiden, welche bisher, z. T. infolge unsorgfältiger Aufsammlung an gewissen Stellen, aber auch wegen beträchtlicher Vermischung durch Aufarbeitung der älteren Faunen in die nächst

jüngeren Horizonte, vermengt worden waren. Diese beiden Effekte vereinigten sich bisher, um der Parallelisation der Albienhorizonte grosse, oft nicht erklärliche Schwierigkeiten zu bereiten, die nun durch die Arbeit FICHTERS weitgehend abgeklärt wurden, so dass auf dessen Klarstellung der Verhältnisse weitgehend verwiesen werden kann.

Ich habe mich mit den Fragen der mittleren Kreide nur in bezug auf die Lage von deren Obergrenze befasst, und es interessierte mich daher in erster Linie die Grenzschiebt, mit welcher dieselbe gegen oben abschliesst.

FICHTER hat durch sorgfältige Trennung der Makrofossilien nach Horizonten an verschiedenen Fundstellen seines Untersuchungsgebietes nachgewiesen, dass der oberste phosphoritisierte Glaukonithorizont an der Obergrenze der mittleren Kreide eine konstante, gut charakterisierte Makrofauna enthält, welche in erster Linie auch die Leitform *Hysterocheras varicosum* enthält und wofür er deshalb die Bezeichnung Varicosushorizont empfiehlt.

Dieser Horizont entspricht nach FICHTER dem Alter nach der Zone VIa, oberes Albien, von JACOB (Lit. 59). Seine Fauna stimmt völlig überein mit der Lochwaldschicht von ARN. HEIM (Lit. 50) und GANZ (Lit. 42) in der NE-Schweiz, mit welcher Bezeichnung diese Autoren durchwegs den an phosphoritierten Fossilien reichen Horizont an der Obergrenze der „Concentricusschichten“ und unter den Knollenschichten bezeichnet haben. Die Schwierigkeit, welche diese Autoren vorgefunden haben, diesen Horizont mit den Verhältnissen der Zentralschweiz zu vergleichen, wird nun nach den Untersuchungen von FICHTER dadurch behoben, dass einerseits an vielen Lokalitäten die Lochwaldschicht mit völlig übereinstimmender Makrofauna auch in der Zentralschweiz anwesend ist. Weiter ergibt sich, dass ausgerechnet an der Typuslokalität Lochwald, von wo die bekannte, durch JACOB und TOBLER (Lit. 58) beschriebene „Lochwaldfauna“ von Mittel-Albienalter stammt, lokal besondere Verhältnisse herrschen, indem dort durch Aufarbeitung auch die Fauna tieferer paläontologischer Horizonte in den letzten, obersten Phosphorithorizont der Concentricusschichten geraten ist.

Das Alter des letzten Phosphorithorizontes an der Obergrenze der Concentricusschichten (= Lochwaldschicht im Sinne von HEIM und GANZ) wird nun von FICHTER für die gesamte Zentral- und Ostschweiz als oberes Albien erklärt, wobei festgestellt wird, dass auch ältere Faunenelemente lokal durch Aufarbeitung in diesen Horizont gelangt sind.

Es ist aus den Arbeiten von HEIM und GANZ bekannt, dass die Matrix dieses Horizontes vielfach einen seewerkalkähnlichen Charakter zeigt. Auch FICHTER macht darauf aufmerksam, dass dieser Horizont eine seewerkalkähnliche Grundmasse besitzt. Die lithologische Übereinstimmung des Horizontes in der ganzen Zentral- und Ostschweiz ist daher sehr auffällig.

Die neueste und auf eingehenden Studien der Makrofauna beruhende Übersicht über die Verhältnisse in der SW-Schweiz gibt uns die Arbeit von SCHAUB (Lit. 113) über das Rawilgebiet. Auch dort, wie im ganzen Berner Oberland, schliessen die glaukonitischen Schichten des Albien, welche auch hier oft als Concentricusschichten zusammengefasst wurden, überall mit einem Schichtchen voll von Phosphoritfossilien ab, das SCHAUB kurz „Fossilschicht“ nennt. Er unterwirft sie einer eingehenden paläontologischen, mikropaläontologischen, sedimentpetrographischen und lithologischen Betrachtung, die in grossen Zügen folgende Resultate zeitigte:

N- und S-Fazies des Untersuchungsgebietes zeigen verschiedene Makrofaunen (vorwiegend Zone VIb resp. IV und V nach JACOB). Sedimentpetrographische

Untersuchungen, auf die noch näher eingegangen wird, ergaben jedoch, dass es sich durchgehend um dieselbe Schicht handelt. Auch hier ist die Grundmasse seewerkalkähnlich. Es ergab sich aus den Beobachtungen von SCHAUB als grosse Neuigkeit, dass diese Grundmasse durchlaufend *Globotruncana apenninica* RENZ enthält, woraus SCHAUB den Schluss zieht, dass das eigentliche Alter der Fossilschicht cenoman sei und die darin enthaltenen Makrofaunen nur durch Aufarbeitung in diesen Horizont geraten sein können. SCHAUB legt eingehend dar, dass phosphoritisierte Fossil-Steinkerne, die in einer nichtphosphoritierten Schicht liegen, eine Aufarbeitung durchgemacht haben. Da auch die Fossilien des Disparhorizontes, des jüngsten Ammonitenhorizontes des Albien, phosphoritisiert sind, steht in dieser Hinsicht der Annahme, dass auch sie aufgearbeitet sind, nichts entgegen.

Ausserdem findet nun SCHAUB aber in seiner Fossilschicht auch Makrofossilien cenomanen Alters, wie *Schloenbachia varians* (Sow.) und *Mantelliceras mantelli* (BRONG.). Es kann darnach für SCHAUB kein Zweifel mehr bestehen, dass die Fossilschicht als Schicht selbst erst im Cenoman zur Ablagerung gelangt ist, in Übereinstimmung auch mit dem Vorkommen der sonst überall als cenoman betrachteten *Globotruncana apenninica* RENZ.

SCHAUB hat dem Nachweis der dadurch postulierten Aufarbeitung aller ältern Elemente der Makrofauna und der Geschichte und dem Mechanismus des nötigen Aufarbeitungsvorganges sehr detaillierte Betrachtungen gewidmet. Aus seinen interessanten sedimentpetrographischen Studien in der Fossilschicht ergaben sich als wichtigste Resultate:

1. Die Ammonitensteinkerne in der Fossilschicht gehören acht verschiedenen Gesteinstypen an.
2. Gleichaltrige Ammoniten verschiedener Fundorte zeigten gleiches Gestein, verschieden-altrige vom gleichen Fundort verschiedenes Gestein.
3. Die Formen dieser acht Ammonitenhorizonte fanden sich gemischt in einer 10—50 cm mächtigen Schicht, die keine Gliederung erkennen liess.
4. Die Gesteinstypen 1—7 unterschieden sich stark vom Gestein der Fossilschicht (Grundmasse), was eindeutig für Aufarbeitung der Ammoniten spricht.
5. Im Gegensatz dazu stimmen die Kriterien von Gestein 8 (Disparfauna) mit demjenigen der Fossilschicht überein, ein Unterschied besteht nur darin, dass die Ammonitensteinkerne phosphoritisiert sind, die Fossilschicht dagegen nicht.

SCHAUB schliesst daraus, dass die Fossilschicht nur wenig jünger sei als die Disparfauna.

Die Entstehung dieser Mischfauna in der Fossilschicht erklärt SCHAUB durch folgende Annahmen:

„Jedem der durch die sedimentpetrographische Untersuchung der Ammonitensteinkerne nachgewiesenen Ammonitenhorizonte (mit Ausnahme des Disparhorizontes) hat je eine Schicht entsprochen, in welche die Ammonitenschalen primär eingelagert wurden. Bei dieser Einlagerung entstanden die Steinkerne, die bei der späteren Aufarbeitung der Schichten erhalten blieben und phosphoritisiert wurden. Damit scheidet die Faunenmischung durch Kondensation endgültig aus, da ARN. HEIM (Lit. 29) unter Kondensation einen Vorgang versteht, der eine Aufarbeitung ausschliesst.“

Dies war die Situation zu Beginn meiner Untersuchungen und es stellte sich sofort die Frage, wie es mit dem Alter der entsprechenden, von FICHTER zuletzt als Varicosushorizont bezeichneten Schicht der Zentral- und NE-Schweiz bestellt sei.

Es ergibt sich, dass auch dort in der meist seewerkalkähnlichen Grundmasse dieses Horizontes fast überall *Globotruncana apenninica* RENZ

nachgewiesen werden konnte. Ich stellte sie an folgenden Lokalitäten in der entsprechenden Schicht mit Sicherheit fest:

- 18. Profil Wissifluh
- 21. Profil Scheidegg
- 24. Profil Zelgigraben
- 29. Profil Hauserstock
- 31. Profil Fidersberg
- 33. Profil Kleiner Sternen

Ferner aus Material von der Typlokalität Lochwald (vgl. hiezu auch GANDOLFI, Lit. 41, pag. 146).

In den nördlichen Profilen der Zentral- und NE-Schweiz, wo der Horizont nicht mehr die gleiche Mächtigkeit hat und zudem eine Zunahme von Quarz- und Glaukonitkörnern aufweist, scheint *Globotruncana apenninica* RENZ, da sehr faziesempfindlich, stark zurückzutreten oder ganz zu fehlen. Dass es sich aber auch hier durchaus um den gleichen Horizont handelt, wie weiter S, wurde durch die Arbeiten von ARN. HEIM (Lit. 50) und FICHTER (Lit. 53) sicher nachgewiesen und findet sich auch beim folgenden sedimentpetrographischen Vergleich bestätigt.

Daraus möchte ich nun in Analogie mit den Verhältnissen des Rawilgebietes den Schluss ziehen, dass auch in der Zentral- und NE-Schweiz nicht die bisher als jüngste Fauna betrachtete phosphoritisierte Varicosusfauna das Alter dieses Horizontes bestimme, sondern dass diese Fauna auch hier ebenfalls als aufgearbeitet anzusehen und das eigentliche Alter der Ablagerung auf Grund von *Globotruncana apenninica* RENZ als cenoman zu betrachten sei. Zwar sind Makrofossilien cenomanen Alters in der Varicosus-Lochwaldschicht der Zentral- und NE-Schweiz noch nicht gefunden worden; die Anwesenheit von *Globotruncana apenninica* RENZ scheint mir aber in Anbetracht der übrigen Analogien der Verhältnisse mit dem Rawilgebiet zwingend zu diesem Schlusse zu führen.

Die ungleiche Zusammensetzung der vor allem aus Albienelementen verschiedenen Alters zusammengesetzten Makrofauna in dieser Schicht ist nicht mehr verwunderlich, sobald wir den Standpunkt einnehmen, dass diese Faunenelemente alle samt und sonders (mit einziger Ausnahme der cenomanen Makrofossilien des Rawilgebietes) zu Beginn der Cenomanzeit aufgearbeitet worden sind. Ist schon die Zusammensetzung der Makrofauna im eng begrenzten Untersuchungsgebiet SCHAUB's nicht durchgehend dieselbe, so ist es verständlich, wenn sie im eigentlichen Varicosus-Lochwaldhorizont der Zentral- und NE-Schweiz wieder einen etwas veränderten Charakter aufweist, ja sogar dort wieder in sich selbst differenziert ist.

Offenbar stellt der hier betrachtete Horizont durchgehend die Basis des erhaltenen Cenomans dar, als Transgressionsschicht dieser Stufe. Es fragt sich nun, wie wir diesen offenbar durch einen grossen Teil des helvetischen Gebietes stratigraphisch durchgehenden und lithologisch einheitlichen Horizont bezeichnen sollen.

FICHTER hat dafür den Namen Varicosushorizont vorgeschlagen. Da aber die Varicosusfauna in diesem Horizont, auch an denjenigen Stellen, wo sie rein und unvermischt mit älteren Elementen gefunden wird, nach meiner Ansicht in eine Schicht cenomanen Alters aufgearbeitet wurde, so scheint mir die Verwendung dieser stratigraphisch-paläontologisch wohl definierten Bezeichnung einer Zone des obern Albien für unsern basalen cenomanen Transgressionshorizont unrichtig. FICHTER hat die Bezeichnung „Lochwaldschicht“ für diesen Hori-

zont aus dem Grunde abgelehnt, weil die bekannte Mittelalbienfauna von Lochwald nicht mit der Makrofauna der meisten übrigen als Lochwaldschicht bezeichneten und nur die Varicosusfauna enthaltenden Lokalitäten der NE-Schweiz übereinstimmt. Nach meinen Untersuchungen zeigt aber die Lochwaldschicht an der Originallokalität selbst die bekannte seewerkalkähnliche Grundmasse, die durch *Globotruncana apenninica* RENZ als Cenoman definiert ist. Der Name „Lochwaldschicht“ kann deshalb sehr wohl, ganz unabhängig von der Albienmakrofauna, welche darin aufgearbeitet ist, als allgemeine Bezeichnung für unseren basalen Transgressionshorizont des Cenomans weiterhin Dienst tun. Eine Differenzierung von „Lochwaldschicht im Sinne von HEIM und GANZ“ und „Lochwaldschicht der Lokalität Lochwald“ ist auf Grund dieser Resultate gar nicht mehr nötig, beides bezeichnet dasselbe. Es ist nur der Umstand klar im Auge zu behalten, den FICHTER schon deutlich betont hat (pag. 71): „Die von JACOB und TOBLER beschriebene Lochwaldfauna hat, wenigstens was ihre Leitammoniten anbelangt, mit der „Lochwaldschicht“ (HEIM und GANZ) nichts zu tun.“ Ich möchte dies dahin erweitern, dass die Bezeichnung „Lochwaldschicht“ für den glaukonitisch-phosphoritischen Grenzhorizont cenomanen Alters an der Obergrenze der Concentricusschichten als eine Bezeichnung für diese spezielle stratigraphisch-lithologische Einheit in der ganzen helvetischen Zone zu dienen hat, unabhängig von der darin enthaltenen Makrofauna.

Wir gelangen nun zu einer detaillierten Betrachtung der stratigraphischen Konsequenzen des soeben dargestellten hinsichtlich der bisherigen Einteilung und Korrelation der cenomanen Anteile der helvetischen Oberkreide.

SCHAUB vergleicht die Fossilschicht des Rawilgebietes wegen ihrer ähnlichen lithologischen Ausbildung und gleichen stratigraphischen Lage mit der Turritilenschicht der Zentral- und NE-Schweiz, d. h. des N anschliessenden Ablagerungsraumes. Die ausgesprochen cenomanen Formen wie *Mantelliceras mantelli* (Sow.), *Schloenbachia varians* (BRONG.) etc. sind ja auch aus dieser Schicht der NE-Schweiz durch ARN. HEIM bekannt geworden.

Betrachten wir einmal das fazielle Querprofil (Fig. 6), so erkennen wir, dass die Lochwaldschicht als tiefster Teil der cenomanen Schichtreihe durchgeht. Detaillierte Betrachtung zeigt dann weiter, dass sie sehr verschieden grosse Anteile des Cenomans in sich enthalten muss. Im N finden wir über der Lochwaldschicht die bekannte, durch *Globotruncana apenninica* RENZ als Cenoman charakterisierte Suite Knollenschichten–Turritilenschichten–Überturritilenschicht–cenomaner Seewerkalk. Gegen S wird diese Schichtfolge nun sukzessive reduziert. Cenomaner Seewerkalk und Turritilenschichten verschwinden langsam, die Knollenschichten gehen über in die nur noch geringmächtige Fidersbergschicht. Schliesslich verschwindet auch diese und turon-senoner Seewerkalk, eventuell schon Amdenerschichten, liegen direkt der Lochwaldschicht auf, die hier das Cenoman noch allein verkörpert.

Im N stellt die Lochwaldschicht demnach nur die basale Partie einer mächtigen Cenomanentwicklung dar, ist dort also bestimmt mittel- bis untercenomanen Alters. Im S dagegen, wo wir lokal mittelenomane phosphoritierte Ammoniten (Rawil) und neben *Globotruncana apenninica* RENZ Übergangsformen wie *Globotruncana stephani* GANDOLFI und *Globotruncana renzi* GANDOLFI (Wissifluh), die ebenfalls eher für höheres Cenoman sprechen, vorfinden, wäre man geneigt, dem Horizont hier obercenomanes Alter zuzusprechen. Eine interessante Zwischenstellung finden wir an der Lokalität Wissifluh (Profil 18) vor, wo wir über der Lochwaldschicht mit der erwähnten ober-

cenomanen Globotruncanenfauna noch typisch entwickelte Knollenschichten vor uns haben, die dort demnach gleichfalls ins obere Cenoman zu stellen wären. Jedenfalls ist der im N mächtige Cenomankomplex Lochwaldschicht-cenomaner Seewerkalk im S auf die dünne Lochwaldschicht selbst reduziert. Dass die Lochwaldschicht im S um wenig jünger wäre als im N, wo sie nur den basalen Teil der cenomanen Ablagerung darstellt, ist gut denkbar.

Zu dieser Parallelisierung anhand mikropaläontologischer Daten und einer grossen lithologischen Ähnlichkeit sei nun auch ein kurzer sedimentpetrographischer Vergleich der Fossilschicht SCHAUB's im W mit der Lochwaldschicht der Zentral- und NE-Schweiz hinzugefügt, welcher ebenfalls die Übereinstimmung der beiden Horizonte zu stützen geeignet ist.

FICHTER zeigt, dass bei der Gliederung der untern und mittleren Kreide in der Zentralschweiz die maximalen Korngrössen von Quarz und Glaukonit bedeutende Faktoren darstellen. Seine eingehenden Untersuchungen zeigen besonders deutlich, dass sich der Varicosushorizont (= Lochwaldschicht) wegen der bedeutenden Grösse der Glaukonitkörner mit völliger Sicherheit von allen andern Horizonten der mittleren Kreide unterscheiden lässt. Glaukonitkörner derselben Grössenordnung traten in den Profilen seit dem Barrémien (Altmannschicht) nicht mehr auf, über der Lochwaldschicht finden sie sich erst im Tertiär wieder.

Untersuchungen gleichen Stils fehlten bis heute in andern Gebieten. Was durch die Arbeiten FICHTER's und SCHAUB's aber jetzt schon feststeht, das ist das Übereinstimmen der maximalen Korngrössen von Glaukonit und Quarz in der Grundmasse der Fossilschicht der Wildhorndecke mit denen der Lochwaldschicht der Zentralschweiz. Die für diesen Horizont charakteristische ausserordentliche Grösse der Glaukonitkörner kann neben der mikropaläontologischen und weitgehenden lithologischen Übereinstimmung als weiterer sedimentpetrographischer Anhaltspunkt für eine Parallelisierung herangezogen werden. Die folgenden Zusammenstellungen der maximalen Korngrössen in der Lochwaldschicht von einigen Lokalitäten aus den höhern helvetischen Decken zwischen Säntis und Wallis demonstrieren eine unter sich unverkennbare Übereinstimmung, dagegen eine charakteristische Abweichung von den entsprechenden, weiter unten zusammengestellten Korndimensionen der Knollen- und Turrilitenschicht:

Profil Schliff	Max. Korngrösse in mm		Grundmasse
	Glaukonit	Quarz	
41. Gatter 1420	0,5	0,25	etwas spätig. Glaukonit gegenüber Quarz stark überwiegend
29. Hauserstokk 96	0,55	0,45	dicht, seewerkalkähnlich. Massenhaft Orbularien; vereinzelt <i>Globotruncana apenninica</i> , Globigerinen und Textularien. Glaukonit stark überwiegend
14. Bürgenstock 1443	0,55	0,4	dicht, dunkel, seewerkalkähnlich. Globigerinen, Textularien, Orbularien. Glaukonit überwiegend.
Lochwald 931	0,6	0,6	dicht, seewerkalkähnlich. Orbularien häufig, <i>Globotruncana apenninica</i> und Globigerinen vereinzelt. Glaukonit etwas überwiegend.

Profil Schliff	Max. Korngrösse in mm		Grundmasse
	Glaukonit	Quarz	
18. Wissifluh 906	0,85	0,35	dicht, hell, seewerkalkähnlich. Massenhaft Orbularien, sehr häufig <i>Globotruncana apenninica</i> ; <i>Globotruncana stephani</i> und <i>renzi</i> , Globigerinen. Glaukonit überwiegend
18. Wissifluh 942	0,65	0,25	dicht, seewerkalkähnlich. Orbularien, vereinzelt <i>Globotruncana apenninica</i> und Globigerinen. Glaukonit überwiegend
19. Melchaa 539	0,75	0,65	dicht, seewerkalkähnlich. Orbularien, vereinzelt Globigerinen und fragliche <i>Globotruncana apenninica</i> .
Littlihorn 683	0,65	0,6	dicht, seewerkalkähnlich. Orbularien, vereinzelt <i>Globotruncana apenninica</i> , Globigerinen, Anomalinen und Textularien. Glaukonit stark überwiegend
2. Col de la Plaine-morte 975b	0,7	0,6	dicht, seewerkalkähnlich. Massenhaft Orbularien, vereinzelt <i>Globotruncana apenninica</i> und Globigerinen. Glaukonit überwiegend

Die Gegenüberstellung von entsprechenden Untersuchungen in den Knollenschichten und der Turrilitenschicht lassen die verschiedenartige sedimentpetrographische Beschaffenheit deutlich erkennen:

Profil Schliff	Gestein	Max. Korngrösse in mm		
		Glaukonit	Quarz	
41. Gatter 1421	Knollenschichten unten	0,1	0,1	Quarz etwas überwiegend
41. Gatter 1422	Knollenschichten oben	0,25	0,25	Quarz überwiegend
40. Rahberg 303	Knollenschichten oben	0,3	0,3	Quarz etwas überwiegend
27. Frohnalpstock 116	Knollenschichten oben	0,15	0,15	
18. Wissifluh 907	Knollenschichten unten	0,1	0,1	Quarz überwiegend
18. Wissifluh 908	Knollenschichten oben	0,25	0,2	

Profil Schliff	Gestein	Max. Korngrösse in mm		
		Glaukonit	Quarz	
4. Küblibad 746	Knollen- schichten oben	0,25	0,15	Quarz etwas über- wiegend
39. Säntis 954	Turriliten- schicht	0,35	0,25	Quarz überwiegend
40. Rahberg 305	Turriliten- schicht	0,3	0,3	
41. Gatter 1425	Turriliten- schicht	0,25	0,25	
14. Bürgenstock 1182	Turriliten- schicht	0,35	0,25	Quarz überwiegend

Die sedimentpetrographischen Daten sprechen also gegen eine Korrelation der Fossilschicht SCHAUB's im W mit der Turrilitenschicht der Zentral- und NE-Schweiz und viel eher für eine Parallelisierung mit der Lochwaldschicht.

Zur obigen Zusammenstellung der maximalen Korngrössen von Quarz und Glaukonit in der Lochwaldschicht, den Knollenschichten und der Turrilitenschicht ist noch ergänzend beizufügen:

1. Bei der Lochwaldschicht sind die Glaukonitkörner durchgehend häufiger als die Quarzkörner. Die Glaukonitkörner sind im allgemeinen grösser als die Quarzkörner, vereinzelte Quarzkörner können allerdings gleiche Grösse erlangen, der grösste Teil ist jedoch bedeutend kleiner (Zyklengrenze). Die maximalen Korngrössen nehmen gegen N etwas ab, zeigen sich aber bei Berücksichtigung der beträchtlichen Ausdehnung des Horizontes immer noch als sehr konstant.

2. Bei den Knollen- und Turrilitenschichten sind dagegen die Quarzkörner meist häufiger als die Glaukonitkörner. Weiter zeigt sich im Gegensatz zur Lochwaldschicht eine grosse Ausgeglichenheit in der Korngrösse zwischen Quarz und Glaukonit.

Zusammenfassung: Die Altersbestimmung der Lochwaldschicht der Zentral- und NE-Schweiz, welche bisher nur anhand von höchstwahrscheinlich aufgearbeiteten, phosphoritisierten Makrofossilien durchgeführt wurde, liess allgemein auf oberes Albien schliessen. An eine mögliche Aufarbeitung auch der jüngsten Albienammoniten wurde bis jetzt nicht gedacht. Eine solche Deutung wurde erst durch mikropaläontologische und sedimentpetrographische Arbeitsmethoden möglich, welche auch zu einer Korrelation der Lochwaldschicht mit der wohl sicher als cenoman zu bezeichnenden Fossilschicht SCHAUB's im Rawilgebiet führten.

Mit dieser Lösung gelangt man im helvetischen Raum auch zu einer deutlichen Abgrenzung Albien-Cenoman und damit zum Bild einer sich über das ganze Gebiet erstreckenden Cenomantransgression, die ja von weltweiter Bedeutung ist und wahrscheinlich auch den helvetischen Schelf ergriffen haben dürfte.

Wegen der Sterilität der Knollenschichten blieb deren stratigraphische Einordnung immer fraglich, meist wurden auch sie noch ins Albien gestellt. GANZ, der sie zum obersten Albien zählt, möchte sie mit BURCKHARDT (Lit. 17), da sie eher mit dem Hangenden verbunden sind, lieber zum untern Cenoman rechnen.

Die Grenzlinie Albien–Cenoman wurde bisher allgemein zwischen die Knollenschichten und die Turrilitenschicht gelegt, weil in der Turrilitenschicht erstmals — neben älteren — auch cenomane Cephalopoden auftreten. Eine eigentliche Cenomantransgression im helvetischen Raum wäre aber bei dieser Auslegung wenigstens im N nicht spürbar, da von den Knollenschichten über die Turrilitenschicht zum cenomanen Seewerkalk ein unmerklicher, langsamer Übergang herrscht, ohne dass man hier irgendwo in faziell lithologischer Hinsicht einen bestimmten Trennungsstrich zwischen Albien und Cenoman legen könnte. Dies wäre ein weiterer Punkt, der für die von mir vertretene Auffassung spricht.

Eine offene Frage bleibt noch stets die folgende: Auch wenn wir nachgewiesen haben, dass in Form der Transgressionsschicht des Lochwaldhorizontes das Cenoman über verschiedene Teile des Albien transgrediert, so wissen wir nicht, ob an dieser Transgressionsfläche noch eine Schichtlücke zwischen dem jüngsten Albienhorizont und den anwesenden Teilen des Cenomans anzunehmen sei.

Globotruncana apenninica RENZ findet sich auf jeden Fall in Horizonten, wo die mittelsenomanen Ammoniten *Mantelliceras mantelli* (Sow.) und *Schloenbachia varians* (BRONG.) vertreten sind, so im N-Faziesraum in den Turrilitenschichten der NE-Schweiz und im S in der Fossilschicht am Rawil. Dies ist ein weiterer Anhaltspunkt, dass *Globotruncana apenninica* RENZ mindestens für Mittel-Ober-Cenoman leitend ist. Ob aber im N-Faziesraum die tieferen Knollenschichten und die Lochwaldschicht, worin ebenfalls *Globotruncana apenninica* RENZ auftritt, schon ins untere Cenoman gestellt werden dürfen, kann mit der Anwesenheit von *Globotruncana apenninica* RENZ allein noch nicht mit Sicherheit entschieden werden. *Globotruncana ticinensis* GANDOLFI, die GANDOLFI (Lit. 41) als Vorläuferin von *Globotruncana apenninica* RENZ beschreibt, beobachtete ich in der helvetischen Oberkreide nirgends mit Sicherheit. Es wäre daher denkbar, dass die untercenomanen Horizonte, die durch *Globotruncana ticinensis* GANDOLFI charakterisiert sein könnten, im helvetischen Faziesraum fehlen, so dass zwischen den obersten Albienhorizonten und der in diesem Fall mittelsenomanen Lochwaldschicht noch eine Schichtlücke anzunehmen wäre.

B. DIE KNOLLENSCHICHTEN.

ARN. HEIM, welcher die Bezeichnung „Knollenschichten“ an Stelle von „ellipsoidischer Gault“ (KAUFMANN, Lit. 64) und „ellipsoidischer grünsandiger Kalk“ (BURCKHARDT, Lit. 17) eingeführt hat, würde selbst nachträglich (Lit. 50) eine Bezeichnung nach einer typischen Lokalität, so beispielsweise den von GANZ (Lit. 42) für den obersten, massigen, stark glaukonitischen Teil der Knollenschichten vorgeschlagenen Namen „Aubrigschicht“, vorgezogen haben. Dies aus dem Grunde, weil die Schicht nicht durchwegs knollige Ausbildung zeigt, sondern eine stark divergierende Faziesentwicklung aufweist. Die Bezeichnung hatte sich aber in kurzer Zeit so gut eingeführt und ist doch für einen Grossteil des Entwicklungsbereiches der Knollenschichten so charakteristisch, dass ARN. HEIM von einer wiederholten Umbenennung absah.

Die lithologische Beschaffenheit der Knollenschichten wurde schon in zahlreichen Lokalstudien sehr eingehend beschrieben, so von ARN. HEIM (Lit. 50) und GANZ (Lit. 42), dass man sich davon schon ein recht vollständiges Bild machen kann.

In grossen Zügen wäre die Faziesentwicklung der Knollenschichten in den höhern helvetischen Decken etwa folgende: Im N-Teil, z. B. am Säntis, finden wir die Knollenschichten nur wenige Meter mächtig, ohne eigentliche kalkigere Knollen, eher als Grünsandstein ausgebildet. Gegen S setzt jedoch rasch eine Entwicklung ein, die zur typischen Ausbildung führt und auf der isopischen Linie, welche von den E-Churfürsten nach W in die Seelisbergfalte zieht, die Knollenschichten ihre grösste Mächtigkeit von bis 25 m erreichen lässt.

Die Weiterentwicklung der Knollenschichten gegen S kann besonders schön im Gebiet der Bauen-Brisenkette verfolgt werden (FICHTER, Lit. 35). Während die Seelisbergfalte die Schichten noch in grösster Mächtigkeit zeigt, wird dieselbe bis zur Niederbauenalp in der Niederbauenfalte auf ca. 10 m reduziert, um gegen S weiterhin rasch abzunehmen. Gleichzeitig ist jetzt auch ein langsamer Fazieswechsel festzustellen. FICHTER (pag. 72) beschreibt denselben folgendermassen: „... das Gestein wird auch im obern Teil feinkörnig bis fast dicht, seine Farbe wird heller grau, bis gegen weiss, damit gleicht dann das Gestein dem Seewerkalk, bis auf die knollige Struktur, die erhalten bleibt.“ In der Oberbauenfalte wird die seewerkalkähnliche Fazies noch ausgesprochener, die Mächtigkeit noch geringer.

GANZ (Lit. 42, pag. 126) hat diese südliche Entwicklung ebenfalls beobachtet, stellt sie aber der Turrilitenschicht gleich, während ARN. HEIM (Lit. 50, pag. 282) durch Annahme einer Seewerkalkfazies der Knollenschichten sie wie FICHTER mit den Knollenschichten parallelisiert. Auch ich möchte mich aus folgenden Gründen dieser Ansicht anschliessen und zugleich diese südliche Ausbildung, die vom Typus der eigentlichen Knollenschichten stark abweicht, als Fidlersbergschicht bezeichnen, nach dem Gebiet des Fidlersberg im hintern Sihltal (vgl. Profil 31, Fidlersberg), an dessen E-Seite die Ausbildung eine sehr charakteristische ist:

1. Ein langsamer seitlicher Übergang der typischen Knollenschichten gegen S in die oben beschriebene Fidlersbergschicht ist nicht zu verkennen.

2. Die Turrilitenschicht, die ein Übergangsglied zwischen den Knollenschichten und dem Seewerkalk darstellt, findet ihre Hauptentwicklung im N, verliert gegen S immer mehr an Bedeutung, um schon vor dem Einsetzen der Fidlersbergschicht ganz zu verschwinden.

3. Die Fidlersbergschicht ist im Gegensatz zur Turrilitenschicht knollig ausgebildet, mit mergelig-sandigen Zwischenlagen. Lithologisch steht sie den Knollenschichten näher als der Turrilitenschicht.

4. Während die Turrilitenschicht eine Mächtigkeit von 1 m selten übersteigt, kann die Fidlersbergschicht eine solche bis über 3 m aufweisen.

5. Die Turrilitenschicht geht nach oben immer langsam in den Seewerkalk über, die Fidlersbergschicht dagegen weist gegen den typischen, hellen Seewerkalk im allgemeinen eine scharfe Grenze auf.

6. Eine Parallelisierung der Turrilitenschicht mit der Fidlersbergschicht unter Zuhilfenahme der Makrofauna ist meines Wissens nicht möglich, da die Fidlersbergschicht ähnlich wie die Knollenschichten sehr fossilarm ist.

7. Was die Mikrofauna anbelangt, beobachtete ich in der Fidlersbergschicht neben massenhaft auftretenden Orbulinarien in erster Linie vereinzelt Globigerinen und *Globotruncana apenninica* RENZ. In der Turriliten- resp. Überturrilitenschicht treten dagegen neben *Globotruncana apenninica* RENZ oft schon *Globotruncana stephani* GANDOLFI und *Globotruncana renzi* GANDOLFI auf, was auf ein etwas höheres Niveau schliessen lässt.

Die Knollen- resp. Fidlersbergschicht ist im gesamten Untersuchungsgebiet von der Lochwaldschicht unterlagert. Diese ist im N durch Übergänge mit dem

Hangenden verbunden, d. h. die Phosphoritknollen und -fossilien dringen hier vereinzelt in die Basis der eigentlichen Knollenschichten ein.

Nach oben findet über die Turriliten- und Überturrilitenschicht ein langsamer Übergang der Knollenschichten in den Seewerkalk statt. Diese Übergangsglieder treten gegen S immer mehr zurück, die Grenze zwischen der Knollen- resp. Fidersbergschicht und dem Seewerkalk wird eine scharfe.

Die Altersfrage der Knollen- resp. Fidersbergschicht war seit jeher wegen der fast vollständig fehlenden Makrofauna umstritten. Von neueren Autoren stellt ARN. HEIM (Lit. 50) den Komplex ins obere Albien; ebenso GANZ (Lit. 42). Auch FICHTER (Lit. 35) stellt sie aus rein konventionellen Gründen dorthin.

Wie die Makrofauna, so ist auch die Mikrofauna in den Knollenschichten sehr spärlich. Besonders die in dieser Arbeit zur Altersbestimmung herangezogenen Globotruncanen treten wegen ihrer grossen Faziesempfindlichkeit fast vollständig zurück. Lediglich in den höchsten Partien, am Übergang zur Turrilitenschicht und in der südlichen Fidersbergschicht, wo wieder bessere Lebensbedingungen vorlagen, beobachtete ich vereinzelt *Globotruncana apenninica* RENZ, was das cenomane Alter der Knollen- und Fidersbergschichten unterstreicht.

C. DIE TURRILITEN- UND ÜBERTURRILITENSCHICHT.

Zwischen die Knollenschichten und den Seewerkalk schaltet sich im N-Teil der höhern helvetischen Decken eine Übergangszone ein: Die Glaukonit- und Quarzkörner der Knollenschichten treten nach oben langsam zurück, um schliesslich ganz zu verschwinden; der Kalk wird dichter und heller und damit zum eigentlichen Seewerkalk. Diese Zone, von BURCKHARDT (Lit. 17) nach den darin auftretenden *Turrilites bergeri* (BRONG.) als Bergerischicht bezeichnet, wurde von spätern Autoren, erstmals von ARN. HEIM (Lit. 45), Turrilitenschicht genannt. Der obere Teil dieses Horizontes, der durch weiteres Zurücktreten von Glaukonit und Quarz wieder eine Zwischenstellung von der Turrilitenschicht zum Seewerkalk einnimmt und im Gegensatz zur Turrilitenschicht zudem noch eine sehr spärliche Makrofauna aufweist, wurde von ARN. HEIM (Lit. 50) nochmals als Überturrilitenschicht abgetrennt.

Dieser schon in zahlreichen Publikationen gut beschriebene Schichtkomplex ist hinsichtlich seiner Entwicklung und lithologisch-faziellen Beschaffenheit folgendermassen zu charakterisieren:

Die Turrilitenschicht ist, da ein Übergangsglied zwischen Knollenschichten und Seewerkalk bildend, eng an den Faziesbereich des Liegenden gebunden. In den höhern helvetischen Decken erreicht sie aber, im Gegensatz zu den Knollenschichten, schon am N-Rand ihre schönste und typischste Entwicklung (Säntis), in welcher Zone sie auch eine reiche Makrofauna aufweist. Gegen S tritt eine langsame Reduktion der Mächtigkeit ein, die Makrofauna verschwindet zum grössten Teil. Lokal abnorme Entwicklungen machen sich bemerkbar, so beispielsweise das von ARN. HEIM (Lit. 50, pag. 215) beschriebene teilweise Fehlen der Schicht in den mittleren und östlichen Churfürsten. Nach ARN. HEIM liegt hier, hervorgerufen durch submarine Denudation, eine cenomane Diskontinuität zum Albien vor, wogegen zu beiden Seiten Kontinuität der Ablagerungen herrscht.

Da nach meiner Auffassung die Knollenschichten zum Cenoman gerechnet werden, dürfte es sich hier um eine intracenomane Diskontinuität handeln, wie ich sie auch noch andernorts in dieser und auch höhern oberkretazischen Stufen beobachtet habe. So zeigt bei Seewen (Profil 26, Seewen) die Turrilitenschicht

in noch relativ nördlicher Lage an gewissen Stellen eine interessante Ausbildung, die gleichfalls auf submarine Aufarbeitung schliessen lässt. Die 10—20 cm mächtige Turrilitenschicht hat hier ausgesprochen konglomeratischen Charakter; ich bezeichne dieses Vorkommen als konglomeratische Turrilitenschicht (lithologische Beschreibung siehe Profil 26, Seewen).

Gegen S, schon vor dem Übergang der Knollenschichten in die Fidersbergschicht, nimmt die Mächtigkeit der Turriliten- und Überturrilitenschicht schnell ab, um bald gänzlich auszuklingen. Die Grenze zwischen den Knollenschichten resp. der Fidersbergschicht und dem Seewerkalk wird ähnlich dem mehr lokalen Phänomen in den mittleren und östlichen Churfürsten zu einer scharfen.

Hinsichtlich Faunencharakter und Alter der Turrilitenschicht gibt uns ARN. HEIM (Lit. 50) wertvolle Fingerzeige. Dass wenigstens der fossilreiche Anteil der Turrilitenschicht wahrscheinlich einem Aufarbeitungshorizont entspricht, wenn auch nicht in dem Ausmasse, wie etwa die Lochwaldschicht, darf aus der Tatsache angenommen werden, dass sich die Fauna sowohl aus Formen des Albien, wie auch aus solchen cenomanen Alters zusammensetzt. Mindestens die Albienfauna, z. T. aber auch die cenomane Fauna, ist in der Turrilitenschicht phosphorisiert, was nach den Ausführungen SCHAUB's (Lit. 113) ebenfalls auf Aufarbeitung der betreffenden Fauna schliessen lässt. Über die Verteilung dieser verschiedenartigen Cephalopoden in der Turrilitenschicht liegen bis heute keine Beobachtungen vor; sollten dieselben aber, wie dies beispielsweise in der Fossilschicht SCHAUB's der Fall ist, gemischt sein, so wäre dies ein weiteres Indiz für Aufarbeitung.

Zur Altersfrage ist zu bemerken, dass nach den Ausführungen von ARN. HEIM neben Albien- und Untercenomanfossilien auch solche mindestens aus dem Mittelcenoman vertreten sind. Er stellt die Frage, ob die Turrilitenschicht mit *Ammonites mantelli* (BRONG.) nicht dem Mittelcenoman angehören könnte, lässt sich in seiner Schlussfolgerung aber nicht mehr darauf ein, sondern weist den Horizont allgemein dem Cenoman zu. Anders GANZ (Lit. 42), der ihn ausdrücklich zum Mittelcenoman rechnet.

Diese Auffassung stimmt auch recht gut mit unserer neuen Ansicht der Oberkreidegliederung überein. Im N-Raum der höheren helvetischen Decken geht die wahrscheinlich (untercenoman-) mittelcenomane Lochwald- und Knollenschicht nach oben langsam über in die mittel- bis obercenomane Turriliten- und Überturrilitenschicht und diese ihrerseits in den obercenomanen bis turonen Seewerkalk. Diese Sedimentationsfolge kann lokal durch intracenomane, wahrscheinlich submarine Aufarbeitungsvorgänge gestört sein.

Das mittel-obercenomane Alter der Turriliten- und Überturrilitenschicht steht auch in gutem Einklang mit der Mikrofauna. Neben Orbulinarien und Globigerinen sind es hauptsächlich die Globotruncanen, welche nach oben gegen den Seewerkalk hin rasch an Zahl zunehmen. Die Speziesvergesellschaftung *Globotruncana apenninica* RENZ, *Globotruncana stephani* GANDOLFI und vereinzelte *Globotruncana renzi* GANDOLFI lassen ebenfalls auf höheres Cenoman schliessen.

D. DER SEEWERKALK.

a) Normale Ausbildung.

Auf eine allgemeine lithologische Beschreibung wird verzichtet, da der Seewerkalk wie die übrigen Oberkreidehorizonte in zahlreichen Arbeiten schon eingehend beschrieben worden ist. Es sei hier nur auf die Altersfrage, sowie auf

einige markante lithologische Merkmale hingewiesen, die in den Gesteinsbeschreibungen der Detailprofile zum Ausdruck kommen.

Auffallend ist die grosse Variation in der Farbe. Von einem äusserst hellen Gelbgrau ist über bräunlich zu einem dunklen Grau eine durchgehende Skala von Farbtönen vertreten.

Vielfach beobachtet man eine fleckige Ausbildung des Seewerkalkes. Die Intensität dieser Erscheinung variiert zwischen kaum wahrnehmbaren bis deutlich hervortretenden, dunklen, grauschwarzen Flecken. Die schönsten Beispiele hiefür wurden im Unteren Seewerkalk in den E-Churfürsten beobachtet. Die Gründe, die zu solchen Bildungen führten, sind verschiedener Ursache:

1. Die Mikrofauna, in erster Linie massenhaft auftretende Orbulinarien, reichert sich an gewissen Stellen so stark an, dass sie als dunkle Flecken hervortritt.

2. Der Seewerkalk ist vielfach ziemlich stark von feinen Pyritkonkretionen durchsetzt. Bei Oxydation derselben bilden sich Pyritthöfe, die dem Gestein ebenfalls ein deutlich fleckiges Aussehen geben können.

3. Schwache Fleckenbildung ist wahrscheinlich auf unregelmässige Pigmentierung der Grundmasse zurückzuführen.

Die Makrofauna tritt im Seewerkalk stark zurück. Ausser meist kaum bestimmbar Inoceramen finden sich vereinzelt Belemniten und etwa ein Seeigel, deren Bestimmung wegen ihres mangelhaften Erhaltungszustandes meistens nicht möglich ist.

Bedeutend günstigere Lebensbedingungen scheint die Mikrofauna vorgefunden zu haben. Sie ist, was Anzahl der Gattungen anbetrifft, allerdings etwas monoton. Neben massenhaft vertretenen Orbulinarien, häufigen Globigerinen und meist zahlreichen Globotruncanen, lassen sich nur vereinzelt Textularien, Cristellarien und fragliche Planulinen usw. beobachten.

Globotruncanen sind in normal ausgebildetem Seewerkalk immer anzutreffen. Ihre Häufigkeit ist aber, unabhängig von der stratigraphischen Lage, grossen Schwankungen unterworfen.

Besonders interessant ist das Auftreten der aus verschiedenen Gebieten bereits bekannten, manchmal bis über 10 m mächtigen Zone mit einem oder mehreren Horizonten von ausgesprochen rotem Seewerkalk, welcher mit der Normalfazies durch Übergänge verbunden ist. Treten, wie dies beispielsweise in den Churfürsten oft der Fall ist, verschiedene rote Horizonte übereinander auf, so ist nach meinen Beobachtungen immer der unterste von besonderer stratigraphisch-mikropaläontologischer Bedeutung. Die typisch obercenomane Globotruncanenvergesellschaftung mit *Globotruncana apenninica* RENZ, *Globotruncana stephani* GANDOLFI, *Globotruncana alpina* n. sp. und *Globotruncana renzi* GANDOLFI tritt kurz vor diesem untersten roten Seewerkalkhorizont stark zurück. *Globotruncana alpina* n. sp. und meist auch *Globotruncana renzi* GANDOLFI verschwinden sogar vollständig. Mit *Globotruncana helvetica* n. sp. dominiert plötzlich eine neue Form, die ihre Hauptentwicklung im untersten roten Seewerkalk selbst erreicht. Mit dem Einsetzen von *Globotruncana lapparenti* BROTZEN über diesem Horizont verschwindet diese Spezies wieder ebenso rasch, wie sie erschienen ist.

Über diesem in mikropaläontologischer Hinsicht sehr interessanten untersten roten Seewerkalk können noch weitere solche roten Zonen auftreten (vgl. Profil 41, Gatter). Diese enthalten aber bereits keine *Globotruncana helvetica* n. sp. mehr, auch *Globotruncana apenninica* RENZ und *Globotruncana renzi* GANDOLFI sind in diesen Schichten bereits ausgestorben, während andererseits, anfangend mit

Globotruncana lapparenti inflata n. ssp., bereits Exemplare aus dem Formenkreis von *Globotruncana lapparenti* BROTZEN auftreten.

Es besteht kein Zweifel, dass der Bereich dieser eng aufeinanderfolgenden Mischfaunen dicht an der Grenze von Cenoman und Turon gelegen sein muss und es fragt sich, wo wir darin exakt die Grenze zwischen diesen Stufen verlegen sollen. Wir haben gesehen, dass für *Globotruncana apenninica* RENZ offenbar kaum eine vertikale Verbreitung angenommen werden darf, welche merklich über die Obergrenze des Cenomans hinausgeht. Einzig die kurze Zeit der Mischfauna dieser Spezies mit den ersten *lapparenti*-Formen dürfen wir praktischerweise bereits in die Basis des Turons stellen. *Globotruncana helvetica* n. sp. tritt kurz vor der so zu ziehenden Grenze Cenoman–Turon auf. Es handelt sich um eine neue Spezies, über deren vertikale Verbreitung wir ausserhalb unseres Gebietes noch nichts wissen. So angenehm es wäre, mit dem plötzlichen Auftreten dieser sehr charakteristischen Form des Turon beginnen zu lassen, scheint es mir vorläufig doch besser, auf die bereits genauer bekannte und an Fixpunkte angeschlossene vertikale Verbreitung von *Globotruncana apenninica* RENZ und *Globotruncana lapparenti* BROTZEN abzustellen und den Beginn dieser Zone mit *Globotruncana helvetica* n. sp. noch in das oberste Cenoman fallen zu lassen. Auf jeden Fall wird diese Zone mit *Globotruncana helvetica* n. sp. zu einem sehr wichtigen Leithorizont, welcher praktisch die Grenze zwischen Cenoman und Turon bezeichnet.

Wie bereits erwähnt, fällt nun diese mikropaläontologische Zone in den meisten Fällen mit der untersten Bank von rotgefärbtem Seewerkalk zusammen. An den meisten Stellen ist auch nur eine solche rotgefärbte Bank vorhanden, die auch dann der Zone mit *Globotruncana helvetica* n. sp. entspricht. Es ergibt sich also, dass auch lithologisch die unterste oder dann die einzige Bank von rotem Seewerkalk praktisch die Cenoman–Turongrenze bezeichnet und als ein wichtiger Leithorizont einen cenomanen „Unteren Seewerkalk“ von einem turon-senonen „Oberen Seewerkalk“ trennt.

Was die Rotfärbung in diesem Horizont anbelangt, ist zu bemerken, dass diese keine durchlaufende ist. Die charakteristische Fauna ist aber auch dort, wo eine solche fehlt, — zum mindesten soweit die entsprechende stratigraphische Zone des Seewerkalkes überhaupt vertreten ist —, stets innerhalb des Seewerkalkprofils aufzufinden. Sie fehlt nur dort, wo die entsprechenden Teile der Cenoman–Turongrenze infolge von stratigraphischer Kondensation oder späterer Erosion (prae-Wang oder prae-Alttertiär) überhaupt durch keine Ablagerungen vertreten sind. Die räumliche Verbreitung des *helvetica*-Horizontes und die Ausdehnung der Rotfärbung dieses Horizontes im helvetischen Faziesbereich sind deshalb unabhängig voneinander zu betrachten:

Der cenoman–turone Grenzhorizont ist, soweit Seewerkalk erhalten geblieben ist, durch die ganze helvetische Zone in ihrer Längenausdehnung verbreitet, er fehlt nur in der südlichsten helvetischen Zone, dort, wo der turone Obere Seewerkalk, nach Kondensation des ganzen Cenomans in der Lochwaldschicht, direkt mit der letzteren in Kontakt tritt.

Die Verbreitung des rotgefärbten Seewerkalkes dagegen beschränkt sich, ähnlich wie das bei der Turrilitenschicht der Fall ist, nur auf den nördlichen Teil der höheren helvetischen Decken. In den nördlichsten Gebieten, so den N-Ketten des mittleren und westlichen Säntis und der Pilatusdecke, fehlt der rote Seewerkalk wegen der bis ins Cenoman und in den Gault hinuntergreifenden Eocän-transgression. Als wohl südlichstes Vorkommen des roten Seewerkalkes beob-

achtete ich einen blassroten Horizont mit typischer Fauna am E-Fuss des Fidersbergs (Profil 31), als westlichstes Vorkommen gilt dasjenige am Bürgenstock (Profil 14). Die Zone mit *Globotruncana helvetica* n. sp. wurde aber in heller Seewerkalkausbildung auch noch weiter W angetroffen.

Mit Hilfe des *G. helvetica*-Horizontes und dem roten Seewerkalk gelangen wir auf diese Weise zu einer sicheren Zweiteilung des Seewerkalkkomplexes. Der untere Teil fällt völlig in die Cenomanstufe und umfasst, nach der Zuweisung der Schichtglieder Lochwaldschicht-Knollenschichten-Turrilitenschicht zu dieser Stufe, einen mehr oder weniger grossen Anteil der jüngsten Partie derselben. Eine schwierige Frage ist, wie weit der Obere Seewerkalk in der stratigraphischen Skala hinaufreicht. Derselbe geht nach oben, wo er nicht, wie dies im N der Fall ist, von der Alttertiärtransgression erfasst wurde, über in die Seewerschiefer. Diese bilden nicht einen streng begrenzten Horizont, sondern entwickeln sich, bedingt durch das immer feinkbankiger-werden des Seewerkalkes und durch Einschaltung dünner, mergeliger Zwischenlagen, langsam aus dem Liegenden. Nach oben gehen die Seewerschiefer im Normalprofil durch Vermergelung auch der dünnen Kalkbänke langsam in die Amdenerschichten über. In noch stärkerem Masse, als dies oft beim Seewerkalk der Fall ist, zeigt sich bei den Seewerschiefern vielfach eine starke Fleckenbildung, die hier allgemein durch Pyritthöfe verursacht zu werden scheint.

Die Mikrofauna der Seewerschiefer lässt sich von derjenigen des Oberen Seewerkalkes nicht trennen. Unter den Globotruncanen sind weiterhin, wie im Oberen Seewerkalk, *Globotruncana lapparenti lapparenti* nom. nov. und *Globotruncana lapparenti tricarinata* (QUEREAU) vorherrschend.

Da im Oberen Seewerkalk und in den Seewerschiefern durchwegs *Globotruncana lapparenti* BROTZEN mit ihren verschiedenen Subspezies dominiert, bietet uns hier die Globotruncanenstratigraphie noch keine sicheren Anhaltspunkte. Eine detailliertere Gliederung wäre aber hier allein mit Hilfe dieser Subspezies möglich; eine solche ist jedoch aus ausseralpinen Standardprofilen noch nicht bekannt geworden. Es ist auch nicht möglich gewesen, innerhalb des Komplexes Seewerkalk-Seewerschiefer-Amdenerschichten eine Ordnung des zeitlichen Auftretens aller dieser Subspezies allgemein und mit Sicherheit nachzuweisen.

Welche Anteile des Oberen Seewerkalkes noch dem Turon und welche bereits dem unteren Senon zuzuschreiben sind, konnte ebenfalls mit Hilfe der Globotruncanenstratigraphie nicht nachgewiesen werden. Ich konnte einzig feststellen, dass *Globotruncana lapparenti inflata* n. ssp. sich auf den unteren Teil des Oberen Seewerkalkes beschränkt; *Globotruncana lapparenti lapparenti* nom. nov. scheint durchlaufend zu sein, während *Globotruncana lapparenti tricarinata* (QUEREAU) wenig später als die erstgenannten Formen einsetzt. *Globotruncana lapparenti bulloides* VÖGLER und besonders *Globotruncana globigerinoides* BROTZEN sind ziemlich selten.

Was die Mächtigkeit der verschiedenen Seewerkalkhorizonte und ihre Verbreitung im Raume der höheren helvetischen Decken anbelangt, verweise ich in erster Linie auf die Detailprofile und auf Fig. 6 (Seite 317), wo deren allgemeine Entwicklung ersichtlich ist. Der obercenomane untere Anteil beschränkt sich, wie dies auch bei der Knollen- und Turrilitenschicht der Fall ist, allein auf den nördlichen Teil des Verbreitungsgebietes der Seewerschichten. Gegen S nimmt seine Mächtigkeit langsam ab, turon-untersenoner Seewerkalk mit *Globotruncana lapparenti* BROTZEN greift, wahrscheinlich transgressiv werdend, immer tiefer

hinab, um schliesslich mit scharfer Grenze auf die südlichste Knollen- resp. Fidersbergschicht, oder gar auf die Lochwaldschicht zu liegen zu kommen.

Auf Grund dieser Ausführungen gelange ich zu folgender, von ARN. HEIM (Lit. 50) etwas abweichenden zeitlichen und lithologischen Gliederung und Korrelation des Seewerkalk-Seewerschieferkomplexes:

Seewerschiefer und Oberer Seewerkalk (im N), im unteren Teil desselben vereinzelte Lagen von rotem Seewerkalk	<i>G. lapparenti inflata</i> <i>G. lapparenti lapparenti</i> <i>G. lapparenti bulloides</i> <i>G. lapparenti tricarinata</i> <i>G. lapparenti coronata</i> <i>G. globigerinoides</i>	Turon-Coniac
Unterster roter Seewerkalk	Zone mit vorwiegend <i>G. helvetica</i> Vereinzelt: <i>G. apenninica</i> <i>G. stephani</i> <i>G. renzi</i>	Übergang von Cenoman in Turon
Unterer Seewerkalk	<i>G. apenninica</i> <i>G. stephani</i> <i>G. alpina</i> <i>G. renzi</i>	Ober-Cenoman
Überturriliten- und Turrilitenschicht	<i>G. apenninica</i> <i>G. stephani</i>	Ober-Cenoman

Auch der turone Anteil seinerseits nimmt gegen S in seiner Mächtigkeit regelmässig ab und erreicht, wenig N der Zone, wo die Transgression der Wangschichten die Entwicklung der Seewerschichten abschneidet, ein Minimum. Auch der Zwischenkomplex der Seewerschiefer scheint im N am deutlichsten und selbständigsten entwickelt und ausscheidbar. An manchen Stellen folgen im S ohne bedeutende Übergänge rasch mergelige Ablagerungen, die bereits den Charakter von Amdenerschichten tragen.

b) Der konglomeratische Seewerkalk.

FICHTER (Lit. 35) beschreibt als erster konglomeratischen Seewerkalk aus dem Gebiet der Bauen-Brisen-Kette:

„Im S findet man im Seewerkalk ganz aussergewöhnliche Verhältnisse. Es tritt hier nämlich ein Gestein auf, das in seinem Habitus zwar dem Seewerkalk ähnlich sieht, doch ist es etwas dunkler, graulich, führt Glaukonit und enthält massenhaft zerstreute Brocken von echtem Seewerkalk und von einem dunkleren Gestein. Diese Brocken sind meist schlecht gerundet, ihre Grösse schwankt von 1 mm bis über 10 cm.“

Ausser dem Gebiet der Bauen-Brisen-Kette, wo er nur in den südlichsten Regionen auftritt, konnte ich konglomeratischen Seewerkalk noch an zahlreichen weiteren Lokalitäten beobachten, allerdings nirgends mehr in solch schöner und mächtiger Ausbildung wie in FICHTER's Untersuchungsgebiet. Die folgende Zusammenstellung dieser Vorkommen soll unter Zuhilfenahme der darin auftretenden Speziesformen von *Globotruncana* veranschaulichen, dass wir konglomeratische Seewerkalke verschiedenen Alters zu unterscheiden haben:

	<i>G. apenninica</i>	<i>G. stephani</i>	<i>G. renzi</i>	<i>G. helvetica</i>	<i>G. lapparenti</i> ssp.
2. Profil Col de la Plaine-morte					×
19. Profil Melchaa					×
23. Profil Oberalp	×				×
24. Profil Zelgligraben	×	×	×		
22. Profil Scheidegg	×	×	×	×	×
26. Profil Seewen					×
27. Profil Frohnalpstock	×	×		×	×
28. Profil Unterbach	×	×			
29. Profil Hauserstock	×				×
34. Profil Rudis	×	×	×	×	
40. Profil Rahberg	×			×	

Unterschiede zeigen sich auch in der verschiedenartigen lithologischen Beschaffenheit, welche aus den Profilbeschreibungen zu ersehen sind.

Grundsätzlich lassen sich anhand der Mikrofauna auf jeden Fall zwei verschiedene Typen von konglomeratischem Seewerkalk auseinanderhalten:

1. Solche mit *Globotruncana apenninica* RENZ, *Globotruncana stephani* GANDOLFI, *Globotruncana renzi* GANDOLFI, *Globotruncana helvetica* n. sp. und zum Teil mit vereinzelt *Globotruncana lapparenti* ssp. Ihr Alter möchte ich etwa mit dem des roten Seewerkalkes vergleichen, welcher eine ähnliche Globotruncanenvergesellschaftung aufweist.

2. Solche mit ausschliesslich *Globotruncana lapparenti* ssp.

Wie die angeführten Lokalitäten zeigen, weist diese Erscheinung eine ziemlich bedeutende Verbreitung auf und scheint an einzelnen Stellen auch weiter nach N zu reichen, als dies FICHTER annimmt.

Die Vorkommen des 1. Typus gehören offenbar alle dem Alter nach der Zone von *Globotruncana helvetica* an, liegen also nahe der Cenoman-Turonengrenze. Die meisten liegen im südlichsten helvetischen Gebiet, dort, wo der cenomane Anteil des Seewerkalkes auskeilt und auch der turone nur noch geringmächtig ist. Es liegen Stellen vor, wo der konglomeratische Seewerkalk unmittelbar an der Basis der schwächtigen Reste des Seewerkalkes zu beobachten ist, z. T. findet sich derselbe aber auch noch innerhalb derselben. Die nördlichsten Vorkommen liegen etwas höher in den Profilen des Seewerkalkes drin und bei Profil 40 (Rahberg) tritt der konglomeratische Seewerkalk dieses Typus unmittelbar an der Basis des roten Seewerkalkes auf.

Die Entstehung des konglomeratischen Seewerkalkes im südlichen Helvetikum der Zentralschweiz schreibt FICHTER einem submarinen Rücken zu, auf welchem die Schichten zeitweilig aufgearbeitet wurden.

Die Mikrofauna mit *Globotruncana helvetica* n. sp. und das Beispiel von Profil Rahberg weisen, wie erwähnt, auf einen Zusammenhang mit der Zone des roten Seewerkalkes hin, d. h. den Grenzschichten von Cenoman und Turon. Es scheinen zu dieser Zeit Bewegungen stattgefunden zu haben, die über den südlichen Teil des helvetischen Ablagerungsraumes reichten: Im N wohl schwächere, die meist

nur zur Bildung des roten Seewerkalkes führten, gegen S sich verstärkende, welche die Entstehung des konglomeratischen Seewerkalkes der helvetischen Südzone zur Folge hatten.

Man könnte diese Erscheinung in Zusammenhang bringen mit der gegen S so markanten Abnahme des cenomanen Seewerkalkes und die Ansicht vertreten, diese sei auf eine gegen S sich entwickelnde und immer mehr sich verstärkende Turontransgression zurückzuführen, folgend auf eine vorangegangene Abtragung, welcher die im N zwischen der Lochwaldschicht und dem roten Seewerkalk entwickelte cenomane Knollenschicht, Turrilitenschicht und der Untere Seewerkalk gegen S zum Opfer fallen. Ob dieser konglomeratische Seewerkalk in seinem weiteren südlichen Verlauf noch bis in den Gault s. l. hinuntergegriffen hat, kann nicht mehr festgestellt werden, da seine Fortsetzung durch die bis in die untere Kreide reichende Wangtransgression abgeschnitten wurde.

Diese Auffassung würde derjenigen gegenüberstehen, dass die Reduktion der cenomanen Mächtigkeit auf Kondensation im Sinne von ARN. HEIM beruhe.

Auf Grund der Globotruncanenverbreitung lässt sich zwischen diesen beiden Erklärungen für das südliche Auskeilen des cenomanen Seewerkalkes keine Entscheidung treffen. Die Erscheinung des konglomeratischen Seewerkalkes ist zu unvollständig, um mit Sicherheit die erste Hypothese zu stützen.

Bei den konglomeratischen Seewerkalken des Typus 2 mit reiner *lapparenti*-Fauna dürfte es sich um lokale submarine, intrasenone Aufarbeitungserscheinungen handeln. Die drei mir bekannten Vorkommen lassen sich nicht in einem bestimmten stratigraphischen Horizont eingliedern.

E. DIE AMDENERSCHICHTEN.

Unter dieser Bezeichnung fasst ARN. HEIM (Lit. 13, pag. 16) die Mergelgruppe zwischen den Seewerschiefern und den Wangschichten zusammen. Auf der Walenseekarte unterteilt er erstmals diesen Komplex im Churfirstengebiet in Leibodenmergel (unten) und Leistmergel (oben) und gibt in der Monographie der Churfürsten-Mattstock-Gruppe (Lit. 50) folgende lithologische Diagnosen für diese Schichtglieder:

Leistmergel: „Graue, je nach der Gebirgspressung mehr oder weniger schiefrige, weiche Mergel, lokal schwärzlich, auf trockener Fläche hell gelblichgrau bis weisslich, mit deutlichen Körnchen (Körnchenschiefer), bestehend aus FeS_2 oder Foraminiferen, oft mit eingeschalteten, meist weniger als 2 dm dicken Bänken und Flasern von feinsandigem Kalk...“

Leibodenmergel: „Frisch bläulichgraue bis grünlichgraue, homogene Mergel mit gelblich bis grünlicher Anwitterung, feinst faserig im Bruch, griffelig zerfallend, muschelrig brechend, mit dem Messer leicht zu bearbeiten. Wo keine starke Pressung vorhanden, nicht schiefrig. Ohne Kalkbänke (zum Unterschied gegen Leistmergel). Tongehalt grösser als bei Seewerschichten und gleichmässiger verteilt, etwas geringer als Leistmergel. Übergangsfazies von den oberen Seewerschichten zum Leistmergel. Mikrofauna spärlich, Makrofauna charakteristisch.“

Diese lithologisch bedingte Zweiteilung der Amdenerschichten wird noch unterstrichen durch das Auftreten einer charakteristischen Makrofauna, die wegen ihrer pygmäenhaften Gestalt auffällt. BÖHM und ARN. HEIM (Lit. 13) haben diese Zwergfauna erstmals beschrieben und sind mit ihrer Hilfe auch zu einer stratigraphischen Fixierung der Amdenerschichten gelangt. Die Leistmergel vertreten darnach das ganze Campan, wobei die Möglichkeit offen gelassen wird, dass sie bei voller Entwicklung noch bis ins Maestricht hinaufreichen könnten. Die Leibodenmergel dagegen kommen ins Coniac und möglicherweise auch noch ins Santon zu liegen.

Eine genauere Altersbestimmung der Amdenerschichten mit Hilfe der Mikrofauna hat sich leider auch auf der Grundlage der Globotruncanenstratigraphie als unmöglich erwiesen. Der Grund ist derselbe wie für den Oberen Seewerkomplex: Neben einem allmählichen Spärlicherwerden der Fauna nach oben zu, beschränkt sich die Globotruncanenfauna weiterhin auf die *lapparenti*-Formen, in erster Linie *Globotruncana lapparenti lapparenti* nom. nov. und *Globotruncana lapparenti tricarinata* (QUEREAU).

Ausser Globotruncanen stellte ich in den Amdenerschichten neben Orbularien vereinzelt Globigerinen, Textularien, Cristellarien, eine fragliche Palmula und an einer Stelle bei Nausalp (Profil 42) verschiedene Exemplare des aus den Wangschichten bekannten *Haplophragmium grande* REUSS fest.

Die Zweiteilung der Amdenerschichten in Leist- und Leibodenmergel lässt sich mit Sicherheit nur in den E-Schweizeralpen durchführen. Gegen W und S können die beiden Zonen weder lithologisch noch paläontologisch einwandfrei auseinander gehalten werden. In den regionalen Detailprofilen habe ich für diese Gebiete angegeben, welchem lithologischen Typus des Churfirstengebietes die betr. Amdenerschichten in fazieller Hinsicht am ehesten entsprechen.

Die Verbreitung der Amdenerschichten erstreckt sich über das gesamte Gebiet der höheren helvetischen Decken, mit Ausnahme der nördlichsten und südlichsten Zone, wo sie der Tertiär- resp. der Wangtransgression zum Opfer gefallen sind.

Bei der Verfolgung der Obergrenze der Amdenerschichten gegen S gelangen wir in eine Zone, wo diese durch Übergänge eng mit den Wangschichten verbunden sind. Eines der schönsten Beispiele dieser Art dürfte das von JEANNET (Lit. 60, pag. 227—231) am Schülberg (Sihltal) beschriebene sein. Nach freundlicher Mitteilung von Herrn Prof. W. LEUPOLD, sowie nach eigenen Beobachtungen, treten solche Übergänge auch an der Butziflüh (Sihltal) auf. Weiter ist diese Erscheinung an der Rotwand (Wäggital) bekannt. Ich konnte sie ferner am Hardergrat (Profil 9, Heinisegg) und etwas weniger deutlich am Sommerkopf (Wildhaus) und bei Sevelen (Rheintal) feststellen.

Diese Zone wird abgelöst von einer immer ausgesprochener werdenden Grenze zwischen den Amdener- und den Wangschichten. Langsam beginnen die Wangschichten in ihrem weiteren südlichen Verlauf transgressiv in die Amdenerschichten hinunter zu greifen, bis diese zuletzt samt den tieferen Oberkreideschichtgliedern dieser Erscheinung ganz zum Opfer fallen.

F. DIE WANGSCHICHTEN.

Mit der vor wenigen Jahren erschienenen monographischen Arbeit von ZIMMERMANN über die Wangschichten zwischen Rheintal und Thunersee (Lit. 137) ist uns eine eingehende stratigraphische und lithologische Beschreibung des obersten kretazischen Schichtgliedes im Helvetikum gegeben worden. Ich sehe deshalb von einer erneuten allgemeinen Beschreibung ab und verweise auf diese Publikation.

Die Mikrofauna, welche von ZIMMERMANN beschrieben wird, zeigt in bestimmten Horizonten der Wangschichten eine bedeutend grössere Mannigfaltigkeit der Gattungen, als dies in den tieferen Amdener- und Seewerschichten der Fall ist.

Hinsichtlich der Speziesformen von *Globotruncana* CUSHMAN, welche ich zur Vervollständigung ihrer stratigraphischen Entwicklung auch in die Wangschichten weiter verfolgte, decken sich meine Untersuchungsergebnisse mit denen von

ZIMMERMANN nicht vollständig. Er glaubt mit Sicherheit festgestellt zu haben, dass einzig *Globotruncana stuarti* (DE LAPP.) noch in den Wangschichten vorkomme, *Globotruncana lapparenti* BROTZEN dagegen schon vollständig fehle (Lit. 137, pag. 57/58).

Bei der Durchsicht einer Schliffkollektion von ARN. HEIM beobachtete ich in einem Wangschliff vom Forstberg erstmals eine sichere *Globotruncana lapparenti* ssp., desgleichen solche neben *Globotruncana stuarti* (DE LAPP.) in Schliffen OCHSNER's (Lit. 90) von der Rotwand (Wäggital).

Die Wangkomplexe des Klingenstocks und der Rotwand gehören, wie dies schon in der Arbeit von ZIMMERMANN zum Ausdruck kommt, wohl zu den foraminiferenreichsten. Eine grössere Anzahl von Dünnschliffen aus den Wangschichten am Muttstein (Rotwand-E) bestätigten mir die obige Beobachtung.

Die lithologischen Profile an der Rotwand und am Muttstein wurden von OCHSNER (Lit. 90) und ZIMMERMANN (Lit. 137) eingehend beschrieben. Zusammenfassend kann gesagt werden, dass die Wangschichten dieses Gebietes den Amdenerschichten auflagern, an gewissen Stellen mit diesen durch Übergänge verbunden sind. Die Wangschichten sind ihrerseits gegliedert in bis 80 m mächtige Wangschiefer (unten) und in Wangkalke (oben), welche am Muttstein bis 25 m mächtig werden.

Die obersten Amdenerschichten und auch die Wangschiefer zeigen eine sehr spärliche Mikrofauna. Vereinzelt auftretende Globotruncanen bestimmte ich durchwegs als *Globotruncana lapparenti* ssp. Die Wangkalke dagegen weisen in gewissen Horizonten wieder einen grösseren Reichtum an Foraminiferen auf. Neben *Haplophragmium grande* REUSS, Textularien, Nodosarien, Globigerinen, Amphisteginen, Rotalien etc. tritt die Gattung *Globotruncana* relativ häufig auf. Sie ist aber nicht nur durch die Spezies *Globotruncana stuarti* (DE LAPP.), sondern auch durch *Globotruncana lapparenti* BROTZEN (vorwiegend *Globotruncana lapparenti tricarinata* (QUEREAU), welche hier im Vergleich zum Normaltypus vielfach eine ziemlich ausgeprägt konvexe Dorsalseite aufweisen) und durch die Übergangsform *Globotruncana leupoldi* n. sp. vertreten.

Schon OCHSNER beschreibt aus den Wangkalken *Discorbina canaliculata* REUSS (= *Globotruncana lapparenti* BROTZEN), ihr Vorkommen wurde aber nachträglich von ZIMMERMANN (Lit. 137, pag. 21 und 57/58) wieder bestritten.

Globotruncana lapparenti ssp. und *Globotruncana leupoldi* n. sp. beobachtete ich aber nicht nur im unteren Teil des Wangkalkes, ihre Verbreitung reicht am Muttstein bis in die höchsten erhaltenen Wangkalke hinauf, also mindestens 60—80 m über die Grenze Amdenerschichten-Wangschiefer.

Mit dieser Erkenntnis muss auch die stratigraphische Stellung wenigstens der nördlichen Wangschichten einer neuen Prüfung unterzogen werden. Nach ZIMMERMANN (pag. 59) vertreten die Wangschichten mit *Haplophragmium grande* REUSS (typisch für Maestricht-Campan), *Globotruncana stuarti* (DE LAPP.) und *Amphistegina fleuriausi* D'ORB. (beide typisch für Maestricht) das Maestricht, vielleicht z. T. noch das oberste Campan. Darüber setzt die Oberkreide-Eocänschichtlücke ein; das Danien ist in den Wangschichten nicht mehr enthalten.

Auf Grundlage der in Tabelle 1, Seite 238, zusammengestellten vertikalen Verteilung der Globotruncanenspezies im oberen Senon, insbesondere der jüngsten von MARIE mitgeteilten Gliederung, gelange ich für unser Profil am Muttstein zur folgenden, von der Auffassung ZIMMERMANN's etwas abweichenden Gliederung der Wangschichten:

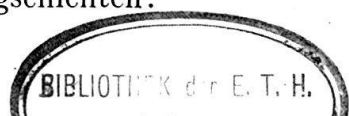
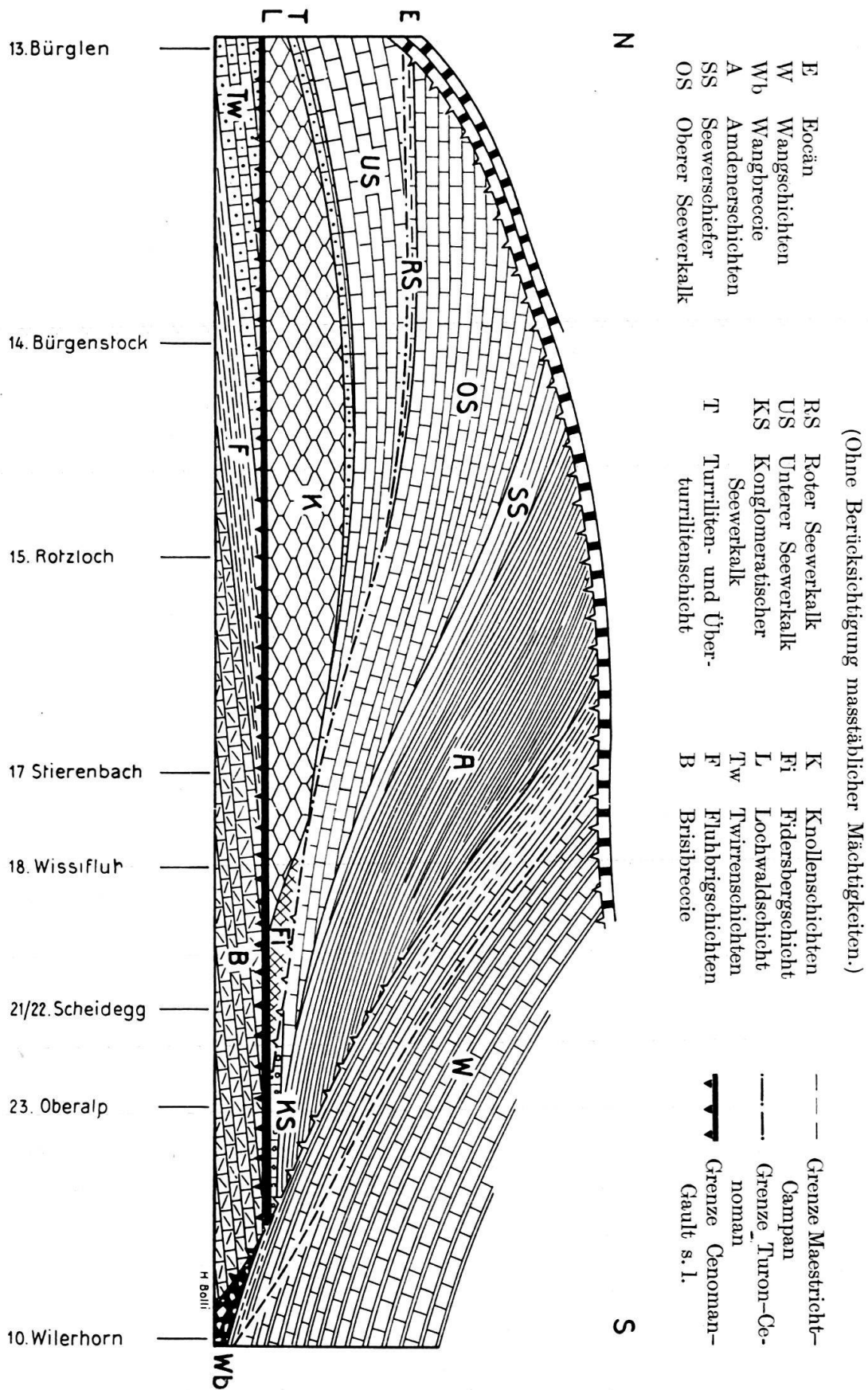


Fig. 6. Schematischer Querschnitt durch die Entwicklung der Oberkreide im abgewinkelten Ablagerungsraum der höheren helvetischen Decken.



Der Wangkalk mit *Globotruncana stuarti* (DE LAPP.), *Globotruncana leupoldi* n. sp. und *Globotruncana lapparenti* ssp. entspräche den Zonen II und III von MARIE, er käme also ins untere bis mittlere Maestricht zu liegen; die Wangschiefer mit *Globotruncana lapparenti* ssp. dagegen wären wahrscheinlich zusammen mit den obersten Amdenerschichten, mit denen sie an der N-Grenze der Wangentwicklung auch durch die Übergänge verzahnt erscheinen, ins Campan zu stellen.

Ob diese stratigraphische Gliederung gegen S die gleiche bleibt, ist noch nicht eindeutig sichergestellt. Folgende Beschreibung von Profilen aus dem südlichsten Teil der höheren helvetischen Decken spricht aber dafür, dass die Wangschichten auch dort nicht nur das Maestricht allein, sondern zum mindesten noch einen Teil des Campans vertreten.

In dem von STAEGER (vgl. Lit. 118) neu bearbeiteten Gebiet des Wilerhorns befinden wir uns in einer der südlichsten noch erhalten gebliebenen Zone des helvetischen Schelfs. Eine Gliederung würde uns an dieser Stelle demnach einen wertvollen Fingerzeig hinsichtlich des Verlaufes der stratigraphischen Grenzen in den Wangschichten geben.

Aus dem Detailprofil (10) ist zu ersehen, dass sich über der Wangbreccie, deren Altersbestimmung mir mangels einer sicher autochthonen Mikrofauna in der Grundmasse noch nicht gelungen ist, im Verkehrtshenkel der Wilerhornfalte auf grössere Erstreckung aus dem Liegenden ein Mergelhorizont vom Typus der Amdenerschichten entwickelt, der ausschliesslich *Globotruncana lapparenti* ssp. führt. Dieser Mergel ist seinerseits nach oben durch Übergänge verbunden mit einer Bank eines dichten, fleckigen Wangkalkes, den ich auch im Normalschenkel beobachtete und der neben vorwiegend *Globotruncana lapparenti* ssp. *Globotruncana leupoldi* n. sp. und *Globotruncana stuarti* (DE LAPP.) enthält. Darüber folgen gewöhnliche Wangkalke und -schiefer, wo am vollständigsten entwickelt, bis gegen 100 m mächtig.

Was die Seewerkalklinsen in den Wangschichten der Wilerhornmulde anbetrifft (vgl. Profil 11), gehe ich mit STAEGER einig, dass dieselben nachträglich ins Wangmeer hineingeglitten sind. Dass aber auch die amdenerähnlichen Mergel auf solche Art an ihren Platz gelangten, halte ich nicht für wahrscheinlich²). Dieselben lassen sich schwerlich auch nur auf kurze Distanz als eigener Verband dislozieren, ohne dass sie nicht sehr beansprucht würden. Am Wilerhorn zeigt sich an der von mir besuchten Stelle aber eine durchaus ungestörte Lagerung dieser Mergel zwischen der Wangbreccie und den Wangkalken, mit welchen sie sogar durch stratigraphische Übergänge verbunden sind (Profil 10). Auch Aufarbeitungsvorgänge scheinen mir nicht wahrscheinlich, zeigt sich doch eine normale Entwicklung der Globotruncanenspeziesformen von diesen Mergeln zum untersten, fleckigen Wangkalk.

Auf die Zoneneinteilung von MARIE zurückkommend, stellen wir fest, dass am Wilerhorn die unter den fleckigen Wangkalken liegenden amdenerähnlichen Mergel mit *Globotruncana lapparenti* ssp. und mit ihnen wohl auch die liegende Wangbreccie dem Campan (Zone I) zuzuschreiben sind. Der fleckige Wangkalk wäre unteres Maestricht (Zone II) und die darüber liegende monotone Wangmasse unteres bis oberes Maestricht (Zonen II—IV).

Dies führt zur folgenden neuen allgemeinen Gliederung:

²) Vgl. hiezu die soeben erschienene Publikation von D. STAEGER: Geologie der Wilerhorngruppe zwischen Brienz und Lungern (Eclogae geol. Helv., Vol. 37/1, 1944).

Die Wangschichten vertreten mindestens einen Teil des Campans, im N als Wangschiefer aus den Amdenerschichten hervorgehend (Rotwand), gegen S, z. T. als Wangbreccie entwickelt, transgressiv auf immer tiefere Schichtglieder hinuntergreifend. Sicher scheint weiter darin das untere und mittlere Maestricht vertreten zu sein. Ob das obere Maestricht primär in Form der Wangschichten ebenfalls abgelagert wurde und heute irgendwo von der praetertiären Erosion verschont geblieben ist, konnte anhand der Globotruncanenentwicklungsreihe noch nicht einwandfrei festgestellt werden, da die Globotruncanen in den obersten Wangkalken sehr selten werden.

VIII. Zusammenfassung der Untersuchungsergebnisse.

A. FRAGE DER STRATIGRAPHISCHEN KORRELATION DER HELVETISCHEN OBERKREIDE MIT DER STANDARDEINTEILUNG.

Die in dieser Hinsicht erzielten Resultate gehen bereits aus der Darstellung in Tabelle 3 pag. 242/243 hervor. Im einzelnen sind gegenüber den bisherigen Korrelationsversuchen auf Grund der Globotruncanenstratigraphie folgende wichtigere Abweichungen in der Bestimmung der Schichthöhe der lithologischen Unterabteilungen der helvetischen Oberkreide festzustellen:

1. Untergrenze, Alter der Lochwaldschicht. Dieser basale phosphoritische Glaukonithorizont, der sich lithologisch noch der glaukonitischen mittleren Kreide anschliesst, wird auf Grund des allgemeinen Vorkommens von *Globotruncana apenninica* RENZ in der Grundmasse dieser Schicht noch in das Cenoman gestellt. Alle darin enthaltenen Makrofaunen, gestützt auf welche dieser Horizont bisher als Repräsentant verschiedener Teile des oberen Albien betrachtet worden ist, sind meiner Ansicht nach zu cenomaner Zeit aufgearbeitet worden. Auch die jüngste Auffassung, nach welcher diese Schicht zur Zeit des Varicosushorizontes des obersten Albien entstanden und die älteren Faunenelemente, insbesondere auch die bekannte Fauna des Mittel-Albien an der Typuslokalität Lochwald selbst, zur Varicosuszeit aufgearbeitet worden seien, geht nach meiner Auffassung noch nicht weit genug.

Ich bin auch geneigt, zwischen der Ablagerungszeit der letzten Albienmakrofossilien einerseits und ihrer Aufarbeitung und der Entstehung der Lochwaldschicht andererseits, eine gewisse Zeitlücke anzunehmen, welche durch keine Ablagerungen des ältesten Cenomans vertreten wäre. Hiefür spricht, dass die in der Lochwaldschicht gefundenen cenomanen Makrofossilien und die nächsthöheren Makrofossilfunde in den basalen Partien des Seewerkkomplexes bereits dem Mittel-Obercenoman angehören. Andererseits halte ich es für wahrscheinlich, dass auch der Verbreitungsbereich von *Globotruncana apenninica* RENZ nur das obere und mittlere Cenoman umfasst; denn es ist wenig wahrscheinlich, dass der untere Teil der südalpiner Scaglia, der *Globotruncana ticinensis* GANDOLFI enthält, welche Form man unbedingt als eine zeitlich der *Globotruncana apenninica* RENZ vorangehende Mutation betrachten muss, noch dem Albien gleichzusetzen sei. Es ist viel wahrscheinlicher, dass die Meeresüberflutung der Scaglia dem Beginn der weltweiten Cenomantransgression gleichzustellen ist. Weitere Studien an Standardprofilen, wo das Profil Albien-Cenoman möglichst vollständig und in globotruncanenführender Fazies entwickelt ist, werden über diese Frage noch Auskunft geben müssen.

Dass *Globotruncana ticinensis* GANDOLFI in der Lochwaldschicht nicht mit Sicherheit gefunden wurde, scheint mir jedenfalls zur Zeit am ehesten so zu deuten