Zeitschrift: Mitteilungen der Naturforschenden Gesellschaft Bern

Herausgeber: Naturforschende Gesellschaft Bern

Band: - (1926)

Artikel: Die stratigraphischen Verhältnisse von Kreide und Tertiär der Randkette nördlich des Thunersees

Autor: Schneeberger, Werner

Kapitel: Zusammenfassung

DOI: https://doi.org/10.5169/seals-319331

Nutzungsbedingungen

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

Conditions d'utilisation

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

Terms of use

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

Download PDF: 11.12.2025

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

haupt schiefrig ausgebildet. Im Streichen erfolgt der Wechsel bedeutend langsamer, doch können schon am Gemmenalphorn Schiefer in verschiedenen Horizonten festgestellt werden, die am Hohgant die Hälfte des Profils einnehmen. Die glaukonitischen Hohgantschiefer treten aber erst an der Schrattenfluh auf.

Was die Tiefenverhältnisse anbetrifft, so ist aus der Zusammensetzung und Korngrösse der Sandsteine auf neritische Zone zu schliessen. Terrigenes Material bildet den Hauptbestand, zu dem noch chemisch-organogene Komponenten hinzutreten (Kalkgrundmasse, Fossilfragmente, sekundärer Quarz). Die Einschwemmungen erfolgten unregelmässig, feinkörnige Bänke wechseln ab mit grobkörnigen. In die gleiche Tiefenzone gehören der Complanatakalk und, wie schon erwähnt, der Lithothamnienkalk.

Die Brackwasserschichten, mitten in den marinen Sandsteinen, sind als lokale Regression zu deuten. Feiner Schlamm und reichlich vorhandene Pyritsphärolithe sprechen für Ablagerung in einer landnahen Bucht oder einer Lagune (70.). Die Transgression des marinen obern Hohgantsandsteins setzte rasch und unvermittelt ein und lieferte die Konglomerate vom Ofen.

Mit dem Einsetzen des Flyschs (Stadschiefer) wird die Fazies bathialer, pendelte aber einige Male wieder in die neritische zurück, was zur Bildung der Lithothamnienkalkbänke im untern Flysch führte. Die Globigerinenschiefer selbst scheinen aber eine reine bathiale Bildung darzustellen.

Zusammenfassung.

A. **Die faziellen Verhältnisse.**

1. Die Randkette.

Im Schafmatt-Schimberggebiet ist nach MOLLET (38. 6) der grösste Teil des Valangienkalkes als Echinodermenbreccie (Urgonfazies) entwickelt. Gegen W stellen sich aber in dem dichter werdenden Kalk Silexknollen ein (Kieselkalkfazies). SCHIDER (35. 2) betont für die Schrattenfluh wechselnde Ausbildung des Valangienkalkes. Die Tendenz zur Reduktion der Urgonfazies hält nach W an. Im Justistal ist nach Profil C nur eine 3 m mächtige Bank noch spätig ausgebildet,

die sich bis ins Gebiet des Gerihorns erhält, wo sie durch ADRIAN (36. 291) an einigen Stellen beobachtet wurde. Die Belemnitenbank zwischen Valangienmergeln und -kalk N des Gerihorns entspricht wahrscheinlich der Knötchenschicht im Justistal.

Die glaukonitische Gemsmättlischicht, die am Pilatus (17. 4) und an der Schafmatt fossilführend vorkommt, ist an der Schrattenfluh (35. 2) und an einigen Stellen im Justistal fast steril, während sie an andern sich als sehr fossilreich erwies (Sulzi, Bachersboden). Gegen W scheint die Schicht auszukeilen, denn im Kandertal konnte sie von ADRIAN nicht mehr beobachtet werden.

Das Hauterivien (Basisschiefer und Kieselkalk) weist keine wesentlichen Differenzen auf. Die Belemnitenbank des obern schynigen Bandes wurde von MOLLET (38. 8) am Schimberg gefunden, wird aber von den andern Autoren nicht erwähnt.

Die Altmannschicht ist im NE-Teil der Randkette immer als bis 1 m mächtiger Horizont vorhanden. Schon im Justistal kann sie aber stellenweise aussetzen, was gegen W immer mehr der Fall zu sein scheint, so dass ADRIAN (36. 289) nur an einer Stelle W unter dem Gerihorn „einige Centimeter eines Kalkes mit angereichertem Glaukonit und schwarzen Knollen" auffinden konnte.

Im ganzen betrachtet gleichmässig, im einzelnen aber stark wechselnd ist die Ausbildung der Drusbergschichten. Eingelagerte Knollenkalke (38. 9) und spätig-oolithische Bänke unterbrechen die gleichmässige Folge der Mergelkalke. Die basale Kalkbank, im Justistal und am Gerihorn vorhanden, scheint im NE zu fehlen. Die Faziesänderung, die an der Beatenbucht einsetzt (kieselige dunkle Schiefer und Kalke), hält bis in die Gegend des Kandertales an (36. 289).

Verschieden tief hat die voreozäne Abtragung auf den Schrattenkalk eingewirkt. Orbitolinaschichten (z. T.) und oberer Schrattenkalk sind erhalten am Schimberg und am Güggisgrat, fehlen aber an der Schrattenfluh, am Sigriswilergrat und im Kandertal.

Nur im NE der Randkette beginnt die Eozäntransgression mit dem Lutétien (Quarzsandstein und Complanatakalk), im übrigen Gebiet erst mit dem Auversien (Hohgantsandstein). Deutlich ist das sukzessive Sicheinschieben von unterm Quarzsandstein und Complanatakalk an der Schrattenfluh (35. 5) nach NE zu beobachten. Der

Hohgantsandstein zeigt an der Basis und im Hangenden Tendenzen zur Verschieferung. Die Basisschiefer entsprechen der Südfazies, die wie das Lutétien, in der NE-Randkette auf nördliches Faziesgebiet übergreift und von MOLLET (38. 13) als Hohgantschiefer bezeichnet werden. An der Schrattenfluh schneiden die Jsopen der erwähnten Schiefer die Randkette, um dann auf das Gebiet der Südfazies (Waldegg) überzugehen. In unserem Untersuchungsgebiet ist der Hohgantsandstein kompakt und mehr oder weniger grobkörnig und zeigt bloss am Niederhorn Neigung zur Verschieferung. ADRIAN (36. 287) beschreibt ebenfalls aus dem Hangenden des Hohgantsandsteins einen Schieferkomplex, den er als Sandschiefer des Priabonien bezeichnet. Er gelangt zu dieser Altersbestimmung, weil zuweilen Lithothamnienkalk das Liegende bildet. Doch scheint nach dem Vorkommen am Sigriswilergrat keineswegs der ganze Lithothamnienkalk priabones Alter zu besitzen, sondern zum grössten Teil Auversien darzustellen. Die Schiefer werden MOLLETS Schimbergschiefer (Auversien) entsprechen.

Die Brackwasserschichten sind in ihrem Auftreten nicht niveaubeständig. Sie setzen am Gemmenalphorn und am Burst ein und ziehen sich bis gegen den Thunersee durch, immer 3—50 m über der Schrattenkalkgrenze. In Synklinale IV, die faziell der Niederhornteildecke entspricht, beschreibt sie ADRIAN (36. 287) von verschiedenen Orten, aber immer an der Grenze Schrattenkalk-Auversien. Als zum Priabon gehörend betrachtet er sie, wenn Lithothamnienkalk das Liegende bildet (36. 282).

Konglomerate, die ihren Ursprung mutmasslichen alteozänen Störungen verdanken, beschreibt MOLLET (38. 20) aus dem Priabonien, am Sigriswilergrat konnten analoge Bildungen im Auversien nachgewiesen werden. Im SW scheinen die vorkommenden Konglomerate (36. 255) wie ADRIAN vermutet, Strandbildungen darzustellen, sind also als Basisgerölle aufzufassen.

Der Lithothamnienkalk kommt als einzelne Bänke in den priabonen Globigerinenschiefern am Schimberg und im Schrattenfluhgebiet vor (38. Profil pag. 12). Im Justistal beginnt die Lithothamnienbildung im Auversien und setzt sich bis ins Priabon fort (Lithothamnienbänke in den Stadschiefern). Am Gerihorn (Synklinale IV) wird

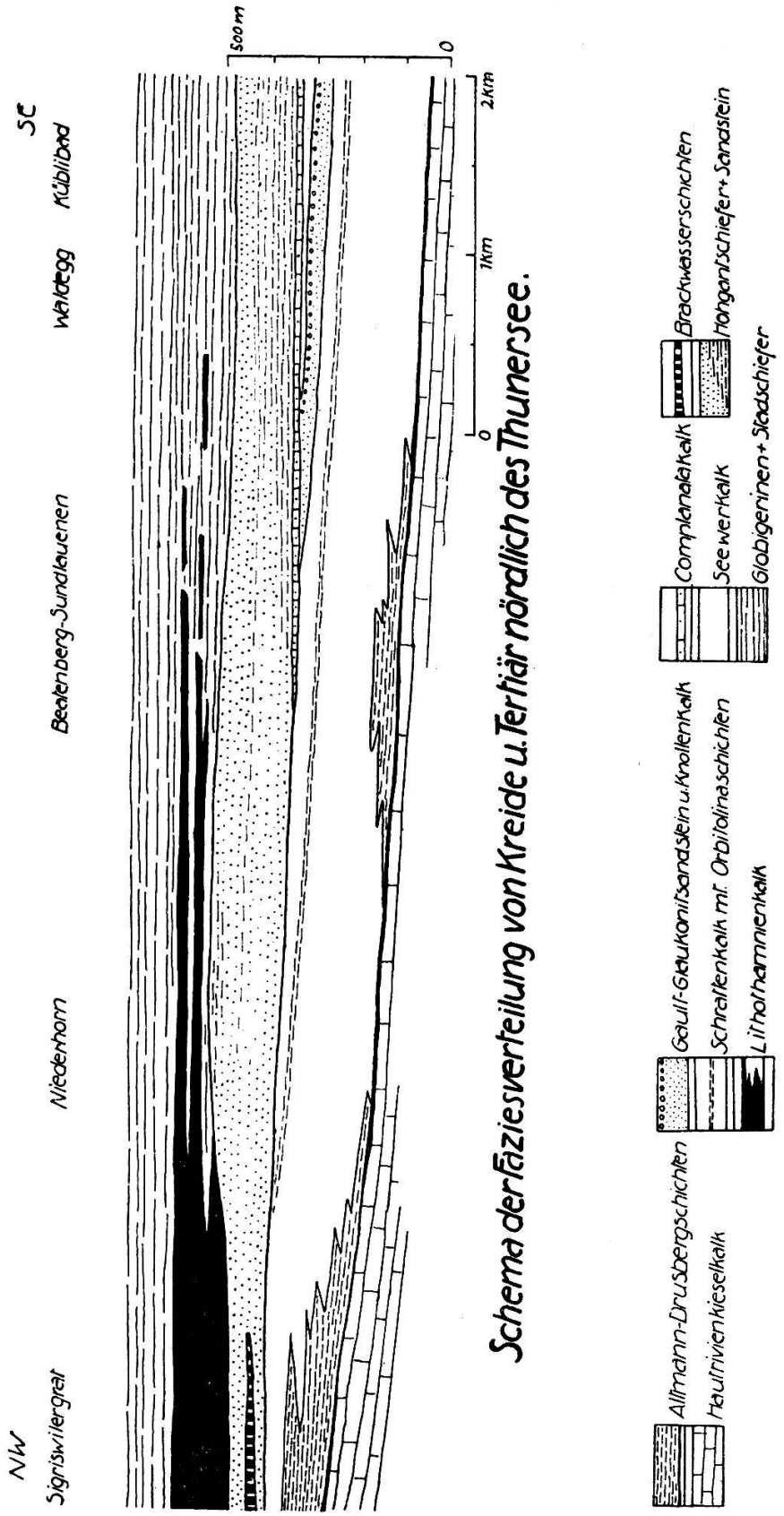
der Lithothamnienkalk überlagert von Globigerinenschiefern und bildet das Hangende der „Hohgantschiefer" (= Fazies des obern Hohgantsandsteins = Schimbergschiefer nach Mollet), nimmt also gleiche Stellung ein wie in der Randkette am Thunersee. In Synklinale III—I, die nach Adrian noch nördlichere Fazies darstellen, kann der Lithothamnienkalk fehlen oder auf Schrattenkalk liegen oder als Hangendes von „Sandschiefern und Brackwasserschichten" auftreten, und wird dann von ADRIAN ins Priabon gestellt (36. 281). Aus den angeführten Vorkommen ist die Niveauunbeständigkeit des Lithothamnienkalkes (Merkmal einer Riffbildung) deutlich zu erkennen.

2. *Die Südfazies:* (Waldegg-Dreispitzfalte)

Charakteristisch ist das Auftreten von mittlerer und oberer Kreide (Gault und Seewerkalk) und der Beginn der Eozäntransgression mit dem Complanatakalk des Lutétien. Die Schichtlücke wird also von oben und unten verkleinert. Eine typische Erscheinung der Südfazies ist ebenfalls die Verschieferung der Basisschichten des Auversien. MOLLET bezeichnete die untersten glaukonitischen Partien der Schiefer als Hohgantschiefer (38.). Sie wurden durch ADRIAN (36. 298) am Knubel beobachtet. Der Lithothamnienkalk ist nur durch einzelne rasch auskeilende Bänke in den Stadschiefern vertreten (Sundlauenen und Knubel).

Mit ADRIAN (36. 309) können wir, so weit die Schichtglieder an der Waldegg entblösst sind, Nordfazies (Randkette) und Südfazies (Waldegg) folgendermassen charakterisieren:

Randkette (Nordfazies)	**Waldegg** (Südfazies)
Lithothamnienkalk mächtig entwickelt (Rothorn 140 m).	Lithothamnienkalk nur in einzelnen Bänken in Stadschiefern.
Auversien=Hohgantsandstein.	Auversien zum grossen Teil schiefrig. (Basis=Hohgantschiefer.)
Lutétien fehlt (Ausnahme bei Beatenberg).	Lutétien vorhanden.
Obere und mittlere Kreide fehlt.	Obere und mittlere Kreide teilweise vorhanden.
Oberer Schrattenkalk und Orbitolinaschicht zum Teil fehlend.	Oberer Schrattenkalk vorhanden.



Schema der Faziesverteilung von Kreide u. Tertiär nördlich des Thunersee.

B. Lithogenetische Schlussfolgerungen.

Es ist die Vielheit der Einzelbeobachtungen zusammenzufassen und in ein Ganzes einzuordnen. Vor allem gilt es, die Veränderungen der Fazies in horizontalem wie in vertikalem Sinn als gesetzmässig bedingt zu erkennen und in kausale Abhängigkeit von ehemals existierenden Ablagerungsverhältnissen zu bringen.

JOH. WALTHER formulierte für die Beziehung der horizontalen zur vertikalen Faziesänderung das „Gesetz der Korrelation der Fazies": „Primär können sich nur solche Fazies und Faziesbezirke geologisch übereinanderlagern, die in der Gegenwart nebeneinander zu beobachten sind" (83. 979). Diese räumliche und zeitliche Aenderung der Fazies hat ARBENZ (52.) in zusammenfassender Art für die alpinen Verhältnisse erörtert, und wir werden uns im folgenden ganz in seinem Vorstellungskreis bewegen.

a. Horizontale Faziesdifferenzen:

Sie wurden unter A im Zusammenhang mit den Nachbargebieten besprochen. Hier noch einige lithogenetische Bemerkungen.

Die Reduktion der neritischen Fazies (Ech.br.) des Valangienkalkes in SW-Richtung ist in seiner Bedeutung zu untergeordnet, als dass Schlüsse daraus gezogen werden könnten. Tatsache ist, dass von NE (Schafmatt-Schimberg) gegen SW ein allmähliches Uebergehen des spätigen Valangienkalkes in den an Spongien und Hornsteinen reichen „untern" Kieselkalk erfolgt.

Der schrittweise Uebergang der Drusbergmergel in den untern Schrattenkalk vollzieht sich auch in horizontaler Richtung durch rhythmisches Wechsellagern der beiden Faziestypen (Prof. L). Geringer Sandgehalt und feines Korn sind im allgemeinen Kennzeichen eines in grösserer Tiefe gebildeten Sedimentes, was für die untern Partien der Drusbergschichten sicher zutrifft, während der Schrattenkalk als organogenes Trümmergestein mit chemisch gebildeter Grundmasse der neritischen Zone angehört. Die räumliche Verteilung der beiden Faziestypen kann bedingt sein:

1. durch ungleiche Verteilung des eingeschwemmten Materials (bestimmt gerichtete Strömungen) oder

2. durch ungleiche Tiefe des Ablagerungsraumes, derart, dass die Zone maximaler Mächtigkeit der Urgonfazies immer ein Gebiet geringerer Tiefe, damit grösserer Wasserbewegung und geringern Tonniederschlages gewesen ist, die Mergelzone dagegen grösserer Tiefe angehört hätte.

Der erste Fall ist anzunehmen, wenn sich die Fazies senkrecht zum Streichen eindeutig ändert. Dies trifft aber nicht zu, denn das Gebiet der neritischen Kalke ist rings umgeben von einem Gürtel von Mergelfazies (Fig. 14). Die Erscheinung der rhythmischen Wechsellagerung beider Faziestypen (Prof. L) müsste durch Annahme rhythmisch intermittierender Einschwemmung gedeutet werden.

Besser erklärt wird die räumliche Verteilung der beiden Fazies durch die zweite Möglichkeit. Die erwähnten Wechsellagerungen wären das Abbild rhythmisch erfolgter Hebungen und Senkungen, die aber nicht das ganze Gebiet gleichsinnig betrafen, sondern um ein Hebungszentrum (neritische Kalke) bildeten sich Senkungsgebiete (Mergel). Die Tiefenunterschiede brauchen nicht grosse Werte zu erreichen, um die genannten Faziesunterschiede hervorzurufen. Keineswegs handelte es sich etwa um den Unterschied neritisch-bathial, sondern um lokale Tiefenunterschiede innerhalb der neritischen Zone. Die übrigen cretazischen Schichtglieder zeigen keine grossen horizontalen Veränderungen.

Im Eozän tendiert der Hohgantsandstein gegen SE und NE zur Verschieferung. Schon am Niederhorn treten in den mittlern Partien schiefrige Stufen auf, die am Gemmenalphorn eine deutliche Gliederung im Verwitterungsprofil hervorrufen. Am Hohgant ist fast die Hälfte der Mächtigkeit in Schieferfazies ausgebildet. In SE-Richtung unterliegen der Veränderung nur die untersten Partien, die zum Teil in die Fazies der glaukonitischen Hohgantschiefer übergehen (Waldegg).

Das seitliche Uebergehen des Lithothamnienkalkes ist bedingt, wie schon erwähnt, durch die Riffnatur der Lithothamnienbildung.

b. Vertikale Faziesänderungen:

Ergebnisreicher ist in einem enger begrenzten Gebiet das Verfolgen der vertikalen Faziesänderungen an Stelle der horizontalen. Die lithologische Variation bewegt sich auch hier nicht in weitern Grenzen als von Tonen und Mergeln zu Kalken, doch tritt noch eine dritte Variationsform in Erscheinung: die Glaukonitbildungen. Durch das wechselseitige Ablösen dieser drei Faziestypen entsteht die gesetzmässige Gliederung der Schichtfolge, die unter dem Begriff Zyklus das Abbild rhythmischer Zustandsänderungen innerhalb des Sedimentationsraumes darstellt (Hebungen und Senkungen).

Folgende Sedimentationszyklen sind in unserm Untersuchungsgebiet zu unterscheiden:

Zyklus 1 :		Valangienmergel	—	Valangienkalk
„ 2 :	Gemsmättlischicht —	Criocerassch.	—	H.Kieselkalk (Unt. Part.)
„ 2a:	Glaukonithorizont —	Ob. schyn. Band	—	H.Kieselkalk (Ob. Part.)
„ 3 :	Altmannschicht —	Drusbergsch.	—	Unt. Schrattenkalk
„ 4 :		Orbitolinasch.	—	Ob. Schrattenkalk
„ 5 :	Glauk.s. st. (Garg.) —	Schiefer m. Glauk.	—	Knollenkalk
„ 6 :		Turrilitensch.	—	Seewerkalk

Nach ARBENZ (52.) und KLÜPFEL (57.) stellen die Kalke die neritische (Regressionsphase), die Glaukonitschichten das Uebergehen in die bathialere (Transgressionsphase) und die Mergel die bathiale Fazies selber dar (Immersionsphase).

Die Versenkung in grössere Tiefe blieb nicht ohne Folgen für die in neritischer Zone gebildeten Sedimente. So ist der Uebergang von Zyklus 1 zu 2 durch einen ausgesprochenen Einschnitt markiert. Der Valangienkalk zeigt eine rauhe, karrig aussehende Schichtfläche, auf der die Gemsmättlischicht transgressiv aufruht. Der Ablagerung des Glaukonitsandes ging voraus eine teilweise Auflösung („Exesion") nach ARN. HEIM der in geringern Tiefe gebildeten Sedimente. Auch die Grenze zwischen oberem Schrattenkalk und dem Glaukonitsandstein des Gault stellt eine solche Auflösungszone dar.

Aehnliche Vorgänge, nur in umgekehrtem Sinn, beeinflussten auch die Grenze Altmannschicht-Drusbergschichten. Ueber den Altmannschichten folgen nicht, wie erwartet werden sollte, die bathialen Mergelkalke, sondern die spätig-oolithische Basisbank, die eine kurze neritische Periode andeutet, d. h. auf die Transgression der Altmannschicht folgte nicht direkt die Immersionsphase der Mergel, sondern eine erneute, vorübergehende Hebung, die aber genügte, die Altmannschicht durch Exesion stellenweise zum Verschwinden zu bringen. Die Glaukonitkörner der Basisbank sind sicher allothigener Natur und sind besonders dort zahlreich, wo die Altmannschicht fehlt oder nur noch in Relikten vorhanden ist. Ebenfalls die Schlierenbildungen in den obersten Partien der Altmannschicht sprechen für die Annahme solcher Vorgänge.

Dass die Hebung in neritische Zonen im ganzen Gebiet erfolgte, beweist das durchgehende Vorhandensein der Basisbank. Die darauffolgende Senkung war aber nicht mehr eine allgemeine. Sie machte sich nur noch geltend in jenen Gebieten, wo auf die Basisbank die Mergel folgen, nicht aber in der Zone der Kalkfazies (Niederhorn).

Es bildete sich, ähnlich wie es KLÜPFEL (32.) aus dem Lothringer Jura beschreibt, ein Hebungszentrum mit Kalkfazies und Senkungsgebiete mit Mergelfazies für die Zeit des untern und mittlern Barrémiens. Dass der Ausgleich nicht bloss durch Aufschüttung, sondern ebenfalls durch epirogenetische Bewegungen erreicht wurde, ist sehr wahrscheinlich.

In allen andern Fällen ist der Uebergang von Transgression zu Immersion, d. h. von Glaukonitsandstein zu Mergel ein allmählicher, indem Quarz und Glaukonit sukzessive zurückbleiben. Eine kleine Variation stellt die seewerkalkähnliche Bank dar über der Gemsmättlischicht beim Rosschatten.

Die Differenz zwischen neritischer und Transgressionsphase (Kieselkalk-Glaukonithorizont) in Zyklus 2a ist verschwindend, sie wird bloss durch das Auftreten des Glaukonits angezeigt.

Der Uebergang von Mergel zu Kalk vollzieht sich unter intensiver Wechsellagerung der beiden Gesteinstypen, ohne dass aber dabei an einen Wechsel von bathial zu neritisch zu denken ist. Vielmehr stellt diese Erscheinung ein Pendeln um eine bestimmte Gleichgewichtslage dar (71.). KLÜPFEL (57.) glaubt durch periodische Erwärmung des Oberflächenwassers finde eine erhöhte Tätigkeit kalkausscheidender Organismen und damit eine vermehrte Kalkfällung statt. Tatsache ist die stetige Zunahme des Kalkgehaltes und die Abnahme der Schlammeinschwemmungen. Die Mergelzwischenlagen verschwinden, bis nur noch die Schichtfugen einen Wechsel in der Sedimentation andeuten. Dass bis zum Eintritt neuer Kalkfällung durch wechselnde Bedingungen (kaltes Tiefenwasser) teilweise wieder Auflösungsvorgänge sich abspielen, beweisen die feinen Tonhäute auf den meisten Schichtflächen (Schrattenkalk, Seewerkalk). ARNHEIM stellt diese Erscheinung unter den Begriff der Ablutionsschichtung (44.). Die Schichtung geht also über von einer repetierten Schichtung mit Gesteinswechsel (Mergelschiefer-Kalk) zu einer solchen ohne Gesteinswechsel (Schichtung und Bankung im Kalk, 59.).

Es sei noch kurz auf die Ursache der Glaukonitbildung eingegangen. MURRAY und PHILIPPI stellten als Orte der Glaukonitentstehung die Nachbarschaft der 200 m Linie an Kontinentalküsten fest. COLLET (60., 76., 79.) diskutiert die verschiedenen Bildungsmöglichkeiten. Er leitet den Kaligehalt des Glaukonits von zersetzten Alkalifeldspäten und Glimmer her. HUMMEL (47.) ist der Ansicht, dass die Glaukonitbildung die Folge submariner Gesteinszersetzung

(Halmyrolyse) sei. Nach ihm bestehen Parallelen mit den Verwitterungserscheinungen durch das Auftreten ähnlicher kolloidaler Körper von der Art der Humusstoffe. Das Ausgangsmaterial ist ein terrigenes, Fe-armes Al-Silikat, frei von Kali. Es findet eine Anreicherung des Fe durch Wegführen eines Teils der Tonerde und der Kieselsäure statt. Die entstehenden Gele nehmen adsorbtiv aus dem Meerwasser Kali auf, wodurch die Kali-Konzentration des Meerwassers herabgesetzt wird, was seinerseits teilweises Auflösen anderer K-haltiger Komponenten (Orthoklas, Glimmer) zur Folge hat. Diese Prozesse spielen sich in einem Sediment ab, das gewissen äussern Bedingungen angepasst, unter neue Zustandsbedingungen gerät. Das kann der Fall sein durch wechselnde Strömungen (Konzentrationsänderungen) oder durch Versenken in grössere Tiefen durch epirogenetische Bewegungen. Der letztere Fall trifft zu für unser Gebiet und wir werden nicht fehl gehen, die Glaukonitbildung als Folge dieser Zustandsänderung anzusehen. Die freiwerdende Kieselsäure infiltriert das Liegende und gibt Ursache zu Hornsteinbildungen, die vielerorts im Liegenden der Glaukonithorizonte festgestellt werden können.

c. Diagenetische Vorgänge:

Bei der mikroskopischen Untersuchung wurde eine Reihe von Tatsachen beobachtet, die unter den Begriff der Diagenese zu stellen sind. Nach GÜMBEL und ANDREE (68.) sind unter Diagenese diejenigen molekularen Umlagerungen zu verstehen, die das Sediment unter dem Einfluss des Mediums in welchem es abgelagert wurde, erleidet und welchen es auch noch nach Heraushebung aus diesem Medium durch die gewöhnliche Bergfeuchtigkeit unterliegt. Diese Vorgänge sind in Anlehnung an ANDREE (68.) etwa wie folgt zu gruppieren:

a. Umwandlung polymorpher Substanzen aus der labilen in die stabile Modifikation.
b. Veränderungen der Korngrösse im Sinne der Sammelkristallisation.
c. Stoffwanderungen und Konzentrationen (Konkretionenbildung, Pseudomorphosen nach organischen Formen).

Als Beispiel zu lit. a sei vor allem der Pyrit genannt. Er tritt in fast allen untersuchten Proben als der dominierende Bestandteil der schweren Fraktion des sandigen Rückstandes auf, wo er, besonders bei tonigen Sedimenten, bis 95 % ausmachen kann. Eine Ausnahme stellt die Valangien-Echinodermenbreccie dar, in welcher, trotz dem

geringen Tongehalt (5 %) der Pyrit sehr häufig ist und weitgehende Umwandlung in Hämatit zeigt.

Auf Seite 15 wurde auf die Entstehungsbedingungen des Pyrit hingewiesen. Die Untersuchungen RHUMBLER'S (84), SUDRY'S (70) und anderer zeigen, dass die Entstehung von FeS_2 an Zersetzungsvorgänge organischer Substanzen gebunden ist. Bedingung ist die relativ rasche Bedeckung durch toniges Material, damit Abschluss gegen sauerstoffhaltiges Wasser und Einleitung von Reduktionsvorgängen. Das Produkt ist ein einfaches Eisensulfidhydratgel (Hydrotroilit nach KLOCKMANN, Lehrbuch Min.) aus dem kryptokristalliner Melnikowit durch Wasserentzug und Addition von Schwefel hervorgeht. Die Modifikation hat nicht Bestand, sondern lagert sich um zu Pyrit oder Markasit, indem sie sich holokristallin ausbildet. Die häufige Kugelform des Pyrit ist wahrscheinlich auf den vorausgegangenen Gelzustand zurückzuführen.

Die Umwandlung des Kalziumkarbonates aus der Aragonit- in die Kalzitmodifikation ist ebenfalls hier zu nennen. Nach LINCKS (81.) Untersuchungen ist die Löslichkeit für Aragonit in Meerwasser geringer als für Kalzit. Rezente Oolithe bestehen zum grössten Teil aus Aragonit, fossile Ooidkörner dagegen weisen bei der Meigenschen Probe (Kobaltlösung) immer negative Resultate auf, d. h. sie bestehen aus der Kalzitmodifikation (Oolith der obern Drusbergschichten). Die Umwandlung vollzog sich demnach diagenetisch, nach dem Herausheben aus dem ursprünglichen Milieu.

b. Die Vergrösserung des Korns ist ein Vorgang, der in allen Sedimenten mit chemischer Komponente beobachtet werden kann. Die rein chemisch oder unter Mitwirkung von Organismen ausgefällten Karbonate lagern sich zu kryptokristallinen Aggregaten um, die das Bestreben haben, sich zu vereinigen und grössere Komplexe zu bilden. Je ungehinderter die Kristallisationskraft wirken kann, desto grössere und einheitlichere Kristallindividuen können sich bilden. Tonfreie oder -arme Gesteine zeigen daher die Erscheinung am schönsten, die ganze Grundmasse ist meist mikro- bis mesokristallin und durch die zu wenigsten Neigung zur Sammelkristallisation besitzen die tonigen Sedimente (Valangienmergel, Criocerasschichten, Drusbergmergel). Ihre Grundmasse ist meist mikro- bis mesokristallin und durch die zu Schlieren zusammengedrängten Tonpartikel wolkig getrübt. Es kann auf diese Weise zu einer sekundären Onkoidbildung kommen, indem die zusammengedrängten Tonteilchen sich zu runden und lappigen

Komplexen vereinigen (Basisbank der Drusbergschichten). Kalzitische Organismenfragmente werden oft zu Kristallisationszentren um die ein ganzer Bezirk optisch gleich orientierter Kalzitindividuen sich anlagern. Besonders Echinodermentrümmer zeigen diese Erscheinung ausgesprochen. Durch die Sammelkristallisation werden die organischen Strukturen oft bis zur Unkenntlichkeit verwischt. Kann das Wachstum der sich bildenden Kristallindividuen sich ungehindert vollziehen, so resultieren regelmässige Kristalle, wie sie hin und wieder in organogenen Kalken beobachtet werden können (in Onkoiden des Schrattenkalks, Dolomitrhomboeder im Haberlegioolith).

c. Konkretionsbildungen sind das Ergebnis von Stoffwanderungen, die ebenfalls diagenetische Vorgänge darstellen. Im Valangienkalk sind oft sämtliche Spongiennadeln einer bestimmten Bank kalzitisch, während sich im Liegenden ein Silexhorizont durchzieht. Die organisch gebildete Kieselsäure lagerte sich unter dem Einfluss diagenetisch wirksamer Agentien um, infiltrierte als Gel die liegenden Schichten, sammelte sich in einzelnen Zentren und erzeugte auf diese Art die Silexknollen. Sekundär trat an Stelle der abgewanderten Kieselsäure Kalzit und füllte die entstandenen Hohlräume aus. Die Infiltration durch SiO_2 ist in ausgedehntem Mass in den Altmannschichten, z. T. auch im Kieselkalk und im Hohgantsandstein zu finden, wo die kalzitische Grundmasse oft vollständig durch Quarz ersetzt ist. Die Anlagerung von sekundärem Quarz an detritische Sandkörner gehört ebenfalls hieher. Sie ist besonders im Hohgantsandstein häufig zu beobachten. Das primäre Quarzkorn ist von der sekundär gebildeten Aureole durch eine feine Tonnaht getrennt, die optische Orientierung ist meist dieselbe. Als Neubildungen sind auch die kristallographisch gut ausgebildeten Feldspat (Albit)-kristalle zu betrachten, die namentlich in den Kalken der Urgonfazies eine typische Erscheinung bilden. Schon KAUFMANN hat sie in vielen Auflösungsrückständen gefunden und beschrieben (10. 583). Pseudomorphosen nach organischen Formen bilden Pyrit (Foraminiferen, p. 15, Spongiennadeln, p. 34) und Glaukonit (Foraminiferen in der Gemsmättlischicht, p. 29).

d. Einige Beobachtungen über Schichtlücken:

Besondere Aufmerksamkeit wurden den Horizonten zugewandt, die mehr oder weniger deutlich einen Sedimentationsunterbruch erkennen lassen. Schichtlücken stellen sich vielfach ein am Uebergang eines Zyklengliedes in ein anderes.

1. Die Gemsmättlischicht ruht ausgesprochen transgressiv auf Valangienkalk mit karriger Oberfläche, eine deutliche Lücke trennt die beiden Stufen. Auf p. 76 wurde die Erscheinung in Zusammenhang mit epirogenetischen Bewegungen gebracht.

2. Unter der Basisbank der Drusbergschichten können die Altmannschichten stellenweise fehlen oder nur noch in glaukonitischen Schlieren erhalten sein.

Diese beiden Schichtlücken sind typische Exesionserscheinungen (18.). Die liegende Schichtfläche wurde nie über Wasser gehoben und durch atmosphärische Agentien bearbeitet, sondern die Abtragung, besser Auflösung, erfolgte submarin im Moment, wo das Sediment durch negative oder positive Vertikalbewegungen unter neue Bedingungen geriet.

3. Die Lücke zwischen Schrattenkalk und Hohgantsandstein und Seewerkalk und Complanataschichten ist eher als Emersionslücke mit nachfolgender Transgression zu deuten. Basisgerölle aus dem Liegenden fanden sich nur ganz vereinzelt. ADRIAN (36. 288) beobachtete sie häufiger. Die Schichtfläche des Schrattenkalks ist sehr oft karrigrauh, selten ganz glatt. Terrestrische Rückstandsbildung (Bolus) kann auch nicht in Spuren nachgewiesen werden.

Anhang.

Sedimentpetrographisches.

1. Das Verhältnis der terrigenen zur chemischen Komponente der untersuchten Sedimente.

Unter terrigener Komponente sind die durch den Transport durch bewegtes Wasser in den Ablagerungsraum gelangten, nicht löslichen Produkte der Verwitterung des Festlandes zu verstehen. Sie lässt sich durch den Schlammprozess in Ton und Sand zerlegen. Die chemische Komponente stellt die in HCl löslichen Bestandteile des Sediments dar. Ausser dem $CaCO_3$ sind häufig Phosphor, Magnesium, Barium und Strontium qualitativ nachzuweisen. Die Reaktion auf Phosphor war sehr verschieden, am intensivsten für die Gemsmättlischicht (Phosphorit), mässig bis schwach für Valangienmergel und bloss spurenweise für Hauterivienkieselkalk. Magnesium liess sich