



Doctoral Thesis

Der helvetische Schelf der Ostschweiz am Uebergang vom späten Jura zur frühen Kreide

Author(s):

Mohr, Hans Michael

Publication Date:

1992

Permanent Link:

<https://doi.org/10.3929/ethz-a-000665872> →

Rights / License:

[In Copyright - Non-Commercial Use Permitted](#) →

This page was generated automatically upon download from the [ETH Zurich Research Collection](#). For more information please consult the [Terms of use](#).

Diss. ETH Nr. 9805

Der helvetische Schelf der Ostschweiz am Übergang vom späten Jura zur frühen Kreide

ABHANDLUNG
Zur Erlangung des Titels

DOKTOR DER NATURWISSENSCHAFTEN

der
EIDGENÖSSISCHEN TECHNISCHEN HOCHSCHULE ZÜRICH

vorgelegt von

Hans Michael Mohr
Dipl. Geologe, Eberhard-Karls Universität Tübingen, BRD
geboren am 30. April 1957
deutscher Staatsbürger

Angenommen auf Antrag von:

Professor Dr. D. Bernoulli,	Referent
Professor Dr. F. Heller,	Korreferent
Dr. H. Funk,	Korreferent

Zürich, 1992

Zusammenfassung

Der helvetische Ablagerungsraum der Ostschweiz war im Zeitintervall vom späten Jura zur frühen Kreide als rampenförmiger Schelf ausgebildet, der nach S allmählich in ein Becken übergang. Die mikrofaziale Analyse erlaubt acht Fazieszonen auszuscheiden, die vom pelagischen Ablagerungsbereich des Aussenschelfs über eine äussere Plattform mit hoher Wellenenergie bis zum lakustrinen Bereich reichen. Auf diesem Schelf, der in drei geographische Ablagerungsräume unterteilt wurde, progradierten vom späten Tithonian zum frühen Valanginian viermal Karbonatplattformen um bis zu 25 km nach S.

Die Sequenzanalyse erlaubte die untersuchte Schichtfolge vom Oberen Quintnerkalk bis zum Oberen Öhrlikalk in 2 Supersequenzen zu gliedern. Es lassen sich die folgenden 4 Ablagerungssequenzen beschreiben: Die Ablagerungssequenz S1-1 umfasst den obersten Teil des Oberen Quinterkalkes und den Troskalk. Ihre untere Sequenzgrenze (SB₁) liegt an der Basis des Troskalkes, die obere an der Formationsgrenze zwischen Quinten- und Zementstein-Formation. Im Tiefstand-Systemtrakt (LST) der S1-1 entwickelte sich im nördlichen Ablagerungsraum eine Karbonatplattform mit riffbildenden Korallen, Stromatoporen und Chaetetiden, die in Fleckenriffen auftraten. Das Ende dieser Karbonatplattform trat an der oberen Sequenzgrenze (SB₂) der S1-1 ein, als weite Bereiche im nördlichen Ablagerungsraum auftauchten und erodiert wurden. Darüber bildete sich mit der Zementstein-Formation die Ablagerungssequenz S2-1. Diese ist durch einen hohen Tongehalt charakterisiert, welcher die Karbonatproduktion stark behinderte und die Ausbildung einer reinen Karbonatplattform nur in einigen nördlichen Bereichen im Hochstand-Systemtrakt (HST) erlaubte. Bezeichnend für die S2-1 sind die mächtigen Kalkturbidite, die im LST in einem Abhangfächer (sf) zur Ablagerung kamen. Die S2-2 umfasst die Unteren Öhrlimergel und Unteren Öhrlikalke. In ihrem HST begann erneut eine verstärkte Karbonatproduktion und die Progradation einer Plattform nach Süden. Über einer Trunkationsfläche auf der Plattform ist die Ablagerungssequenz S2-3 ausgebildet. Sie umfasst die Oberen Öhrlimergel und die Oberen Öhrlikalke und ist durch eine Karbonatplattform im HST charakterisiert, die weit nach S, bis in den Raum der Säntis-Churfirten-Decke progradierte. Das Ende dieser Plattform trat im frühen Valanginian mit der oberen Sequenzgrenze der S2-3 ein, als weite Gebiete trockenfielen. In den folgenden 10-15 Millionen Jahren kam es nicht mehr zur Ausbildung von Karbonatplattformen.

Die helvetische Plattform konnte sich vom späten Tithonian zum frühen Valanginian nicht über ein Rampenstadium hinaus entwickeln. Vermutlich wirkten sich Umweltbedingungen wie Nährstoffzufuhr, das Muster der Meeresströmungen und ein zeitweilig hoher Eintrag von tonig-terrigenem Detritus ungünstig auf das Wachstum hermatypher Organismen aus und verhinderten dadurch die Ausbildung eines kompakten Riffgürtels.

Das Plattformsystem reagierte sensibel auf relative Meeresspiegelschwankungen, indem bei Meeresspiegeltiefständen weite Gebiete der Plattformen trockenfielen und der Erosion ausgesetzt waren. Zu Zeiten relativer Meeresspiegelhochstände fand auf diesen flachen Plattformen hohe Karbonatproduktion statt, die ein rasches Progradieren zur Folge hatte.

Die Kohlenstoffisotope aus den Kalken und Mergeln des Aussenschelfs lassen vermuten, dass auf den umliegenden Festländern im Laufe des Tithonian, zur Zeit der Ablagerung des Oberen Quintnerkalkes, eine Entwicklung zu aridem Klima stattfand. Die $\delta^{13}\text{C}$ -Werte der Karbonate der hemipelagischen Ablagerungen nehmen innerhalb des Tithonian um $\pm 1.0\%$ ab. Im spätesten Tithonian setzte ein wechselfeuchtes Klima ein. Im Laufe des Berriasian nahm die Feuchtigkeit zu, bis im späten Valanginian ein kurzes tropisches Intervall einsetzte. Dies ist durch das Auftreten von Kaolinit im Tonmineralspektrum und eine markante Exkursion der $\delta^{13}\text{C}$ -Werte in den Karbonaten des Aussenschelfs dokumentiert (BURGER 1982; FÖLLMI pers. Mitt. 1992).

Eine gut erhaltene Calpionellen-Assoziation stellt die Zementstein-Formation in das Zeitintervall von der Mitte der Unteren Zone B zum Übergang von der Oberen Zone B nach C. Die spärlichen Ammonitenfunde geben für die Zementstein-Formation den Zeitraum von der *Jacobi*- bis zur *Subalpina*-Subzone an und bestätigen damit die Calpionellen-Datierung. Sie stellen das Formationsglied der Unteren Öhrlimergel ebenfalls in die *Subalpina*-Subzone. Die anderen Formationsglieder der Öhrli-Formation führen keine Ammoniten und die nur noch selten auftretenden Calpionellen sind schlecht erhalten und eignen sich nicht für eine genaue Altersbestimmung.

Paläo- und gesteinsmagnetische Untersuchungen in einer 150 m mächtigen, hemipelagischen, kalkigen und mergeligen Abfolge der Quinten- und Zementstein-Formation vom späten Tithonian bis ins mittlere Berriasian zeigten, dass während der alpinen Orogenese eine Remagnetisierung stattgefunden hatte. Eine magnetische Polaritätsumkehr konnte nicht beobachtet werden; die gesamte Abfolge zeigt ausschliesslich inverse Magnetisierungsrichtungen.

Als Träger der natürlichen remanenten Magnetisierung konnte feinkörniger Magnetit festgestellt werden. Hämatit ist als untergeordnete Komponente vertreten. Während der alpinen Deckenüberschiebung fand in der untersuchten Abfolge ein erhöhter Fluidaustausch statt, der zu spätdiagenetischer Magnetitbildung führte. Durch die hohe tektonische Überdeckung erfuhr das Gestein Temperaturen von ca. 200° C, wodurch die Relaxationszeit der primär gebildeten Magnetitminerale so kurz wurde, dass eine neue magnetische Ausrichtung parallel zum damaligen Erdmagnetfeld stattfand. Diese neue Magnetisierung ereignete sich innerhalb einer inversen Polaritätschrone vielleicht im späten Oligozän, als die untersuchte Schichtfolge in der Gonzen-Decke ihrer maximalen tektonischen Überdeckung ausgesetzt war (PFIFFNER 1986), und noch nicht in der heutigen nach NE verkippten Stellung lag.

Abstract

The Helvetic units are part of the deformed northern continental margin of the western Tethys and were originally situated north of the North Penninic Basin and the Ultrahelvetic slope. During the late Jurassic to early Cretaceous transition the Helvetic region of eastern Switzerland was a ramp-type shelf. Eight facies zones are distinguished, which range from the pelagic area of the outer shelf, across a high energy carbonate platform margin to a brackish-lacustrine area. In the time span from the late Tithonian to the early Valanginian four phases of carbonate platform progradation occurred with a maximal progradation of up to 25 km towards the south.

Sequence analysis allowed to subdivide the succession from the Upper Quinten Limestone Formation (upper Tithonian) to the Upper Öhrli Limestone Formation (Berriasian and beginning Valanginian) into two supersequences, in which four depositional sequences have been identified. The depositional sequence S1-1 comprises the uppermost part of the Upper Quinten Formation (pelagic sediments) and the Tros Member (platform sediments). Its lower sequence boundary (SB₁) is situated at the lower boundary of the Tros Member and the upper sequence boundary (SB₂) coincides with the boundary between the Quinten- and the Zementstein Formation. During the time when lowstand systems tract (LST) of the S1-1 was formed, in the northern area, a carbonate platform developed with reef-building organisms occurring in patch reefs. Platform evolution ended with a widespread emersion resulting in the formation of the upper sequence boundary (SB₂) of the S1-1. The overlying depositional sequence S2-1 comprises the Zementstein Formation. It is characterised by high clay content, which hampered carbonate production and thus the development of a carbonate platform, except in very few areas in the north. Calciturbidites, which were deposited off the platform in a slope fan, are characteristic of S2-1.

The depositional sequence S2-2 consists of the Lower Öhrli Marlstone Member and the Lower Öhrli Limestone Member. During the formation of the highstand systems tract (HST), carbonate production resumed again and allowed the platform to prograde towards the south. A truncation surface on the top of the platform divides S2-2 from S2-3.

Depositional sequence S2-3 comprises the Upper Öhrli Marlstones and the Upper Öhrli Limestones. On the platform, the HST is well developed and consists largely of progradational limestones. The end of platform development occurred in the early Valanginian, with emersion of large platform areas, producing sequence boundary SB₅. The next 10-15 my, platforms did not form on the Helvetic shelf.

Between the late Tithonian and the early Valanginian, the Helvetic platforms merely reached a ramp stage. Environmental factors such as nutrient supply, oceanic flow pattern and occasional high input of clay minerals are believed to have hampered the growth of

reef building organisms and thus the development of barrier reefs. During relative sea level lowstands, large areas of the platform emerged and were exposed to erosion. Sea level highstands resulted in higher carbonate production and led to the progradation of the platform.

Bulk carbonate $\delta^{13}\text{C}$ time series in hemipelagic micrites of the Quinten Formation deposited on the outer shelf decreased during the Tithonian by about 1.0‰. This, and evaporite formation in the epeiric sea, bordering to the north (MEYER 1981), suggest increased aridity during the late Tithonian. At the end of the Tithonian, a seasonally wet climate was initiated. Throughout the Berriasian, atmospheric humidity increased and peaked in the Valanginian as a short, tropical spell. This is evidenced by the presence of kaolinite and a large positive excursion in the $\delta^{13}\text{C}$ values in the outer shelf sediments (BURGER 1982, FÖLLMI pers. comm. 1992).

With the help of well preserved calpionellid associations, the Zementstein Formation is correlatable with the middle part of the lower calpionellid zone B to the transition of zones B and C. Rare ammonite findings allow to assign the formation to the *jacobi*-, *grandis*-, and the lower part of the *subalpina* subzone. The *subalpina* subzone also comprises the Lower Öhrli Marlstone Member.

An attempt to establish a magnetostratigraphic time scale for the Helvetic shelf deposits was not successful. Paleomagnetic and rock magnetic investigations along a 150 m hemipelagic limestone/marlstone section in the Quinten and Zementstein Formations of the Gonzen nappe showed that the rocks underwent tectonically induced remagnetization, revealing only inverse directions. Fine-grained magnetite was identified as the main carrier of the natural remanent magnetization whereas hematite is a subordinate component. During the Alpine tectonic movements, the burial temperatures reached ca. 200° C. This reduced the relaxation time of the magnetite sufficiently for the rocks to obtain new magnetization directions. In addition, fluid migration and the high burial temperature led to late diagenetic transformations and the authigenic growth of magnetite. The new magnetization took place during an inverse polarity chron, possibly in the late Oligocene, where the Gonzen nappe had not yet reached its present day position, tilted to the northeast.