

Ein obertriadisches Intraplattformbecken aus den Südkarawanken (Kärnten, Österreich)

An Upper Triassic intraplateform-basin from the Southern Karawanken Mountains
(Carinthia, Austria)

von

Jürgen SCHLAF

mit 13 Abbildungen
with 13 figures

Schlüsselwörter:

Obertrias
Südkarawanken
Stratigraphie und Fazies
Norisches Intraplattformbecken
Pelagische Fazies

Keywords:

Upper Triassic
Southern Karawanken Mountains
Stratigraphy and Facies
Norian Intraplateform Basin
Pelagic Facies

Adresse des Autors:

Address of the author:

Mag. Jürgen Schlaf

Institut für Geologie der Universität Wien

Geozentrum, Althanstraße 14

A-1091 Wien

Inhalt

Zusammenfassung,, Abstract	3
1. Einführung	3
2. Stratigraphie	4
2.1. Schlerndolomit	4
2.2. Raibl Gruppe	6
2.2.1. Hellgrauer Bankdolomit (Conzendolomit ?)	6
2.2.2. Terrigene Raibler Schichten	6
2.2.3. Flachmarine Dolomite der Raibl Gruppe	6
2.3. Carnitza Formation	7
2.4. Bača Formation	8
2.5. Frauenkogel Formation	9
2.5.1. Liegender Abschnitt der Frauenkogel Formation	9
2.5.2. Hangender Abschnitt der Frauenkogel Formation	10
2.6. Hahnkogel Formation	11
3. Diskussion	11
3.1. Geodynamische Entwicklung vom Karn bis in den Lias	11
3.2. Paläogeographie	12
3.3. Überregionale Vergleiche und Schlußfolgerung	12
4. Literatur	13

Contents

Abstract, Zusammenfassung	3
1. Introduction	3
2. Stratigraphy	4
2.1. Schlerndolomite	4
2.2. Raibl Group	6
2.2.1. Light-grey bedded dolomite (Conzendolomite ?)	6
2.2.2. Terrigenous Raibl Beds	6
2.2.3. Shallow-marine dolomites of the Raibl Group	6
2.3. Carnitza Formation	7
2.4. Bača Formation	8
2.5. Frauenkogel Formation	9
2.5.1. Basal part of the Frauenkogel Formation	9
2.5.2. Upper part of the Frauenkogel Formation	10
2.6. Hahnkogel Formation	11
3. Discussion	11
3.1. Geodynamic evolution from the Carnian to the Liassic	11
3.2. Paleogeography	12
3.3. Supra-regional comparisons and conclusion	12
4. References	13

Zusammenfassung

Die Obertriasentwicklung in den südalpinen Südkarawanken (Kärnten, Österreich) ist normalerweise durch Karbonatplattformsedimente (gebankter Dachsteinkalk) charakterisiert. Im Abschnitt zwischen Mittagskogel und Kahlkogel tritt jedoch eine von der üblichen flachmarinen Obertriasfazies abweichende Entwicklung auf. Diese Sedimentsequenz wurde litho- und biostratigraphisch gegliedert sowie faziell und sedimentologisch untersucht.

Nach der Sedimentation von flachmarinen, terrigenen Raibler Schichten des Karn, kam es kurzzeitig zur Entwicklung einer gezeitenbeeinflussten Karbonatplattform. Lac und Alaun sind durch 170 m mächtige Hornsteindolomite (Bača Formation) vertreten, die Breccien, Turbidite und Rutschpakete beinhalten.

Darüber folgt eine 300 m mächtige Sequenz pelagischer Hornsteinplattenkalke (Frauenkogel Formation). Die basalen Anteile der Frauenkogel Formation (unteres Sevat) sind durch Rutschstrukturen (Rutschfalten, sedimentäre Boudinagen) und Megaturbiditbänke (8–25 m mächtig) gekennzeichnet. Der obere Abschnitt der Frauenkogel Formation (oberes Sevat und Rhät) ist frei von grobkörnigen Karbonatklastika und wird von Radiolarianturbiditen, intensiv durchwühlten wackestones und Crinoidenturbiditen aufgebaut.

Bei den Sedimenten des Lias (Hahnkogel Formation) handelt es sich um 200 m mächtige, sterile mudstones. Die eben beschriebene Sedimentabfolge zeigt die bruchtektonische Eintiefung eines Intraplattformbeckens an. Andere norische Beckeneinbrüche zeigen an, daß das Nor durchaus kein Zeitraum tethysweiter, einheitlicher Subsidenz war. Vielmehr gab es im Nor unterschiedliche Subsidenzraten. Wo die Subsidenzraten außergewöhnlich hoch waren, kam es zum Einbruch von Intraplattformbecken. Als großtektonische Ursache dieser Beckeneinbrüche können norische Lateralbewegungen zwischen der Eurasiatischen und Adriatischen Platte angenommen werden.

Abstract

The Upper Triassic Sediments of the Southern Karawanken Mountains (Carinthia, Austria) normally consist of carbonate platform sediments (bedded Dachstein Limestone). Between Mittagskogel and Kahlkogel a facies occurs, which is completely different. This sedimentary sequence was subdivided litho- and biostratigraphically and investigated sedimentologically. The facies of this sequence was also analysed.

Subsequent to the sedimentation of shallow marine, terrigenous Raibl Beds of Carnian age, a short-lived, tidally influenced carbonate platform developed.

Lac and Alaun are represented by 170 m thick cherty dolomites (Bača Formation) with breccias, turbidites and slumps.

Above the cherty dolomites a 300 m thick sequence of pelagic platy limestones follows (Frauenkogel Formation). The lower part of the Frauenkogel Formation (Lower Sevatian) shows a lot of slump structures (slump folds, sedimentary boudinages) and megaturbidites (8–25 m thick). The upper part of the Frauenkogel Formation (Upper Sevatian, Rhaetian) contains no coarse clastic carbonates. It consists of radiolarian turbidites, intensely bioturbated wackestones and crinoidal turbidites.

The Liassic sediments (Hahnkogel Formation) consist of 200 m thick sterile mudstones.

This sedimentary succession indicates the tectonic evolution of an intraplatform basin.

Other Norian intraplatform basins indicate that the Norian was not a time span of tethyan-wide uniform subsidence. On the contrary, during the Norian the subsidence rates were different. Extraordinary high subsidence rates led to the formation of several intraplatform basins. The reason of this basin formations could be lateral movements between the Eurasian and the Adriatic Plate.

1. Einführung

Schon beim Bau des Karawankeneisenbahntunnels sind TELLER mehrere hundert Meter mächtige Hornsteinplattenkalkserien aufgefallen, die von ihm in die Mitteltrias gestellt wurden (TELLER 1910). ANDERLE (1970 a, 1970 b) stufte diese Serien ohne Fossilbeleg als karnisch ein. Er hat die Hornsteinplattenkalke in zwei Einheiten weiter untergliedert. Auch KEN (1900) hat die Kalke ebenfalls ohne Fossilbelege ins Karn gestellt, aber nicht weiter differenziert. Conodontentests Ende der achtziger Jahre zeigten, daß in den vormals ins Karn gestellten Hornsteinplattenkalken noch ein norischer Anteil vorhanden ist (mündl. Mitt. KRYSSTYN und BAUER) und ein rhätischer, vielleicht sogar jurassischer Anteil vermutet werden kann. Ziel der vorliegenden Arbeit war, die Hornsteinplattenkalke litho- und biostratigraphisch neu zu gliedern und neue Formationsbegriffe zu definieren. Weiters sollten die Hornsteinplattenkalke faziell und sedimentologisch analysiert werden.

Das Gebiet zwischen Mittagskogel und Hahnkogel wurde auch einer geologischen Kartierung unterzogen (Abb. 1). Das Arbeitsgebiet (Abb. 1) ist allseitig von Störungen begrenzt und wird Kahlkogel-Einheit genannt. Die tektonische Entwicklung der Kahlkogel-Einheit wurde von SCHLAF (1993) detailliert bearbeitet.

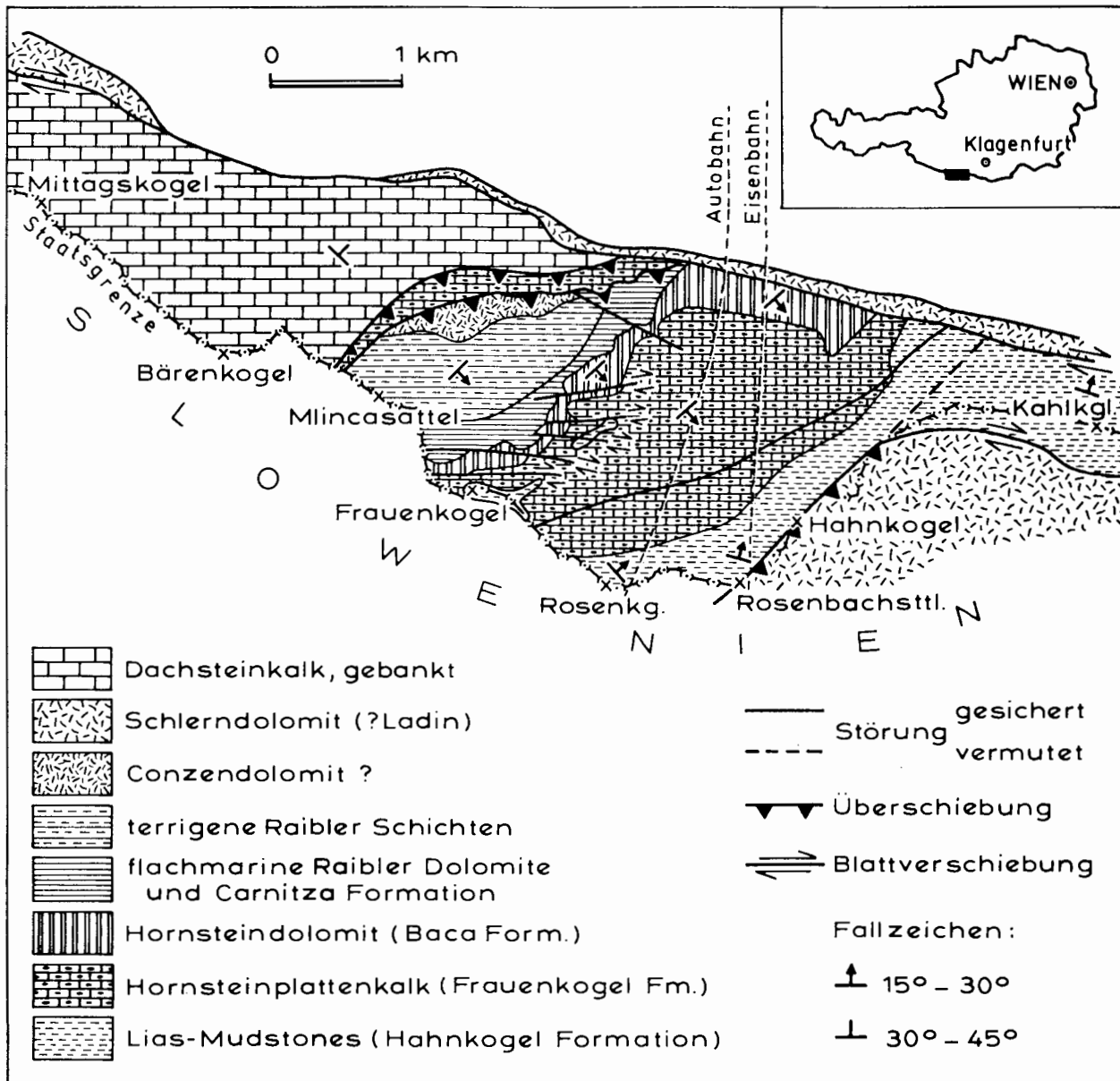


Abb. 1: Geologische Karte zwischen Mittagkogel und Kahlkogel.
 Fig. 1: Geological map of the area between Mittagkogel and Kahlkogel.

2. Stratigraphie

Die Profilaufnahmen der nun folgenden stratigraphischen Einheiten (Abb. 2) wurden in der Schwalbenwand und im Bereich des Mlincasattels durchgeführt (Siehe ÖK 50, Blatt 210, Assling).

Die ehemals ins Karn gestellten Hornsteinplattenkalke konnten in mehrere bis dato unbekannte und unbearbeitete Formationen untergliedert werden. Diese neuen Formationsbegriffe sind: **Baca Formation**, **Frauenkogel Formation** und **Hahnkogel Formation**. Es konnte gezeigt werden, daß in den Serien der Kahlkogel-Einheit neben einem karnischen noch ein norischer, rhätischer und liassischer Anteil enthalten ist. Die einzelnen Formationen, ihr biostratigraphisches Alter und ihr

sedimentäres Environment werden auf den nächsten Seiten näher besprochen.

2.1. Schlerndolomit

Die ladinische Stufe wird in den Südkarawanken durch 700–1000 m mächtigen Schlerndolomit vertreten (ANDERLE 1970; BAUER 1980). Im Gebiet zwischen Mittagkogel und Kahlkogel ist die Schlerndolomitentwicklung auf einen einige Zehnermeter mächtigen, tektonisch völlig mylonitisierten, EW-streichenden Keil beschränkt. Bei diesem Keil handelt es sich um eine dextrale, konvergente Blattverschiebung entlang derer der Schlerndolomit in seiner Mächtigkeit sehr stark reduziert worden ist.

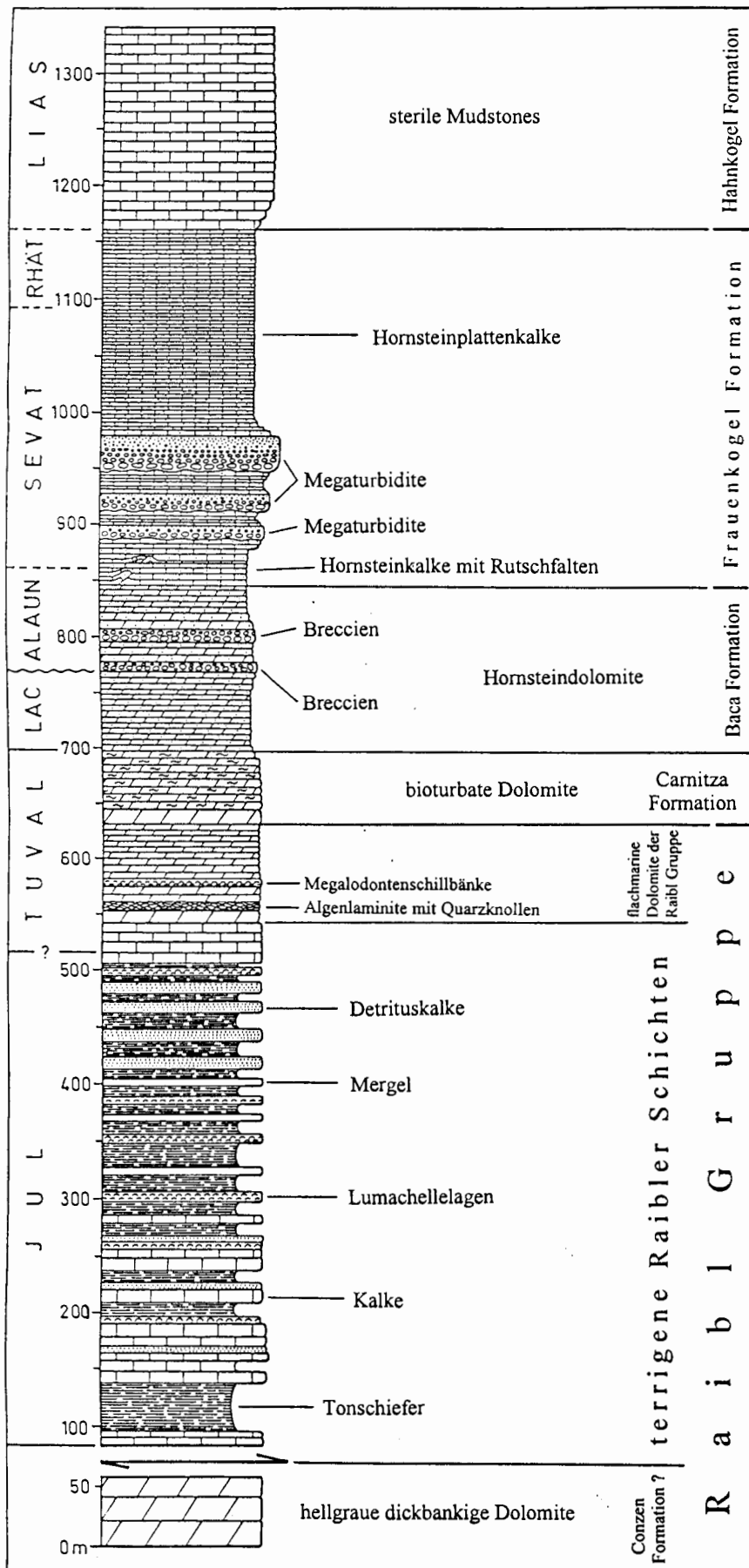


Abb. 2: Stratigraphisches Profil der Kahlkogel-Einheit.
 Fig. 2: Stratigraphic column of the Kahlkogel-Unit.

2.2. Raibl Gruppe

Die Raibl Gruppe stellt eine ca. 700 m mächtige Abfolge von terrigenen beeinflussten Sedimenten (Mergel, Schiefer-tone etc.), Kalken und Dolomiten dar. Die Basis der Raibl Gruppe bilden ca. 150 m mächtige Dolomite, deren Kontakt zu den überlagernden terrigenen Raibler Schichten tektonischer Natur ist. Dadurch fehlen basale Anteile der terrigenen Raibler Schichten, die auf Grund schlechter Aufschlußverhältnisse nicht in weitere Formationen untergliedert wurden. Den Abschluß der Raibl Gruppe bilden ca. 100 m mächtige gebankte Dolomite.



Abb. 3: Handstück der dolomitisierten Algenlaminite aus den flachmarinen Raibler Dolomiten. Die wellige Lamination ist klar zu erkennen

Fig. 3: Specimen of dolomitized algal laminites of the Raibl Dolomites. The wavy lamination is clearly visible, the white nodules consist of quartz.

2.2.1. Hellgrauer Bankdolomit (Conzendolomit ?)

Es handelt sich dabei um m-gebankte, oft massig ausgebildete, weiße Dolomite. Die Mächtigkeit beträgt ca. 150 m. Selten treten Algenlaminite auf. Hangend- und Liegendgrenze sind tektonischer Natur. Eine exakte stratigraphische Einstufung war auf Grund des Fehlens von Fossilien nicht möglich. Auf Grund lithologischer Ähnlichkeiten mit dem Conzendolomit von Raibl wird der hellgraue Bankdolomit als ein Äquivalent desselben betrachtet (LIEBERMAN 1978).

2.2.2. Terrigene Raibler Schichten

Unter diesem Terminus wird eine Wechsellagerung von terrigen beeinflussten Sedimenten (Mergel, Kalkmergel, Schiefertone etc.) mit Kalken zusammengefaßt. Die Mächtigkeit beträgt ca. 450 m. Mikrofaziell handelt es sich um wacke- und mudstones, die sehr oft Bioturbation zeigen. In den Kalk- und Kalkmergelbänken fallen Lumachellelagen auf, die dicht gepackte und parallel zur Schichtung eingeregelt Bivalven zeigen. Die Basis dieser Lumachellelagen ist stets erosiv, die Mikritanteile

sind sehr nieder. Auf Grund dieser Merkmale sind die Lumachellelagen im Sinne von AIGNER (1985) als distale Tempestite zu interpretieren (HOLZMANN 1993). Bei der spärlichen Bivalvenfauna (HOLZMANN 1993) handelt es sich um infaunale Weichbodenbewohner flacher Meeresbereiche (Wassertiefen geringer als 50 m).

Den Sedimentationsraum der terrigenen Raibler Schichten kann man sich als einen flachen Schelfbereich unter der Wellenbasis mit karbonatischer Grundsedimentation, verdünnt durch feinklastischen Eintrag, vorstellen. Dieser Schelf wurde episodisch von hurricanartigen Stürmen heimgesucht. Diese Sturmereignisse sind in Form von Lumachellelagen (distale Tempestite) überliefert. In den terrigenen Raibler Schichten gibt es keine pelagischen Organismen, was vermuten läßt, daß dieser Schelf von einem offenen Ozean mehr oder weniger isoliert war.

2.2.3. Flachmarine Dolomite der Raibl Gruppe

Diese Abfolge bilden cm- bis dm-gebankte, helle Dolomite mit einer Mächtigkeit von ca. 100 m. Die Dolomite sind größtenteils grobkristallin und strukturlos, in einigen wenigen Fällen lassen sich jedoch Sedimentstrukturen erkennen, anhand derer man ein flachmarines Environment ableiten kann. Bei diesen Sedimentstrukturen handelt es sich um Algenlaminite mit fossilen Trockenrissen und Fenstergefügen bzw. mit Quarz- und Hornsteinknollen, um Megalodontenschillbänke und um sogenannte Messerstichdolomite (SARNTHEIN 1966). Von all diesen Strukturen sollen nur die Algenlaminite mit den Quarzknollen näher besprochen werden. Sie kommen in zwei, ca. 2 m mächtigen Bänken an der Basis der Dolomitsequenz vor. Diese Bänke zeigen deutlich wellige Lamination mit weißen und schwarzen, mehrere cm großen Kieselsäureknollen (Abb. 3). Zwischen den einzelnen Laminae treten einige, wenige mm dicke, rote Krusten auf.

Bei Untersuchungen unter dem Polarisationsmikroskop zeigte sich, daß die Quarzknollen einen Zonarbau aufweisen (Abb. 4). Die Quarzkristalle des Knollenrandes sind länglich und radialstrahlig angeordnet. Diese Art von Quarzkristallen nennt man Blumenkohlstrukturen („cauliflower cherts“) (MILLIKEN 1979). Die Quarzkristalle im Knollenzentrum sind blockig und zeigen keine bevorzugte Orientierung.

Diese Art von Zonarbau ist typisch für Evaporite, die durch Kieselsäure verdrängt wurden (CHOWNS & ELKINS 1974; MILLIKEN 1979; GAO & LAND 1991). Als primärer Bildungsraum der Evaporite kommen supratidale und intertidale Algenmatten in Frage, wo sie als Gips- bzw. Anhydritknollen ausgefällt wur-

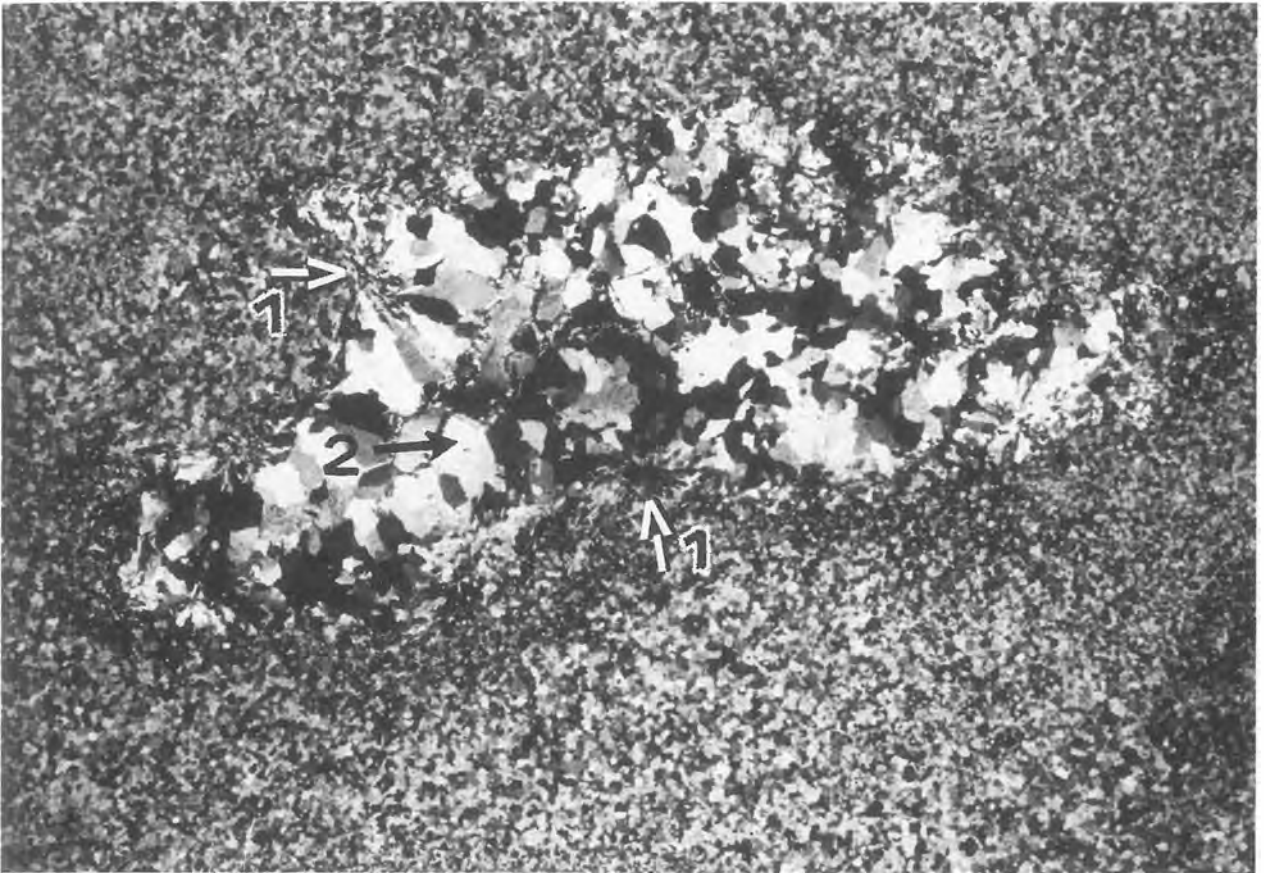


Abb. 4: Dünnschliffaufnahme einer Quarzknolle aus den dolomitisierten Algenlaminiten. Man erkennt eine randliche Zone mit länglichen, radialstrahligangeordneten Quarzkristallen (1) und eine zentrale Zone mit grobblockigen Quarzkristallen (2). (Vergrößerung 6x.).

Fig. 4: Thin-section photomicrograph of a quartz nodule out of the dolomitized algal laminites. A narrow marginal zone (1) with elongate, radially arranged quartz crystals can be distinguished from a central zone (2) with blocky quartz crystals. (Magn. 6x).

den (PURSER 1985). Ein arides Klima ist dafür Voraussetzung.

Genese: Während der Frühdiagenese wurden die randlichen Evaporitminerale der Knollen in situ durch Kieselsäure verdrängt. Dieser Prozeß hinterließ die radialstrahlig angeordneten Quarzkristalle. Die in situ Verdrängung zeigt an, daß die Lösungsrate der Evaporitminerale nicht größer war als die Kieselsäurezufuhr. Die Quarzkristalle des Knollenrandes konnten so die Kristallmorphologie der ehemaligen Evaporitminerale annehmen. Die blockigen Quarzkristalle im Knollenzentrum zeigen keine Verdrängungsstrukturen, sie wurden in einem Hohlraum ausgefällt. Dieser Hohlraum entstand, als die Lösungsrate der Evaporite größer war als die Kieselsäurezufuhr. Dadurch entwickelte sich kurzzeitig eine sekundäre Porosität im Knollenzentrum, während die Evaporite des Knollenrandes schon durch Kieselsäure verdrängt worden waren. Eventuell vorhandene Resthohlräume wurden mit Chalcedon bzw. mit

grobkristallinen Dolomitzementen geschlossen oder sind offen geblieben. Als Kieselsäurequelle können Schwammnadeln oder detritische Quarze angenommen werden (GAO & LAND, 1991). Die zuvor erwähnten roten Krusten sind während zeitweiligem Trockenfallen der Algenmatten entstanden.

Eine ähnliche Genese wie bei den Quarzpseudomorphosen nach Gips/Anhydrit ist auch für die Messerstichdolomite anzunehmen (SUMMERSON, 1966). Hier treten in einzelnen Dolomitbänken mehrere mm-lange, messerstichartige Hohlräume auf. Teilweise sind diese Hohlräume mit feinkristalliner Kieselsäure verfüllt.

Die Megalodontenschillbänke stellen flachmarine, vielleicht strandnahe, Zusammenschwemmungen dar.

Als Ablagerungsraum für die flachmarinen Dolomite der Raibl Gruppe ist eine flachmarine, gezeitenbeeinflusste Karbonatplattform im ariden Klimabereich wahrscheinlich.

2.3. Carnitza Formation

Dieser Begriff wurde von LIEBERMAN (1978) in die Literatur eingeführt, der unter dieser Bezeichnung 80 m mächtige, bituminöse, terrigen wenig beeinflusste, dm-gebankte, glattgeschichtete, feinstkörnige Kalke mit einer ärmlichen pelagischen Fauna zusammenfaßte und diese als hangendste Einheit der Raibl Gruppe betrachtete. Die Typlokalität der Carnitza Formation liegt in Raibl (Italien).

Bei der Carnitza Formation der Kahlkogel Einheit handelt es sich um eine ca. 60 m mächtige Abfolge von cm- bis dm-gebankten dunklen Dolomiten (Abb. 5), die intensiv durchwühlt sind und Conodonten führen, also einen pelagischen Einfluß zeigen. Auf Grund der ausgezeichneten Erhaltung der Spurenfossilien (Typus *Thalassinoides*), kann man schließen, daß das Substrat, in dem die Spuren angelegt wurden, feinkörnig gewesen sein muß. Als stratigraphisches Alter kann oberstes Tuval angenommen werden, da die Basis der überlagernden Bača Formation ins Lac 1 zu stellen ist. Folglich könnte die Grenze zwischen Carnitza Formation und Bača Formation ungefähr der Karn-Nor Grenze entsprechen. Die genauere stratigraphische Bearbeitung



Abb. 5: Grenze zwischen Carnitza Formation (gut gebankte Dolomite im unteren Teil des Bildes) zur überlagernden Bača Formation (massige Bänke). Im Grenzbereich treten Rutschfalten auf (Pfeil).

Fig. 5: Boundary between Carnitza Formation (well bedded dolomites in the lower part of the photograph) and Bača Formation (massive beds). Slump folds (arrow) can be recognized.

der Conodontenfaunen der Carnitza Formation ist noch in Arbeit.

Mit der Carnitza Formation setzt die Beckeneintiefung im Oberkarn ein. Aus diesem Grund wird sie, im Gegensatz zu LIEBERMAN (1978), nicht mehr zur Raibl Gruppe gestellt.

2.4. Bača Formation

Mehrere hundert Meter mächtige Hornsteindolomite norischen Alters wurden erstmals von KOSSMAT (1901) aus dem Bačatal südlich des Wocheiner Sees (Slowenien) beschrieben, wo sie auch sehr gut aufgeschlossen sind. KOLAR-JURKOVSEK (1982) hat für diese norischen Hornsteindolomite den Begriff Baca Dolomit verwendet. Aus diesem Grund scheint für die Hornsteindolomite des Lac und des Alaun der Begriff Bača Formation durchaus gerechtfertigt.

Die Bača Formation ist eine ca. 170 m mächtige Serie gebankter Dolomite mit Hornsteinknollen und -lagen. Die einzelnen Bänke sind cm- bis dm-gebankt, jedoch gibt es auch Bänke mit Mächtigkeiten über 5 m (Abb. 6). Diese mächtigen Bänke sind Rutschpakete oder Breccien bzw. Megaturbidite und sind großflächig verbreitet, zeigen also keine Fächergeometrie. Die Korngrößenverteilung der Turbidite und der Breccien ist durch die Dolomitierung stark verwischt worden. Auf Grund dieser Merkmale (Wechsel von dickbankigen Rutsch- und Breccienpaketen mit dünnbankigen Lagen) kann man als sedimentäres Environment einen karbonatischen Hang annehmen (COOK & MULLINS 1983), der von



Abb. 6: Aufschlußphoto der Bača Formation. Man erkennt eine Wechselfolge von dick- und dünngebankten Dolomiten. Die dicken Bänke sind Breccien oder Rutschpakete, die dünneren Bänke sind autochthone Karbonate.

Fig. 6: Outcrop photograph of the Bača Formation. Massive beds alternate with thinner beds. The massive beds are breccias or slumps, the thinner beds are autochthonous carbonate sediments.

synsedimentärer Tektonik beeinflusst wurde.

Das Alter der Bača Formation umfaßt das gesamte Lac und das Alaun (*Epigondolella primitia* MOSHER, *E. navicula* HUCKRIEDE; *E. cf. abneptis* A, *E. cf. multidentata* MOSHER, *E. cf. postera* MOSHER, *E. cf. n. sp.* MOSHER & KOZUR). Durch die intensive



Abb. 2: Fassadenabschnitt 7 mit der Baufuge zwischen früh- und spätgotischer Bausubstanz.

Fig. 2: Section of facade 7 with construction fault between early gothic and late gothic substance.

Diese Auflockerung des Korngefüges kann durch den Einsatz von Steinfestiger auf Kieselsäureesterbasis abgefangen werden, die ja speziell für Quarzsandsteine mit kieseliger Bindung entwickelt wurden, wie unter anderem in der ausführlichen Dissertation von HON-SINGER (1990) dargelegt wird.

Ein Problem, das, wie bei allen Steinfestigungen, auftreten könnte, liegt in der möglicherweise zu geringen Eindringtiefe des Steinfestigers begründet, da unter den aufgelockerten Zonen noch relativ unverwitterte, dichte Gesteinssubstanz vorliegt und es so zu Grenzflächeneffekten kommen könnte. Bei diesen Quarzareniten ist im Verwitterungsprofil eine deutliche Abnahme im Gesamtporenvolumen, von rund 20% in der äußeren Schale zu durchschnittlich 5% im Kern festzustellen.

Leithakalk (Spolie): grobkörniger, heller, sehr poröser, mittelharter Corallinaceenkalkrudit.

Im Quader wie im Dünnschliff (Bohrkern) dominieren Bruchstücke der Corallinaceen, daneben sind Echinodermenspat mit syntaxialem Rindenzement, Bivalvenreste, Bryozoen, Ostracoden und Foraminiferen zu beobachten. Bis auf einige Quarzgerölle im Quader konnte auch im Dünnschliff kein siliziklastischer Detritus beobachtet werden. Die Komponenten weisen eine schlechte Kombindung durch feinkörnigen Kalzit auf. Die hohe Porosität liegt bei geschätzten 40%.

An Foraminiferen konnten folgende Gattungen bestimmt werden: *Amphistegina* sp., *Elphidium* sp., *Asterigerina* sp., *Cibicides* sp., div. Miliolina.

Mit großer Wahrscheinlichkeit kommt dieses Gestein aus dem Leithagebirge, da Flyschsandsteingerölle oder kalkalpine Gerölle nicht beobachtet werden konnten. Als Abbaugelände kommen die Steinbrüche von Bruckneudorf oder Winden in Frage.

Kalkarenit St. Margarethen: Es handelt sich um einen gelbbraunen bis hellgrauen, fein- bis grobkörnigen, sehr porösen Kalkarenit (grainstone, Biosparit) der „Oberen Sandschalerzone“ (FUCHS 1965:166) des Badenium, welcher auch Rhodolithe, Echinodermen und verschiedene Bivalven aufweist.

Textularia sp.

Spiroplectamina sp.

triseriale aggl. sp.

Quinqueloculina sp.

Triloculina sp.

Spiroloculina sp.

Pyrgo sp.

Borelis sp.

Amphistegina sp.

Elphidium sp.

Asterigerina sp.

Eponides sp.

Cibicides sp.

Heterolepa sp.

Sphaerogypsina sp.

„*Globigerina*“ sp.

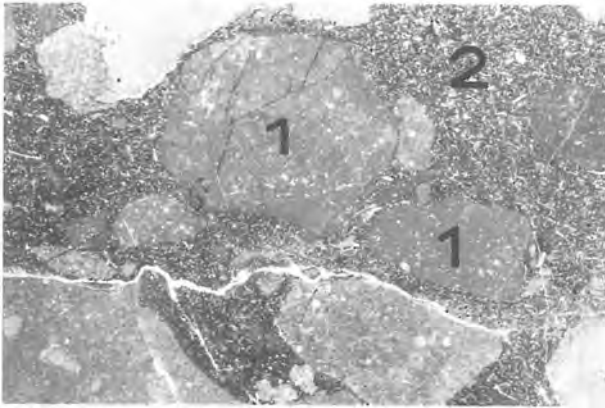


Abb. 10: Dünnschliffaufnahme der Megaturbidite. Bei den Komponenten (1) handelt es sich um wacke- und mudstones mit kalzifizierten Radiolarien. Die Matrix (2) ist feinkörnig und beinhaltet ebenfalls Radiolarien sowie Schwammnadeln (Vergrößerung 3x).

Fig. 10: Thin-section photomicrograph of the megaturbidites. The components (1) are wacke- and mudstones with calcified radiolaria. The matrix (2) is fine-grained and contains also radiolaria and spicules. (Magn. 3x).

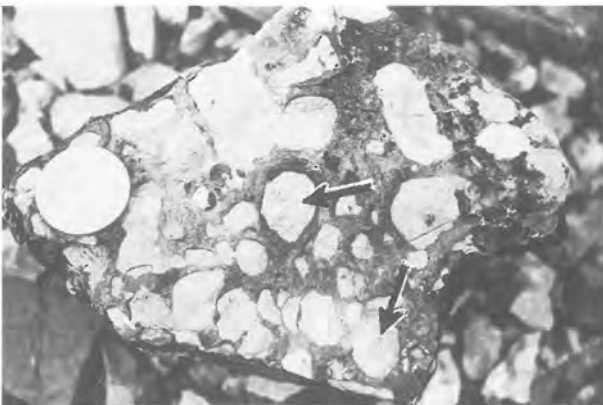


Abb. 11: Verkieselungserscheinungen in der unteren Megaturbiditbank. Es ist deutlich zu erkennen, daß die Komponenten (Pfeil) nicht verkieselt sind. Die Verkieselung hat nur die Matrix der Megaturbidite erfaßt und hat folglich erst nach dem Turbiditereignis eingesetzt.

Fig. 11: Silicification of the lowermost megaturbidite bed. It is clearly visible that the components (arrow) are not silicified. Only the fine-grained matrix is silicified, therefore, the silicification process began after the deposition of the megaturbidites.

schlechten Aufschlußverhältnisse nicht beurteilt werden.

Die Faltenachsen von Rutschfallen sind NE-SW orientiert (Abb. 9) und stets nach SE überschlagen. Diese festgestellte Vergenz der Rutschfallen zeigt nur die Kippung des Untergrundes in eine bestimmte Richtung an, ohne das diese mit der Transportrichtung der Turbi-

dite gleichgesetzt werden darf, denn bei Staffelbrüchen kann die Transportrichtung von Turbiditen gegen die Rutschfallenvergenz gerichtet sein. Um die Transportrichtung von Turbiditen eindeutig bestimmen zu können, sind somit andere Kriterien wie Imbrikationen, Geometrie, Mächtigkeitsänderungen und laterale Korngrößentrends ausschlaggebend. Die Transportrichtung der Megaturbidite der Frauenkogel Formation ist bis dato jedoch noch nicht bekannt.

Die Komponenten zeigen durchwegs pelagische Mikrofazies (wackestones mit Radiolarien, Abb. 10), Flachwassermaterial fehlt.

In den Megaturbiditen treten häufig Hornsteinknollen auf. Die Verkieselung hat dabei nur die Matrix der Turbidite erfaßt, die Komponenten selbst sind nicht verkieselt (Abb. 11). Da Hornsteinknollen als Komponenten in den Turbiditen fehlen, hat die Verkieselung der Megaturbidite erst nach ihrer Ablagerung eingesetzt.

Das Alter des basalen Abschnittes der Frauenkogel Formation umfaßt das untere Sevat (*Epigondolella bidentata* MOSHER, E. cf. *humboldtensis* MEEK, *Gondolella steinbergensis* MOSHER).

Als Ablagerungsraum kann man, wie bei der Bača Formation, einen karbonatischen Hang annehmen, der von intensiver synsedimentärer Tektonik beeinflusst wurde.

2.5.2. Hangender Abschnitt der Frauenkogel Formation

Dieser 170 m mächtige Teil der Frauenkogel Formation (Abb. 12) ist frei von Rutschstrukturen und Megaturbiditen. Es treten nur mehr plattige Hornsteinkalke auf.

Mikrofazial handelt es sich um bioturbate wacke- und packstones mit zahlreichen kalzifizierten Radiolarien, Schwammnadeln und anderen Fossilien (Bivalven, Gastropoden, Foraminiferen, Bryozoen, Ostracoden, Crinoidenreste, Ammoniten) die wechsellagern mit Radiolarianturbiditen.

Bei den Radiolarianturbiditen fällt ein charakteristischer Lagenbau auf (Abb. 13). Man kann nahezu immer zwei Lagen unterschiedlicher Korngrößenverteilung und Partikelkonzentration differenzieren. Eine Lage ist ungradiert und zeigt eine hohe Konzentration an Radiolarien, die andere Lage ist normal gradiert mit wenigen Radiolarien. Diese Wechsellagerung ist durch einen Anstieg der Scherkräfte an der Basis eines feinkörnigen Turbiditstromes zu erklären (STOW & BOWEN 1980; HESSE & CHOUGH 1980). Durch hohe Scherkräfte an der Basis eines Turbiditstromes mit feinkörniger Sedimentlast werden nur die größeren Partikel abgelagert und bilden die ungradierte Lage hoher Radiolarenkonzentration. Die feinkörnigeren Partikel können den hohen Scherkräften nicht widerstehen und bleiben noch



Abb. 12: Übersichtsaufnahme der Frauenkogel Formation am Fuße des Frauenkogels. Die obere der drei Megaturbiditbänke ist deutlich zu erkennen (Pfeil).

Fig. 12: Overview of the Frauenkogel Formation at the base of the Frauenkogel. The uppermost megaturbidite bed is clearly visible (arrow).

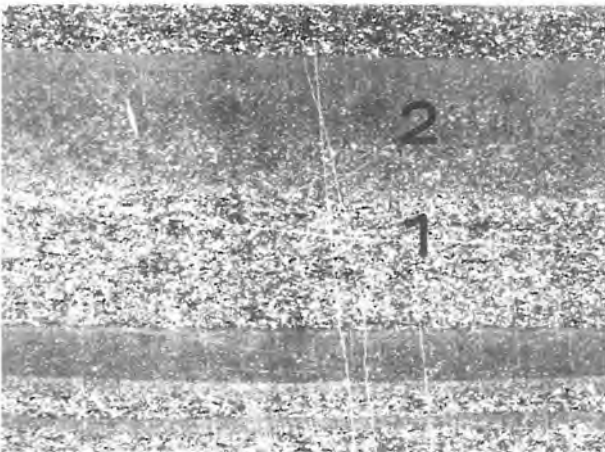


Abb. 13: Dünnschliffaufnahme eines feinkörnigen Radiolarianturbidites. Man erkennt eine Wechsellagerung von ungradierten Lagen mit einer hohen Konzentration von Radiolarien (1) mit normal gradierten Lagen geringer Radiolarienkonzentration (2). Die Radiolarien sind durchwegs kalzifiziert (Vergrößerung 4x.).

Fig. 13: Thin-section photomicrograph of a fine-grained radiolarian turbidite. An alternation of ungraded beds with a high concentration of radiolaria (1) with normal graded beds with a low radiolaria frequency (2) can be distinguished. (Magn. 4x.).

in Suspension. Lassen die hohen Scherkräfte nach, so setzen sich auch die feinkörnigen Anteile ab und bilden die gradierte Lage niederer Konzentration.

Ein weiterer Mikrofaziestyp sind feinkörnige Turbidite mit Crinoiden und Peloiden, der jedoch selten auftritt. Das Alter des hangenden Abschnittes der Frauenkogel Formation umfaßt das obere Sevat (*Epigondolella bidentata* MOSHER, *Neogondolella steinbergensis* MOSHER, *Misikella hernsteini* MOSTLER, *M. posthernsteini* KOZUR) und das gesamte Rhät (*Misikella*

posthernsteini KOZUR, *M. rhaetica* MOSTLER; *M. ultima* N. N.).

Aufgrund des Fehlens von grobkörnigen Karbonatklastika und Rutschpaketen kann man für den basalen Abschnitt der Frauenkogel Formation einen mehr oder weniger ebenen Tiefseebereich (> 100 m Wassertiefe) annehmen, auf dem nur mehr feinkörnige Karbonatturbidite und karbonatische Autochthon-sedimente zum Absatz kamen.

2.6. Hahnkogel Formation

Die Hahnkogel Formation ist eine 200 m mächtige Abfolge von grauen, dm-gebankten Kalken. Die Hornsteinführung beschränkt sich auf wenige mm-dicke, unregelmäßige Lagen. Mikrofazial handelt es sich um bioturbate mudstones, die oft sehr stark rekristallisiert sind und wenige Radiolarien führen. Radiolarianturbidite fehlen vollständig. Die Grenze zur Frauenkogel Formation bildet eine ca. 10 m mächtige Abfolge von braunen, dm-gebankten Mergeln. Die Mergelsequenz an der Basis der Frauenkogel Formation und der damit verbundene erhöhte Terrigeneintrag korrelieren gut mit einem kurzzeitigen eustatischen Meeresspiegelabfall an der Trias–Jura Grenze (B. U. HAQ et al. 1988). Auch im Kendlbachgraben und Tiefenbachgraben (Nördliche Kalkalpen) ist die Trias–Jura Grenze durch Mergelschaltungen charakterisiert (GOLEBIEWSKI 1990). Für die Fleckenkalke der Hahnkogel Formation konnte das stratigraphische Alter nicht belegt werden, da Makro- und Mikrofossilien fehlen. Der durch Conodonten fossilbelegte rhätische Anteil der Frauenkogel Formation geht jedoch ungestört in die Hahnkogel Formation über, sodaß ein liassisches Alter für diese Serie sehr wahrscheinlich ist.

3. Diskussion

3.1. Geodynamische Entwicklung vom Karn bis in den Lias

Das sedimentäre Environment der terrigenen Raibler Schichten entspricht einem flachmarinen Schelf mit Wassertiefen geringer als 50 m. Aus diesem Schelf entwickelt sich noch im Karn die Initialphase einer Karbonatplattform (flachmarine Dolomite der Raibl Gruppe). Mit der Carnitza Formation stellen sich bereits erste Anzeichen einer Eintiefung des Sedimentationsraumes ein. An der Karn–Nor Grenze und damit gleichzeitig an der Grenze Carnitza Formation–Bača Formation gab es erstmals Bodenunruhen (Rutschaltenbildungen im Karn–Nor Grenzbereich, Abb. 6). Die Bača Formation zeigt erstmals echte pelagische Verhältnisse an. So treten in der Bača Formation reichlich Conodonten auf, die Hornsteinführung kann auf Radiolarien oder Kiesel-schwämme zurückgeführt werden. Durch gravitative

Sedimentation (Breccien, Rutschpakete) innerhalb der Bača Formation wird eine intensive tektonische Aktivität während des Lac und des Alaun angezeigt. Während der Beckeneintiefung wurden die unterlagernden karischen Ablagerungen wahrscheinlich in mehrere Bruchschollen zerlegt. Das in den Megaturbiditen der Frauenkogel Formation fehlende Flachwassermaterial könnte dabei in Depressionen am Hang aufgefangen worden sein. Durch Schollenkippen während des Beckeneinbruches könnten solche Depressionen entstanden sein, für die es jedoch noch keinerlei Hinweise gibt. Die tektonische Aktivität im Zuge der Beckeneintiefung hält bis ins untere Sevat an (= basaler Abschnitt der Frauenkogel Formation). Im oberen Sevat ist die Beckeneintiefung und damit die grobkörnige karbonat-klastische Sedimentation zu Ende (= oberer Abschnitt der Frauenkogel Formation), es hat sich bereits ein tiefermarines Sedimentationsbecken entwickelt. In diesem Tiefseebereich setzen sich autochthone karbonatische Sedimente und feinkörnige Radiolienturbidite ab. Die tiefermarinen Sedimentationsbedingungen setzen sich in den Lias fort, jedoch fehlen hier feinkörnige Turbidite, weil das Becken während des Lias bereits eine derartige Ausdehnung besessen hat, daß Turbidite diesen nun zentralen Beckenbereich nicht mehr erreichen konnten.

Die eben beschriebene Sedimentabfolge zeigt die Entwicklung von supratidalen Sedimenten (flachmarine Dolomite der Raibl Gruppe) über karbonatische Hangsedimente (Bača Formation) bis hin zu pelagischen Kalken (Frauenkogel Formation, Hahnkogel Formation) an. Der Autor vermutet, daß diese Sedimentsequenz den Einbruch eines Intraplattformbeckens in die Dachsteinkalkplattform darstellt. Der Beckeneinbruch wurde von karbonat-klastischer Sedimentation begleitet.

3.2. Paläogeographie

Nor und Rhät sind in den Südkarawanken üblicherweise in Dachsteinkalkfazies ausgebildet (BAUER 1980), also flachmarin entwickelt. Es finden sich in den gesamten Südkarawanken nirgends fazielle Äquivalente bzw. fazielle Übergangsglieder zu den tektonisch beeinflussten Intraplattformbecken-Sedimenten der Kahlkogel Einheit. Die Serien der Bača Formation, der Frauenkogel Formation und der Hahnkogel Formation liegen heute also in einer faziell völlig fremden Umgebung. Die ursprüngliche fazielle und paläogeographische Position dieser Serien muß folglich außerhalb der Karawanken gesucht werden.

Ein Blick in den slowenischen Teil der Südalpen bzw. in die Dinariden zeigt, daß es dort fazielle und altersmäßige Äquivalente gibt. So stellt der Slowenische Trog (= Tolmein Trog) ein Intraplattformbecken mit pelagischer

Fazies vom Karn bis in die Kreide dar (COUSIN, 1981). Ebenso finden sich in der Umgebung des Mangart und im Bačatal Hornsteindolomite norischen Alters (KOSSMAT, 1901). Eine stratigraphisch-fazielle Bearbeitung der Serien des Slowenischen Troges steht jedoch noch aus, sodaß exakte Parallelisierungen noch nicht möglich sind.

3.3. Überregionale Vergleiche und Schlußfolgerungen

Einen zeitgleichen Beckeneinbruch gab es im Lombardischen Becken, wo während des Nor in die lagunären Ablagerungen des Dolomia Principale (Hauptdolomit) ein Intraplattformbecken eingebrochen ist (JADOUL et al., 1991). Auch dort gibt es in randlichen Beckenbereichen mehrere Breccienhorizonte und weiter im Beckenzentrum feinkörnige Karbonatturbidite, die wechsellagern mit laminierten, Kohlenstoff-reichen Rhythmiten (= Aralalta Group).

Auch das Seefelder Becken in den westlichen Nördlichen Kalkalpen ist wohl durch bruchtektonische Aktivitäten während des Nor entstanden (mündl. Mitt. KRAINER). Auch dieses Intraplattformbecken ist in lagunäre Sedimente (Hauptdolomit) eingebrochen. Durch mehr oder weniger vollständige Isolation von offen marinen Wassermassen stellten sich bald stagnierende und damit anoxische Bedingungen ein. Es kam so zum Absatz Kohlenstoff-reicher Sedimente (Ölschiefer der Seefelder Fazies).

Absenkungen externer Teile der Dachsteinkalkplattform an der Karn-Nor Grenze kann man von den östlichen Nördlichen Kalkalpen (Mürztaler Alpen) bis in die westlichen Karpaten verfolgen (LEIN 1982, 1987). Pelagisch entwickeltes Nor mit Breccieneinschaltungen konnte auf Sizilien fossilbelegt werden (mündl. Mitt. KRYSZTYN).

Alle diese norischen Intraplattformbecken und norischen Bewegungen weisen darauf hin, daß das Nor im westlichen Tethysraum kein Zeitabschnitt tektonischer Ruhe und einheitlicher Subsidenz war. Vielmehr war das Nor ein Abschnitt unterschiedlicher Subsidenzraten. Wo es hohe Subsidenzraten gab, kam es lokal zum Einbruch von Intraplattformbecken bzw. zum Absinken externer Plattformabschnitte. Wo die Subsidenzrate nieder und einheitlich geblieben ist, konnten Flachwasserareale während des Nor weiterexistieren (gebankter Dachsteinkalk, Hauptdolomit).

Diese unterschiedlichen Subsidenzraten sind Ausdruck einer norischen Extensionsperiode im westlichen Tethysraum. Ob es sich dabei um reine Extension oder um transtensive Bewegungen zwischen der Adriatischen und der Eurasiatischen Platte gehandelt hat, kann nicht beurteilt werden, die letztere Annahme scheint jedoch die wahrscheinlichere zu sein (BRANDNER

1984). Der Autor vermutet, daß die ersten Phasen der Atlantiköffnung, die in der oberen Trias begannen (SEIBOLD 1982), bis in den westlichen Tethysraum transferiert wurden und dort transtensive Bewegungen bewirkt haben.

Dank: Die vorliegende Arbeit ist die gekürzte Fassung einer Diplomarbeit, die von Doz. Dr. R. Lein initiiert und betreut wurde. Dank schulde ich auch Doz. Dr. L. Krystyn (Inst. f. Paläontologie der Univ. Wien) für die Bestimmung der Conodontenfaunen und für Geländebegehungen. Herrn Dr. Piller (Inst. f. Paläontologie der Univ. Wien) danke ich für die sehr genaue Durchsicht des Manuskriptes.

4. Literatur

- ANDERLE, N. (1970 a): Stratigraphische und tektonische Probleme im Bereich des österreichischen Anteiles der Westkarawanken zwischen Rosenbach und Thörl unter Berücksichtigung der alpinen Orogenese. – *Geologija*, **13**, 116–132, Ljubljana.
- (1970 b): Geologische Karte der Republik Österreich 1:50.000, Blatt 201–210 Villach-Assling. *Geol. B.-A.*, Wien.
- BAUER, F. K. (1980): Die südalpine Trias in den Karnischen Alpen und den Südkarawanken. – [In:] OBERHAUSER, R.: *Der geologische Aufbau Österreichs*, 447–451 (Springer Verlag), Wien-New York.
- BRANDNER, R. (1984): Meeresspiegelschwankungen und Tektonik in der Trias der NW-Tethys. – *Jb. Geol. B.-A.*, **126**, 435–475, Wien.
- CHOWNS, T. M. & ELKINS, J. E. (1974): The origin of quartz geodes and cauliflower cherts through the silicification of anhydrite nodules. – *J. Sed. Petr.*, **44**, 885–903, Tulsa.
- COOK, H. E. & MULLINS, H. T. (1983): Basin margin environment. – [In:] SCHOLLE, P. A., BEBOUT, D. G. & MOORE, C.H. (eds.): *Carbonate Depositional Environments*, *Mem. Am. Ass. petrol. Geol.*, **33**, 540–617, Tulsa.
- COUSIN, M. (1981): Les rapports Alpes-Dinarides. Les confins de l'Italie et de la Yougoslavie, Vol. 1. – *Societe Geologique du Nord*, Publication No. 5, Villeneuve d'Ascq.
- GAO, G. & LAND, L.S. (1991): Nodular chert from the Arbuckle Group, Slick Hills, SW Oklahoma: a combined field, petrographic and isotopic study. – *Sedimentology*, **38**, 857–870, Amsterdam.
- GOLEBIEWSKI, R. (1990): Facial and faunistic changes from Triassic to Jurassic in the Northern Calcareous Alps (Austria). – [In:] *Les Cahiers de l'Universite' Catholique Lyon Serie Sciences No. 3: Rapport du Working-Group "Limite Triasique/Jurassique"*, 175–184, Lyon.
- HAQ, B. U., HARDENBOL, J. & VAIL, P. R. (1988): Mesozoic and Cenozoic chronostratigraphy and cycles of sea-level changes. – [In:] WILGUS, C.K., HASTINGS, B.S., KENDALL, Ch. G. St. C., POSAMENTIER, H. W., ROSS, C. A. & WAGONER, J. C. (eds.): *Sea-level changes: An integrated approach*, *Soc. Econ. Paleont. Miner. Spec. Publ.*, **42**, 71–108, Tulsa.
- HESSE, R. & CHOUGH, S. K. (1980): The Northwest Atlantic Mid-Ocean channel of the Labrador Sea: Deposition of parallel laminated levee-muds from the viscous sublayer of low density currents. – *Sedimentology*, **27**, 697–711, Amsterdam.
- HOLZMANN, M. (1993): Palökologie und Stratigraphie der Raibler Bivalvenfauna. – *Dipl. Arb., Formal- und Naturwiss. Fak. Univ. Wien* (in Vorbereitung).
- JADOUL, F., BERRA, F. & FRISIA, S. (1991): Tectonics and sea level changes as controlling factors in the evolution of an inner carbonate platform and related intraplatform basins: An example from the Norian of Lombardy. – *Dolomieù Conference on Carbonate Platforms and Dolomitization, Abstracts*, 123–124, Ortisei-Val Gardena.
- KERN, A. (1980): Bericht zur Kartierung des Mittagkogel-Gebietes. – *Mitt. Ges. Geol. Bergbaustud. Österr.*, **26**, 1–8, Wien.
- KOLAR-JURKOVSEK, T. (1982): Konodonti iz amfiklinskih skladov in baskega dolomita. – *Geologija*, **25/1**, 167–188, Ljubljana.
- KOSSMAT, F. (1901): Geologisches aus dem Bacatale im Küstenlande. – *Verh. Geol. Reichsanst. Nr.* **4**, 103–111, Wien.
- LEIN, R. (1982): Paläogeographie und tektonische Deformation des Aflenzer Troges im Bereich der westlichen Müritzalpen südwestlich Maria Zell (Stmk.). – *J. Ber. Hochschulschwerpunkt S15, H. 3*, 203–221, Leoben.
- (1987): Evolution of the Northern Calcareous Alps during Triassic Times. – [In:] FLÜGEL, H. W. & FAUPL, P. (eds.): *Geodynamic of the Eastern Alps*, 85–102 (Deuticke), Wien.
- LIEBERMAN, H. M. (1978): Carnitza Formation – Ein neuer Begriff für oberkarnische Beckenkalke der südlichen Kalkalpen bei Raibl (Cave del Predil, Italien). – *Mitt. Ges. Geol. Bergbaustud. Österr.*, **25**, 35–60, Wien.
- MILLIKEN, K. L. (1979): The silicified evaporite syndrome – Two aspects of silicification history of former evaporite nodules from Southern Kentucky and Northern Tennessee. – *J. Sed. Petrol.*, **52**, 279–297, Tulsa.
- PURSER, B. H. (1985): Coastal Evaporite Systems. – [In:] FRIEDMAN, G. M. & KRUMBEIN, W. E. (eds.): *Hypersaline Ecosystems*, 72–102 (Springer Verlag), Berlin, Heidelberg, New York.
- SARNTHEIN, M. (1966): Sedimentologische Profilreihen aus den mitteltriadischen Karbonatgesteinen der Kalkalpen nördlich und südlich von Innsbruck. – *Ber. Nat.-Med. Ver. Innsbr.*, **54**, 33–59, Innsbruck.

- SCHLAF, J. (1993): Stratigraphie und Fazies der Südkarawanken zwischen Mittagskogel und Kahlkogel. – Unveröff. Dipl. Arb., Formal- und Naturwiss. Fak. Univ. Wien (in Vorbereitung).
- SEIBOLD, E. (1982): The Northwest African Continental Margin – An Introduction. – [In:] VON RAD, U., HINZ, K., SARNTHEIN, M. & SEIBOLD, E. (eds.): Geology of the Northwest African continental margin, 3–20 (Springer), Berlin.
- STOW, D. A. V. & BOWEN, A. J. (1980): A physical model for the transport and sorting of fine-grained sediment by turbidity currents. – *Sedimentology*, **27**, 31–46, Amsterdam.
- SUMMERSON, C. H. (1966): Crystal molds in dolomite: their origin and environmental interpretation. – *J. Sed. Petrol.*, **36**, 221–224, Tulsa.
- TELLER, F. (1910): Geologie des Karawankentunnels. – *Denkschr. Akad. Wiss., math.-naturwiss. Kl., 1.*, **82**, 145–250, Wien.