

# Über das Alter der Zone von Pfunds (Unterengadiner Fenster, Österreich/Schweiz)

## The age of the Zone of Pfunds (Engadine window, Austria/Switzerland)

Von

Rufus J. BERTLE

Mit 7 Abbildungen und 1 Tafel  
With 7 figures and 1 plate

Schlüsselwörter:

*Unterengadiner Fenster*  
*Zone von Pfunds*  
*Orbitoides sp.*  
*Calpionella sp.*  
*Rhenodamubikum*  
*Paläogeographie*

Keywords:

*Engadine Window*  
*Zone of Pfunds*  
*Orbitoides sp.*  
*Calpionella sp.*  
*Rhenodamubic realm*  
*Paleogeography*

Anschrift des Verfassers, address of the author:

RUFUS J. BERTLE

Institut für Geologie

Univ. Wien

Althanstraße 14

A-1090 Wien

Austria

email: a9506761@unet.univie.ac.at

## Inhalt

Zusammenfassung, Abstract.....	120
1. Einleitung.....	120
2. Methoden.....	121
3. Fossilpunkte.....	122
4. Diskussion.....	123
Dank.....	125
Literatur.....	125

## Contents

Zusammenfassung, Abstract.....	120
1. Introduction.....	120
2. Methods.....	121
3. Fossilpoints.....	122
4. Discussion.....	123
Acknowledgements.....	125
References.....	125

### Zusammenfassung

In der tiefsten Einheit (Zone von Pfunds, früher Pfundser Serie) des Unterengadiner Fensters (UEF) konnten zwei Fossilfunde in den hochmetamorphen Bündnerschiefern des Penninikums gemacht werden. In der Schichtfolge am Saderer-Joch (früher Saderer-Joch-Serie) wurde *Orbitolina* sp. zusammen mit Calpionellen, *Quinqueloculina* sp., Crinoiden und Bryozoen gefunden. Dünnschliffe aus den hangendsten Anteilen der Schichtfolge am Piz Roz (früher Roz-Serie) enthielten *Orbitoides* (oder *Lepidorbitoides* ?) sp., *Globotruncana* ex gr. *arca*, *Quinqueloculina* sp., sowie Crinoiden und Bryozoen.

Die paläogeographische Bedeutung der Fossilfunde wird anschließend diskutiert. Argumente für eine Beheimatung des Rhenodanubikums im nordpenninischen Ozeanbereich werden vorgestellt.

### Abstract

Two fossil findings are reported from the core of the Engadine window (Zone of Pfunds). *Orbitoides* sp. and *Globotruncana* ex gr. *arca* date parts of the formerly „Roz-Serie“ (now top of the „Zone of Pfunds“) as Maastrichtium or younger. From the Saderer Joch east of Nauders findings of *Orbitolina* sp. and *Calpionella* sp. were made. This fossil assemblage points to a Lower to Upper Cretaceous age of the sediments at the Saderer Joch.

Paleogeographic implications of the fossil findings are discussed. The Rhenodanubic realm of the western Eastern Alps is assumed to be of North Penninic origin.

### 1. Einleitung

Im Unterengadiner Fenster kommen die im Westen im

Gargellner Fenster (BERTLE 1972) unter die Silvretta-Decke abtauchenden penninischen Serien abermals zum Vorschein (Abb. 1).

Es lassen sich in Abwandlung von OBERHAUSER (1980) mehrere Deckeneinheiten unterscheiden (Abb. 2).

Als hangendste Einheit tritt direkt unter dem oberostalpinen Rahmen der Silvretta-Scarl- und der Ötztaldecke die Fimbereinheit auf. Es handelt sich bei dieser Einheit um eine Melangezone, in der oberostalpine, südpenninische und mittelpenninische Schichtglieder vertreten sind. Diese Melangezone wird von der mittelpenninischen Tasnadecke (OBERHAUSER 1980, 1995) unterlagert, der der Autor nun auch den früheren Ramosch-Ophiolith zuordnet (BERTLE in Vorb.). Die neu definierte Tasnadecke besteht daher aus der Tasnadecke s. str. (CADISCH et al. 1968), der „Prutzer Serie“ (THUM 1966) und der (früheren) Ramosch-Zone (Abb. 2). Im Fensterinnersten folgt direkt unter der Tasnadecke die nordpenninische Zone von Pfunds (früher Pfundser Serie), der wir die frühere Zone von Roz-Champatsch-Pezid angliedern (BERTLE in Vorb.). Das Alter der Bündnerschiefer ist bisher nur in der Fimbereinheit und der Tasnadecke gut definiert (RUDOLPH 1981, OBERHAUSER 1983). Die restlichen großen Bündnerschiefermassen sind biostratigraphisch bisher kaum eingestuft. Der historische Fund von *Orbitoides media* d'ARCH. durch TORRICELLI (1956) beruht laut pers. Mitteilung von ALLEMANN, der diesen Fund damals bestimmte, auf einer Probenverwechslung. Der Autor versuchte daher im Rahmen seiner Diplomarbeit die biostratigraphische Datierung der Sedimente voranzutreiben.

Die paläogeographischen Konzepte für den Raum des Unterengadiner Fensters lassen sich zwei grundsätzlichen Ansichten zuteilen. Einerseits wird eine vollständige Trennung von Nord- und Südpenninikum durch eine mittelpenninische Schwelle angenommen (z. B.: TOLLMANN 1987, teilweise auch FAUPL & WAGREICH 1992), andererseits wird ein Enden der mittelpenninischen Schwelle im Gebiet des Unterengadiner Fensters postuliert (z. B.: OBERHAUSER 1995, STAMPFLI 1993).

Abb. 1: Tektonische Skizze der westlichen Ostalpen mit Lage des Engadiner Fensters.

Fig. 1: Tectonic sketch of the western Eastern Alps with working area.

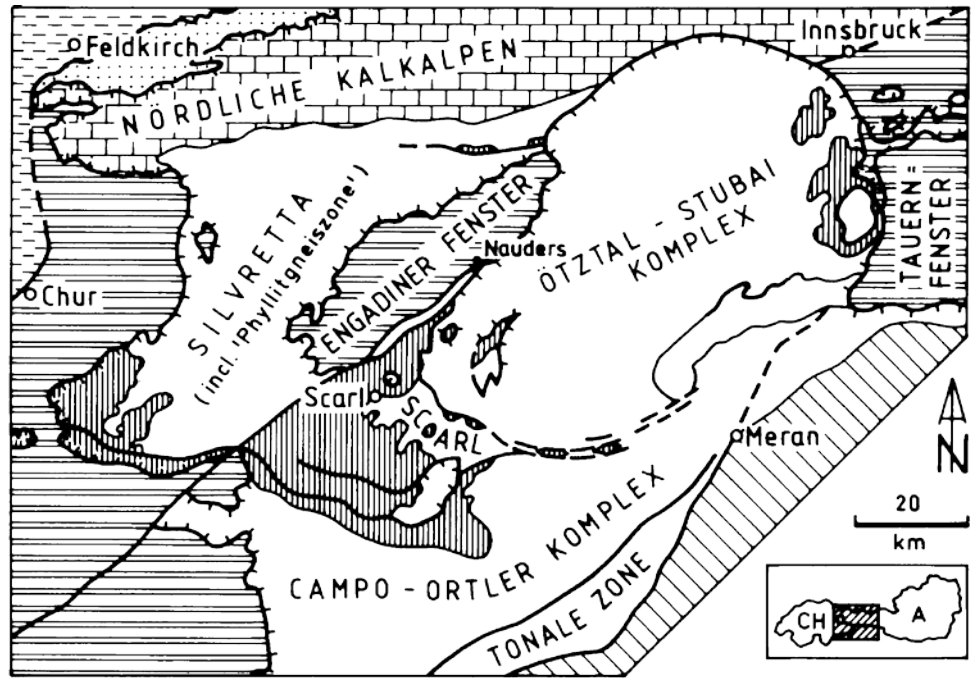
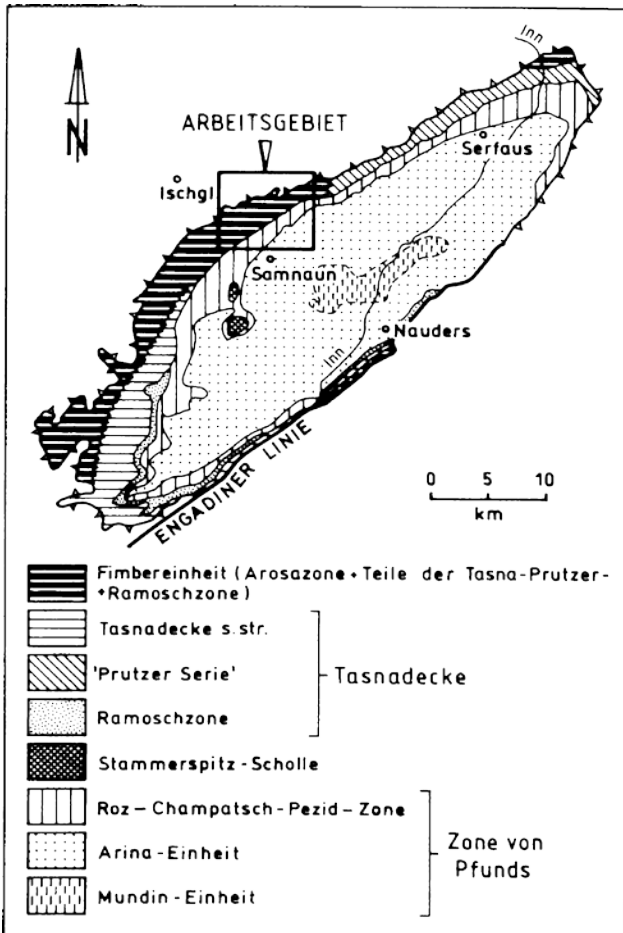
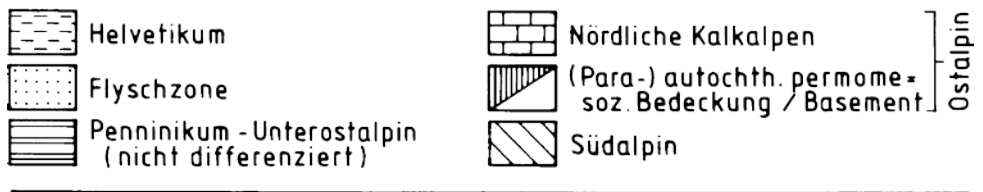


Abb. 2: Tektonische Gliederung des Unterengadiner Fensters (nach BERTLE, in Vorb.)

Fig. 2: Tectonic units of the Engadine Window (after BERTLE, in prep.)



## 2. Methoden

Da die schon relativ starke Metamorphose im Unterengadiner Fenster (UEF) ein Gewinnen von Mikrofossilien durch Schlämmung nicht mehr ermöglicht (siehe auch OBERHAUSER 1983), wurden im Rahmen der Diplomarbeit des Autors ca. 400 Dünnschliffe angefertigt.

Es wurde im Gelände versucht, möglichst nur Handstücke zu sammeln die eindeutig dem Anstehenden zuzuordnen sind, oder die direkt aus dem Anstehenden entnommen wurden. Besonderes Augenmerk wurde auf Sandsteine und Mikrobrecien gelegt. Diese wurden im Gelände mit einer Lupe mit 20-facher Vergrößerung auf mögliche Fossilführung geprüft. Von den am ehesten Mikrofossilien führenden Gesteinen wurden zunächst Anschliffe unter dem Binokular begutachtet und dann von den geeignetsten Anschliffen paläontologische Dünnschliffe hergestellt.

Auf Grund der hohen Beanspruchung der Gesteine durch die Metamorphose (6-8 kbar, 370 °C, BOUSQUET 1998, STOECKERT et al. 1990) sind eventuell vorhandene Fossilreste schlecht erhalten. Schrittweise Veränderungen der Mikrofossilien besonders von Foraminiferen bei zunehmender Deformation bzw. Rekristallisation mußten dokumentiert und systematisiert werden. Auf Basis dieser Grundlagen ist es möglich, auch noch relativ stark deformierte organische Reste gattungsmäßig, manchmal auch artmäßig, anzusprechen.

### 3. Fossilfundpunkte

Der Autor beschränkt sich im Folgenden auf zwei Fossilfundpunkte (Abb. 3, Abb. 4) aus der Zone von Pfunds (frühere Pfundser Serie nach UČIK 1966), über weitere neue Mikrofossilfunde in den höchsten Einheiten wird später berichtet.

Die Schichtfolge am Saderer Joch wurde von THUM (1966) und UČIK (1966) im Rahmen ihrer Dissertationen neu definiert, aber schon HAMMER (1914, S. 470) berichtet von dieser Lokalität über Funde von Milioliden, Bryozoen und Crinoiden. THUM (1966) stellte bereits fest, daß die Schichtfolge am Saderer Joch allmählich aus den Grauen Bündnerschiefern des Fensterinnersten hervorgeht. UČIK (1993) äußerte den Verdacht, daß es sich bei der Schichtfolge am Saderer-Joch eventuell um hochmetamorphe Tristelschichten handeln könnte. Es wurde daher vom Autor von der Typlokalität, dem Saderer Joch östlich von Nauders (Abb. 3), aus dem Anstehenden Probenmaterial entnommen, in dem schon makroskopisch das massive Auftreten von Crinoidenspat auffiel.

Im Dünnschliff BE 286-22/98 (das Handstück stammt direkt vom Saderer Joch) wurden folgende Fossilreste gefunden (Fotos 5, 6, 7):

*Orbitolina* sp.  
*Quinqueloculina* sp.

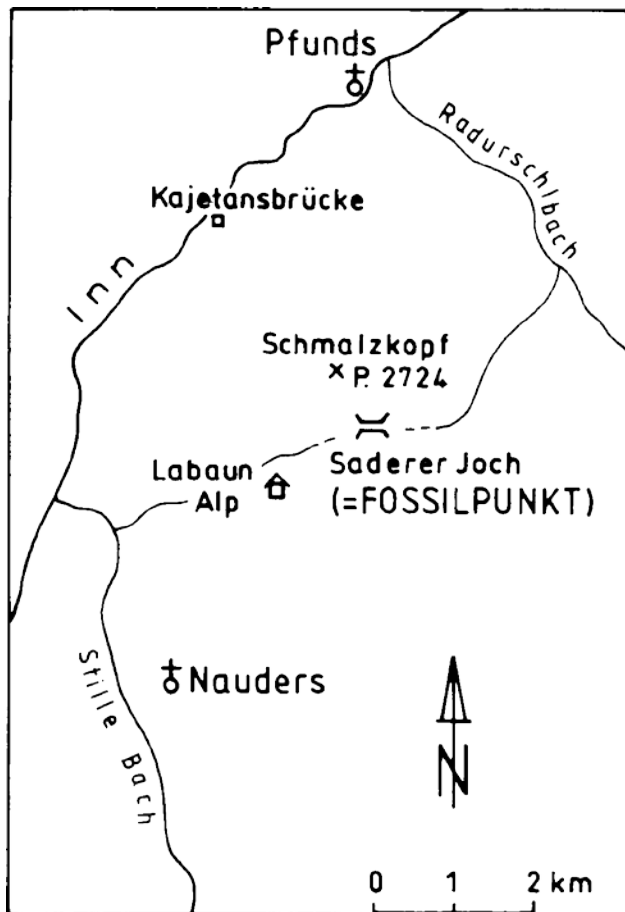


Abb. 3: Lage des Fossilpunkts am Saderer Joch östlich Nauders.

Fig. 3: Geographic situation of Saderer Joch east of Nauders.

*Salpingoporella* sp.

sowie gut erhaltene Crinoiden und Bryozoen.

Im Dünnschliff BE 290/98 konnten in einer eindeutig umgelagerten feinmikritischen Breccienkomponente Fossilien des Jura-Kreide-Grenzbereichs entdeckt werden:

*Calpionella* sp.

Das Genus *Orbitolina* s.str. tritt ab dem Alb auf (Vorläufer ab dem Barrême) und stirbt im Cenoman aus (DECROUEZ 1989). *Calpionella* sp. tritt vom obersten Tithon (Zone A2) ab bis ins frühe Valangien (Zone D3) auf, die Hauptverbreitung liegt jedoch im Grenzbereich Jura-Kreide (Zone B & C) (Zonen und stratigraphische Reichweiten aus REMANE 1985). Der altersmäßige Unterschied der beiden Proben ist am ehesten durch Umlagerung der Calpionellenkalkke, die ja als Breccienkomponenten vorliegen, erklärbar. Generell ist eine Umlagerung von Sedimenten des obersten Juras (auch von Trias und Basement) in Ablagerungen der Kreide in den höchsten Deckeneinheiten sehr oft zu beobachten (vgl. auch OBERHAUSER 1983). Calpionellenkalkgerölle fanden sich auch in den Tristelschichten (vgl. SCHWIZER 1983, BERTLE unveröffentl.).

Es ist somit nun das erste Mal seit SCHILLER (1906) Kreide in der Zone von Pfunds eindeutig biostratigraphisch definiert (Anm. des Autors: Bei den von SCHILLER (1906, S. 20) als Lithothamnien gedeuteten biogenen Resten könnte es sich auch um Crinoiden handeln). Als Alter nimmt der Verfasser Untere bis mittlere Kreide an und sieht daher in der Folge am Saderer-Joch hochmetamorphe Äquivalente zur Tristelformation, die in der Fimbereinheit und der Tasnadecke schon lange bekannt ist.

Der zweite Fossilfund stammt aus der Schichtfolge, die am Piz Roz (Abb. 4) aufgeschlossen ist [frühere Roz-Serie bzw. Zone von Roz-Champatsch-Pezid UČIK (1966)]. Früher wurde diese Serie als eigene Decke ausgeschieden. UČIK (1993 und pers. Mitt.) stellte jedoch auf Grund neuerer Kartierungen fest, daß eine Abtrennung von der ursprünglich tektonisch tieferen Pfundser Serie (jetzt Zone von Pfunds) sehr schwierig ist. Der Autor faßt daher die frühere Zone von Roz-Champatsch-Pezid als den hangendsten Anteil der Zone von Pfunds auf.

Vom Piz Roz wurde von PAULCKE (1910) ein Fund von *Orthophragmina* sp. abgebildet. Er postulierte daher ein Tertiär-Alter dieser Schichtfolge, was von SCHUBERT (1910) diskutiert wurde. Jedoch ist der genaue Fundpunkt dieser Großforaminifere unbekannt - es dürfte sich nach Ansicht des Autors eventuell auch um Probenverwechslung handeln. Auf einer Exkursion zusammen mit em. Univ. Prof. F. ALLEMANN (Bern), P. NÄNNY (Zürich) und R. OBERHAUSER (Wien) konnten in Handstücken aus dem Schutt südöstlich des Zebblasjoch Foraminiferen gefunden werden. Die Zuordnung der Handstücke zum Anstehenden im Hang zum Piz Roz ist eindeutig.

Im Dünnschliff BE 322/98-XXIV konnten folgende wichtige Fossilien (Fotos 1, 2, 3, 4) bestimmt werden:

*Orbitoides* oder *Lepidorbitoides* sp.

*Globotruncana* ex gr. *arca* CUSHMAN

Daneben fanden sich *Quinqueloculina* sp., Crinoiden und Bryozoen. Bemerkenswert ist die gute Erhaltung des

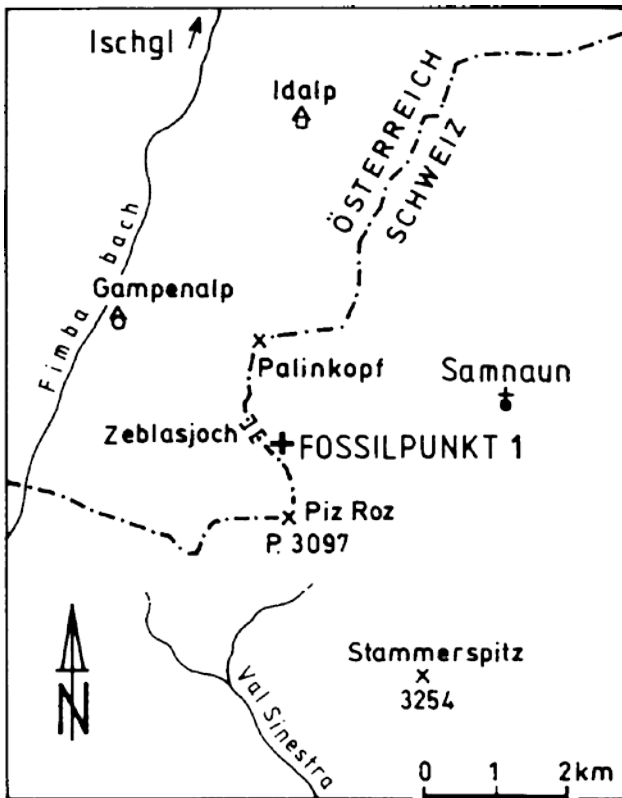


Abb.4: Lage des Fossilpunkts am Piz Roz – Zebblasjoch.

Fig. 4: Geographic situation of fossil point Piz Roz – Zebblasjoch.

Orbitoiden. Die großen Zentralkammern sind gut erhalten, die Lateralkammern sind noch erkennbar.

Nach CARON (1985) tritt *Globotruncana arca* CUSHMAN von der *Dicarinella asymetrica*-Zone des obersten Santoniums bis in die *Abathomphalus mayaroensis*-Zone des obersten Maastrichtiums auf. *Orbitoides* sp. ist nach WAGNER (1964) auf das Campanium bis Maastrichtium beschränkt. Wir wollen ein Maastrichtium-Alter der Fossilien annehmen. Das Alter des sie beherbergenden Sediments könnte auch jünger sein, eine Umlagerung der Foraminiferen in das Alttertiär (Paleozän bis Untereozän) kann grundsätzlich nicht ausgeschlossen werden.

Die Auszählung eines Schwermineralpräparats, die in dankenswerter Weise von Univ. Prof. P. FAUPL (Univ. Wien) durchgeführt wurde, lieferte folgendes Ergebnis (241 ausgezählte Körner):

20 % Zirkon, 27 % Turmalin, 4 % Rutil, 41 % Apatit, 6 % Granat, 1 % Epidot-Gruppe, 1 % Titanit-Leukoxen.

Es ist dies ein Schwermineralspektrum wie es im Prätigau durchaus auch anzutreffen ist (THUM & NABHOLZ 1972).

#### 4. Diskussion

Das Vorkommen von (*Lepid*)*Orbitoides* sp., zusammen mit

Bryozoen und milioliden Foraminiferen in der Roz-Serie weist auf ein flachmarines Liefergebiet hin. Aus paläogeographischen Gründen wollen wir ein Schüttung von S aus dem Bereich der Tasnaschwelle (siehe Abb. 5, 6) (oder aus einem dem ostalpinen Festland vorgelagerten Saumriff-Bereich) vermuten.

Der Fund von *Orbitolina* sp. zusammen mit der identen Mikrofazies der Schichtfolge am Saderer Joch und der Tristelformation der höheren Decken legt eine ähnliche Sedimentherkunft der Schichtfolge am Saderer-Joch wie jene der Tristelformation der Tasnadecke (und Fimbereinheit) nahe. Nach SCHWIZER (1983) erfolgte die Schüttung der Tristelformation aus Süden, ebenso wie es HESSE (1973) für die folgende Gault-Formation postulierte (Anm.: In der Zone von Pfunds finden sich auch Schichtglieder die der Gaultformation sehr gleichen).

Nimmt man auf Grund der Befunde an, daß die Zone von Pfunds und das Rhenodanubikum zumindest in der „Mittelkreide“ aus dem selben Liefergebiet ihren Eintrag hatten, dann wird man, ähnlich HESSE (1973) und SCHWIZER (1983), den Westabschnitt des Rhenodanubikums zumindest für die Zeit der Kreide im Gebiet des Unterengadiner Fensters in den nordpenninischen Raum einordnen (Abb. 5, 6). Als „Basement“ käme, wie in der Profil A-A' dargestellt, eventuell der im Oberjura an die Oberfläche gelangte Ramosch-Ophiolith (FLORINETH & FROITZHEIM 1994) in Frage. Der Sedimenteintrag der früheren Roz-„Serie“ muß zumindest teilweise aus einem flachmarinen Bereich stattgefunden haben. Als räumlich naheliegendes Liefergebiet käme durchaus der Raum der Tasnaschwelle in Frage. Nimmt man dies an, so könnte man die hangendsten Anteile der Zone von Pfunds (frühere Roz-Serie) als Teile der hinter der ostalpinen Front zurückgebliebenen Oberkreide-Schichtfolge des Rhenodanubikums auffassen, die im Unterengadiner Fenster aufgeschlossen wurde. Schwerminerale könnten einen Hinweis auf das Liefergebiet (und damit auf die paläogeographische Positionierung) geben. Die Schwermineralspektren von THUM (1966) zeigen jedenfalls eine Zirkonvormacht an.

Weitere paläogeographische Schlußfolgerungen (Abb. 5, 6, 7) beruhen auf der Annahme einer Positionierung der Kaserer-Formation (frühere Kaserer-Serie) des Tauernfensters auf dem ultrahelvetischen Sockel (= Tauernzentralgneise). Es läßt sich kartierungsmäßig beobachten, daß sich das Tasnakristallin (Mittelpenninikum) im hintersten Fimbartal (südlich Ischgl, ÖK 50 Blatt 170 Galtür) in Schollen auflöst, die sich gesichert noch bis ins Gebiet Idalpe verfolgen lassen und schließlich völlig auskeilen. Jedenfalls ist weiter östlich kein ähnliches Kristallin im Unterengadiner Fenster mehr vorhanden. Im Zusammenhang mit diesem Aussetzen des Tasnakristallins könnte auch das Auskeilen der Couches Rouges im Fimbartal stehen. Der Verfasser nimmt daher ein Enden der mittelpenninische Kontinentalschwelle (Sulzfluh-Falknis-Tasna) im Gebiet des mittleren bis östlichen Unterengadiner Fensters an.

Aufbauend auf die Fossilfunde und einer Zuordnung der Kaserer-Formation und der Zentralgneise des Tauernfensters zum Ultrahelvetikum wäre auf eine Beheimatung des Rhenodanubikums im Tauernquerschnitt am Südrand eines penninischen Ozeanbeckens (Abb. 5, 7) zu folgern.

Im Alt-Tertiär, OBERHAUSER (1995) folgend, setzt ein

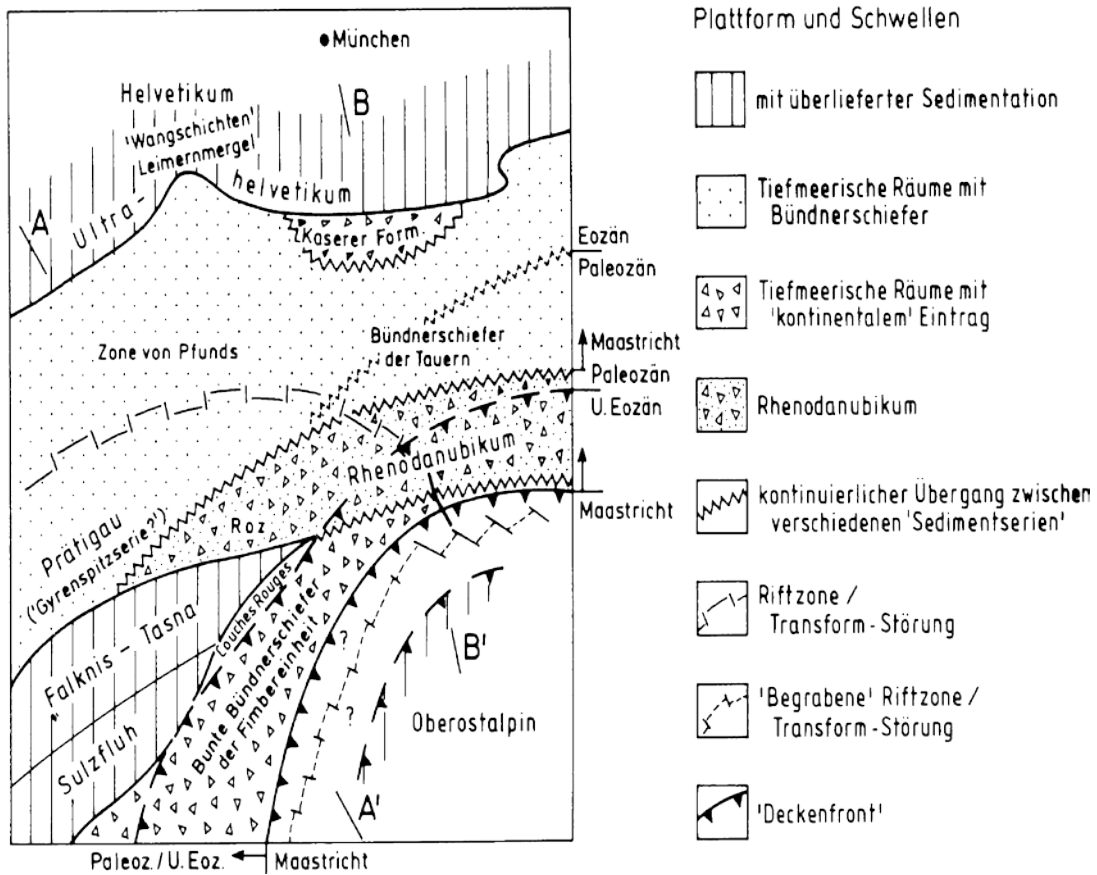


Abb. 5: Paläogeographische Skizze des Maastrichtiums für den Bereich Unterengadiner Fenster (verändert nach OBERERHAUSER 1995). Die Entwicklung im Alt-Tertiär ist angedeutet (Verlagerung des Rhenodanubikums gegen N als Produkt der N-Bewegung der ostalpinen Front).

Fig. 5: Paleogeographic sketsch of the Maastrichtian of the region of the Engadine Window (modified after OBERHAUSER 1995). The evolution during the Tertiary is also shown (Movement of the rhenodanubic realm is interpreted as a result of N-directed thrusting of the Austroalpine).

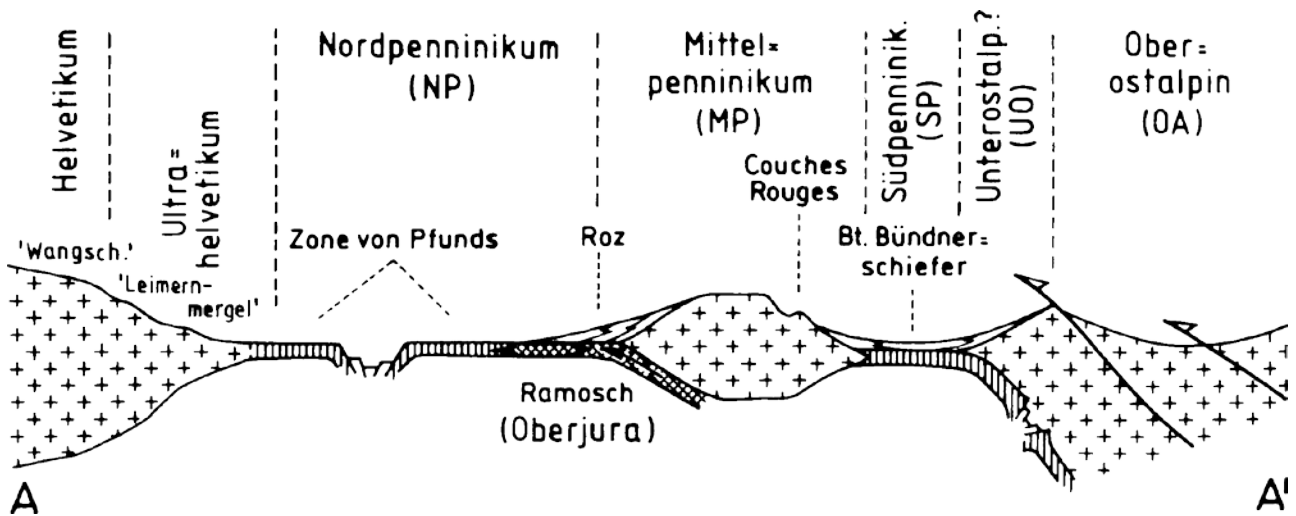


Abb. 6: Profil durch den Bereich des Unterengadiner Fensters im Maastrichtium (in Abb. 5 mit A-A' eingezeichnet).

Fig. 6: Profile through the region of the Engadine Window during the Maastrichtian (profil is indicated in fig. 5 with A-A').

verstärktes Vorrücken der ostalpinen Front, zuerst gegen W, dann zunehmend gegen N gerichtet, ein. Mit dieser W- und N-Bewegung der ostalpinen Front einher geht eine Verlagerung (siehe Skizze) des Rhenodanubikums in immer nördlichere Positionen.

Aus dem Unteren Eozän sind uns die jüngsten Fossilien

Das Belegmaterial ist am Institut für Geologie der Univ. Wien hinterlegt und in der Diplomarbeit von R. J. Bertle genau beschrieben.

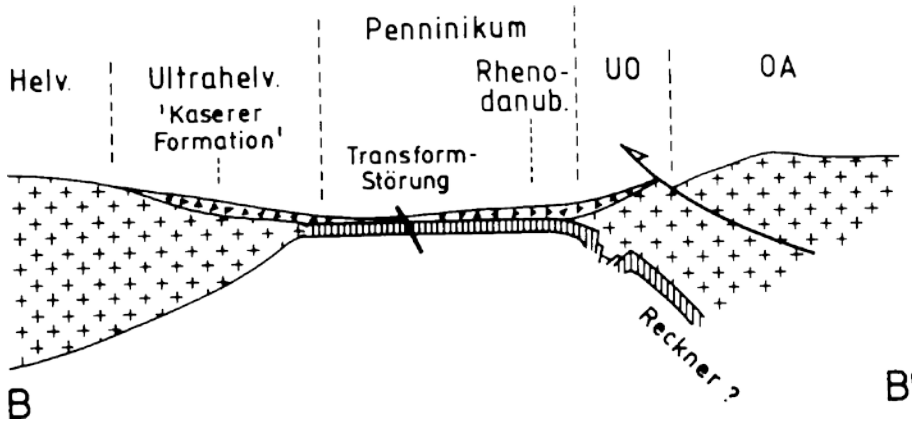


Abb. 7: Profil im Bereich des Tauernquerschnitts im Maastrichtium (in Abb. 5 mit B-B' eingezeichnet).

Fig. 7: Profile through the Tauern Window in Maastrichtian times (in Fig. 5 indicated with B-B').

(OBERHAUSER 1983) des Unterengadiner Fensters bekannt. Spätestens dann ist der frühere südpenninische Raum geschlossen, vermutlich ist auch schon die Tasnaschwelle fast vollständig überfahren. Im Oberen Eozän dürfte auch das Nordpenninikum geschlossen werden, da keine jüngeren Sedimente als Untereozän bekannt sind (NÄNNY 1948, WEH 1998). Weitere Hinweise für eine vollständige Schließung des Nordpenninikums könnten radiometrische Alter von 26 bis 35 Ma für die Metamorphose der Pfundser Serie des Unterengadiner Fensters (THÖNI 1981, 1999; BERTLE unveröffentl.) geben.

Der Verfasser möchte darauf hinweisen, daß die oben beschriebene Beheimatung des Rhenodanubikums im Gebiet des Wienerwald-Flysch auf Schwierigkeiten stößt, da hier mehrere Tiefseetröge unterschieden werden (z. B. FAUPL & WAGREICH 1992). Vielleicht setzt dort wieder ein der Tasnaschwelle ähnlicher Krustensplitter (= Pieniden ?, vgl. OBERHAUSER 1995, FAUPL & WAGREICH 1992) ein, wodurch sich die Situation im Osten zumindest teilweise erklären ließe.

### Dank

Der Autor dankt Herrn Dr. R. Oberhauser (Wien), Prof. F. Allemann (Bern) für Fossilbestimmungen und die Kontrolle eigener Bestimmungen sowie für viele Diskussionen sowie P. Nänny für die Anregung die Schichtfolge am Piz Roz mit der Gyrenspitz-Formation zu vergleichen. A. Hammermüller und K. Karisch (Univ. Wien) fertigten viele exzellente Dünnschliffe an. Univ. Prof. P. Faupl untersuchte eine Probe auf Schwerminerale. Der Universität Wien sei für ein Förderungsstipendium und ein Auslandsstipendium gedankt. Ohne diese finanzielle Hilfe wäre diese Arbeit unmöglich gewesen. Leo Leitner fertigte die Zeichnungen an. M. Wagreich und R. Oberhauser korrigierten erste Fassungen dieser Arbeit.

### Literatur

- BERTLE, H. (1972): Zur Geologie des Fensters von Gargellen und seines kristallinen Rahmens. - Mitt. Ges. Geol. Bergbaustud., 22: 1-60, Wien.
- BERTLE, R.J. (2000): Zur Geologie und Geochronologie um Alp Trida (Samnaun/Schweiz) einschließlich ingenieurgeologischer Fragen der Gebirgsauflösung und des Permafrosts. - Unveröffentl. Dipl.-Arb. Univ. Wien, 1-415, Wien
- BOUSQUET, R. (1998): L'exhumation des roches métamorphiques de haute pression – basse température: de l'étude de terrain à la modélisation numérique. Exemple de la fenêtre de l'Engadine et du domaine valaisan dans les Alpes Centrales. - Orsay N° D'Ordre: 5422. Dissertation Université de Paris XI – Orsay.
- CADISCH, J., EUGSTER, H. & WENK, E. (1968): Geologischer Atlas der Schweiz 1 : 25.000, Blatt 44 Scuol, Schuls-Tarasp. - Schweiz. Geol. Komm. (mit Erläuterungen), Bern.
- CARON, M. (1985): Cretaceous planktic foraminifera. - (In: BOLLI, H.M., SAUNDERS, J.B. & PERCH-NIELSEN, K. (Eds.): Plankton Stratigraphy), Vol 1, 17-86, Cambridge University Press.
- DECROUEZ, D. (1989): Generic Ranges of Foraminifera. - Rev. Paléobiol., 8/1: 263-321, Genève.
- FAUPL, P. & WAGREICH, M. (1992): Cretaceous flysch and pelagic sequences of the Eastern Alps: correlations, heavy minerals, and palaeogeographic implications. - Cret. Research, 13: 387-403.
- FLORINETH, D. & FROITZHEIM, N. (1994): Transition from continental to oceanic basement in the Tasna nappe (Engadine window, Graubünden, Switzerland): evidence for early Cretaceous opening of the Valais ocean. - Schweiz. Min. Pet. Mitt., 74: 437-448, Zürich.
- FUCHS, G. & OBERHAUSER, R. (1990): Geologische Karte der Republik Österreich 1 : 50.000, Blatt 170 Galtür. - Geol. B.-A., Wien.
- HAMMER, W. (1914): Das Gebiet der Bündner Schiefer im tirolischen Oberinntal. - Jb. Geol. R.-A., 64: 443-556, Wien.
- HESSE, R. (1973): Flysch-Gault und Falknis-Tasna-Gault (Unterkreide): Kontinuierlicher Übergang von der distalen zur proximalen Flyschfazies auf einer penninischen Trogebene der Alpen. - Geologica et Palaeontologica, Sb. 2: 1-90, Marburg/Lahn.
- NÄNNY, P. (1948): Zur Geologie der Prätigauschiefer zwischen Rhätikon und Plessur. - Diss. ETH Zürich, 1-128, Zürich.
- OBERHAUSER, R. (1980) (Ed.): Der Geologische Bau Österreichs. - 1-701, (Springer) Wien.

- OBERHAUSER, R. (1983): Mikrofossilfunde im Nordwestteil des Unterengadiner Fensters sowie im Verspalaflysch des Rätikon. - Jb. Geol. B.-A., **126/1**: 71-93, Wien.
- OBERHAUSER, R. (1995): Zur Kenntnis der Tektonik und der Paläogeographie des Ostalpenraumes zur Kreide-, Paleozän- und Eozänzeit. - Jb. Geol. B.-A., **138/2**: 369-432, Wien.
- PAULCKE, W. (1910): Tertiär im Antirhätikon. - Zbl. Min. Geol. Paläont., **17**: 540-548, Stuttgart.
- REMANE, J. (1985): Calpionellids. - (In: BOLLI, H.M., SAUNDERS, J.B. & PERCH-NIELSEN, K. (Eds.): Plankton Stratigraphy), Vol. 1, 555-572, Cambridge University Press.
- RUDOLPH, J. (1982): Tieferes Tertiär im oberen Fimbartal. - N. Jb. Geol. Palaeont. Mh., **1982**: 181-183, Stuttgart.
- SCHILLER, W. (1906): Geologische Untersuchungen im östlichen Unterengadin. II. Piz Lad-Gruppe. - Ber. Naturforsch. Ges. Freiburg i. Breisgau, **16**: 108-163, Freiburg i. Breisgau.
- SCHUBERT, R.J. (1910): Über das „Tertiär im Antirhätikon“. - Verh. k.k. Geol. R.-A., **1910**, **14**: 328, Wien.
- SCHWIZER, B. (1984): Die Tristel-Formation. - Unveröff. Diss. Univ. Bern, 1-185, Bern.
- STAMPFLI, G.M. (1993): Le Brianconnais, terrain exotique dans les Alpes? - Ecl. Geol. Helv., **86/1**: 1-45, Basel.
- STOECKHERT, B., RÖSNER, G., KÜSTER, M., HEIDER, M., GUNDLACH, K. & RICHTER, D.K. (1990): High-Pressure Metamorphism of the Mesozoic Sediments in the Lower Engadine Window, Eastern Alps. - Terra Abstracts, **2**: 34, (Blackwell) Graz.
- THÖNI, M. (1981): Degree and Evolution of the Alpine Metamorphism in the Austroalpine Unit W of the Hohe Tauern in the light of K/Ar and Rb/Sr Age Determinations on Micas. - Jb. Geol. B.-A., **124/1**: 111-174, Wien.
- THÖNI, M. (1999): A review of geochronological data from the Eastern Alps. - Schweiz. Mineral. Petrogr. Mitt., **79/1**: 209-230, Zürich.
- THUM, I. (1966): Zur Geologie des Unterengadiner Fensters (im Raume Spieß – Nauders / Oberinntal). - Unveröff. Diss. Univ. Wien, 1-169, Wien.
- THUM, I. & NABHOLZ, W. (1972): Zur Sedimentologie und Metamorphose der penninischen Flysch- und Schieferfolgen im Gebiet Prättigau-Lenzerheide-Oberhalbstein. - Beitr. Geol. Karte Schweiz N.F., **144**, Bern.
- TOLLMANN, A. (1987): Neue Wege in der Ostalpengeologie und die Beziehungen zum Ostmediterrän. - Mitt. österr. geol. Ges., **80**: 47-113., Wien.
- TORRICELLI, G. (1956): Geologie der Piz Lad – Piz Ajüz-Gruppe (Unterengadin). - Jb. Naturforsch. Ges. Graubünden, **85**: 1-83, Chur.
- UCKI, F.H. (1966): Zur Geologie der nördlichen und östlichen Umgebung von Pfunds im Oberinntal/Tirol (Unterengadiner Fenster). - Unveröff. Diss. Phil. Fak. Univ. Wien, 1-224, Wien.
- UCKI, F.H. (1993): Das Unterengadiner Fenster. - (In: Geologie des Oberinntaler Raumes – Schwerpunkt Blatt 144 Landeck, Arbeitstagung Geol. B.-A.), 93-108, Wien.
- WAGNER, C.W. (1964): Manual of Larger Foraminifera – Generic Determination and Stratigraphic Value. - Bataafse Internationale Petroleum Maatschappij N.V. Exploration and Production. The Hague.
- WEH, M. (1998): Tektonische Entwicklung der penninischen Sediment-Decken in Graubünden (Prättigau bis Oberhalbstein). - Unveröff. Diss. Univ. Basel, 1-296, Basel.

---

## Tafel

- 1: (Zebblasjoch – Piz Roz). Achsialer oder subachsialer Schnitt durch *Orbitoides* sp. oder *Lepidorbitoides* sp. Man erkennt die Zentralkammern und einige Lateralkammern (Bildbreite ~2,5 mm).
- 1: (Zebblasjoch – Piz Roz). Axial to subaxial section through *Orbitoides* sp. or *Lepidorbitoides* sp (size ~2,5 mm).
- 2: (Zebblasjoch – Piz Roz). Achsialschnitt durch *Globotruncana* ex.gr. *arca*. Die Kammerwände bestehen aus Quarz. Man beachte die starke Veränderung der Breccien-komponenten (ausgefranzte Körner) infolge Metamorphose. (Bildbreite ~2,5 mm).
- 2: (Zebblasjoch – Piz Roz). Axial section through *Globotruncana* ex. gr. *arca*. The foram ist built up by quartz. The componentes of the breccie reacted with the matrix as some metamorphism overprinted this rock (size ~2,5 mm).
- 3: wie Foto 2, jedoch Bildbreite ~0,9 mm.
- 3: Like photo 2, size ~0,9 mm.
- 4: (Zebblasjoch – Piz Roz). *Quinqueloculina* sp.; Die Schale besteht durch metamorphosebedingte Umkristallisation aus Quarz. Es besteht ein kontinuierlicher Übergang ins Wirtgestein des Fossils (Bildbreite ~2,3 mm).
- 4: (Zebblasjoch – Piz Roz). *Quinqueloculina* sp.. The wall of the foram recrystallized to quartz. There is a continous transition from the fossil to the host rock (size ~2,3 mm).
- 5: (Saderer Joch). *Calpionella* sp. in Breccienkomponente. Die metamorphe Überprägung des Gesteins kommt durch die Druckzwillinge in der Crinoide zum Ausdruck. Die Lamellen lassen sich von der Crinoiden-komponente bis in den früheren Zement (jetzt sparitisches Karbonat) verfolgen (Bildbreite ~0,75 mm).
- 5: (Saderer Joch). *Calpionella* sp. as inclusion of a clast of a breccia (size ~0,75 mm).
- 6: (Saderer Joch). *Quinqueloculina* sp. Man beachte die starke Deformation des Fossils (Bildbreite ~2,5 mm).
- 6: Strongly deformed *Quinqueloculina* sp. (size ~2,5 mm).
- 7: (Saderer Joch). Rest einer Bryozoe (Bildbreite ~2,5 mm).
- 7: (Saderer Joch). Relict of a bryozoan (size ~ 2,5 mm).



