

10756,6°

→ online

## Exkursion 5:

**Radiolaritbeckenentwicklung  
in den Nördlichen Kalkalpen**

**Exkursionsleitung:  
Hans-Jürgen Gawlick**

**Exkursionsführer**

**PAINGEO**  **AUSTRIA** | 28-30/6/2002



## **Die jurassischen Radiolaritbecken in den Nördlichen Kalkalpen**

**Exkursionsführer**

**Hans-Jürgen GAWLICK**

mit 18 Abbildungen

Anschrift des Verfassers:  
Hans-Jürgen GAWLICK  
Montanuniversität Leoben  
Institut für Geowissenschaften:  
Prospektion und Angewandte Sedimentologie  
Peter-Tunner-Straße 5  
8700 Leoben  
Österreich.  
[gawlick@unileoben.ac.at](mailto:gawlick@unileoben.ac.at)

# Einleitung

## Der kalkalpine Sedimentationsverlauf und die plattentektonische Geschichte der Nördlichen Kalkalpen vom Perm bis in die Unter-Kreide

Im frühen Riftstadium, das durch Ausdünnen der kontinentalen Lithosphäre gekennzeichnet ist, werden im Perm teils kontinentale (alpiner Verrucano) teils saline Bildungen (Haselgebirge) abgelagert (z. B. TOLLMANN 1976a, b, 1985, PAK & SCHAUBERGER 1981, SCHAUBERGER 1979, 1986, SPÖTL 1989).

In der darauf folgenden kalkalpinen Sedimentationsgeschichte folgt die Entwicklung der Fazieszonen der Trias der Nördlichen Kalkalpen dem Trend der tektonischen Entwicklung in der nordwestlichen Tethys. Transgressionen, Subsidenz und synsedimentäre Bruchtektonik greifen kontinuierlich von Südosten nach Nordwesten vor (z. B. FRISCH 1979, TOLLMANN 1985, ZIEGLER 1988, MARCOUX & BAUD 1996).

Im Skyth sind zwei Haupttypen mariner Ablagerungen als Bildungen eines flachen Schelfmeeres ausgebildet: stark terrigen-klastisch beeinflusster Alpiner Buntsandstein in Landnähe (z. B. KRÄINER 1985, STINGL 1989), vorwiegend im Westabschnitt der Nördlichen Kalkalpen, und die Schlammsedimente der Werfener Schichten in Richtung Tethys, vorwiegend im Mittel- und Ostabschnitt der Nördlichen Kalkalpen (z. B. TOLLMANN 1976a, 1985, MOSTLER & ROSSNER 1984). Die Dreigliederung der Werfener Schichten in Quarzite und Sandsteine an der Basis, darüber folgende mächtige Werfener Schiefer und geringmächtige Werfener Kalke im Hangenden zeigt den generell abnehmenden Festlandeinfluß und den transgressiven Trend der Tethys an. Diese Flachwasserkarbonate schnüren im Verlauf des höheren Skyth den noch stark terrigen beeinflussten Werfener Faziesraum von der Tethys ab, so daß sich vom Grenzbereich Skyth zum Anis ein lagunärer Flachwasserkarbonatfaziesraum (= Karbonatrampe) ausbreiten kann (z. B. MOSTLER & ROSSNER 1984).

An der Grenze vom Skyth zum Anis setzt über der detritischen Werfener Folge die Karbonatbildung mit den Werfener Kalken (MOSTLER & ROSSNER 1977, TOLLMANN 1985) und den meist dunkelgrauen bis schwarzen Gutensteiner Schichten (Reichenhaller Niveau) ein, die das Sediment einer seichten, eingeschränkt durchlüfteten Ruhigwasserentwicklung sein sollen (z. B. PLÖCHINGER 1983, KRYSZYN & LEIN 1996). Randlich kommt es z. T. zur Bildung einer Salinarfazies (SCHAUBERGER & ZANKL 1976). Die Werfener Kalke und der Gutensteiner Dolomit umfassen den Zeitraum Ober-Skyth bis Mittel-Anis (z. B. MOSTLER & ROSSNER 1984, TOLLMANN 1985, KRYSZYN & LEIN 1996). Aus der im tieferen Anis noch undeutlich differenzierten Fazieszonierung innerhalb der Karbonatrampe der Gutensteiner Schichten entwickelt sich im höheren Anis zunächst die Karbonatrampe des Steinalmkalkes/-dolomites (z. B. SCHLAGER & SCHÖLLNER 1974, KRYSZYN & LEIN 1996). Darüber folgen über der sich eintiefenden Karbonatrampe der Steinalmkalk/-dolomit-Entwicklung zunächst pelagisch beeinflusste Kalke und Dolomite (Reiflinger Formation i. w. S.). Die Reiflinger Schichten umfassen stratigraphisch den Zeitraum vom höheren Anis bis in das höhere Ladin. Im Ober-Ladin beginnt mit der Progradation der Wettersteinkarbonatplattform von Süden her die zweite Ausdehnungsphase flachmariner Plattformkarbonate, aus der sich über das Stadium einer verstreuten Karbonatrampe (BRANDNER & RESCH 1981) im Unter-Karn die in Becken, Riff und Lagune gegliederte Wettersteinkarbonatplattform s. str. entwickelt (KRYSZYN & LEIN 1996).

Die durch Tektonik und Meeresspiegelschwankungen geprägte Sedimentationsgeschichte (siehe u. a. BECHSTÄDT & MOSTLER 1976, BRANDNER 1984, LEIN 1985, TOLLMANN 1985, KRYSZYN 1991) der Mittel-Trias-Karbonatplattformen und -rampen (z. B. Steinalmkarbonatrampen- und Wettersteinkarbonatplattformentwicklung i. w. S.) beginnt im höheren Anis und endet mit der Schüttung des terrigenen, siliziklastischen Materials der Raibler Schichten im höheren Unter-Karn (Reingrabener Wende - SCHLAGER & SCHÖLLNER 1974).

Im Raibler Niveau des höheren Unter-Karn ist die Riffentwicklung (= Karbonatproduktion) durch die Schüttung von terrestrischem Material stark eingeschränkt. Nur im heute südlichen Kalkhochalpinen Faziesraum werden auf einer Schwellenregion noch Seichtwasserkarbonate gebildet. Dieser Seichtwasserkarbonatgürtel wird von quer streichenden Rinnen durchzogen, durch die feinkörniges, siliziklastisches Material in die Hallstätter Zone geschüttet wird (Leckkogelschichten; vgl. DULLO & LEIN 1982). Die Hauptmenge des siliziklastischen Materials wird im Kalkvorlpinen Faziesraum als Lunzer Schichten abgelagert (TOLLMANN 1976a, 1985).

Im Tuval, d. h. im höheren Karn entwickelt sich zunächst eine Karbonatrampe über den Raibler Schichten, die faziell gegliedert ist in die gemischt terrigen-karbonatische Opponitzer Formation im Kalkvorlpinen Dachsteinkalkfaziesraum, die Waxeneck Formation (LEIN in KRYSZYN et al. 1990) im Kalkhochalpinen Dachsteinkalkfaziesraum und geringfügig terrigen verunreinigte pelagische Sedimente im Zlambachfaziesraum sowie im Hallstätter Salzbergfaziesraum. Aus dieser Karbonatrampe entwickelt sich allmählich vom höchsten Tuval bzw. tieferen Lac an die in Lagune, Riff und Becken gegliederte Dachsteinkalkkarbonatplattform mit dem Hauptdolomit (z. B. CZURDA & NICKLAS 1970, FRUTH & SCHERREICKS 1985), dem gebankten Dachsteinkalk (z. B. FISCHER 1964, 1975, HAAS 1991), dem Dachsteinriffkalk (z. B. ZANKL 1962, 1968, 1969, ZAPPE ab 1963, FLÜGEL 1962, 1981) und der Hallstätter Zone.

Die räumliche Ausdehnung der Flachwasserareale wird vom höheren Nor an auf Grund der tektonischen Umstellung im Kalkhochalpinen Faziesraum stark eingeengt (u. a. LEIN 1985, 1987a). Im Süden transgrediert die

Hallstätter Zone, im Norden entwickelt sich ab höherem Sevat das Kössener Becken im Bereich der Lagune der Dachsteinkalkkarbonatplattform (z. B. FABRICIUS 1966, GOLEBIOWSKI 1990, 1991).

Im unteren Rhät entwickeln sich am Südrand des Kössener Beckens Riffe (z. B. SCHÄFER 1979, SCHÄFER & SENOWBARI-DARYAN 1981) bzw. eine Karbonatrampe (STANTON & FLÜGEL 1989, 1995), die nach Norden über das Kössener Becken progradiert (GOLEBIOWSKI 1990, 1991). Südlich davon entwickelt sich eine offene Plattform, durch die feinkörniges siliziklastisches Material vom Kössener Becken in die Hallstätter Zone transportiert wird. Hier werden im Rhät die terrigenreichen Zlambachschichten abgelagert.

Im Jura werden die tethyalen Grundmuster in den Nördlichen Kalkalpen durch das beginnende Rifting im Penninischen Ozean nördlich bzw. nordwestlich (vgl. KRISTYN & LEIN in HAAS et al. 1995) des Ostalpins überprägt. Während sich auf der einen Seite das Ostalpin von Europa abzuspalten beginnt, endet im Trias/Jura-Grenzbereich das Riffwachstum infolge eines Massensterbeereignisses. Die in der Ober-Trias großräumig gegliederte Dachsteinkalkkarbonatplattform mit einer rekonstruierbaren Verteilung der Fazieszonen (z. B. ZANKL 1971) wird im Lias durch die anhaltende tektonische Subsidenz von einer Pelagischen Plattform abgelöst.

Im Lias entsteht im Bereich der Ober-Trias-Plattform ein faziell sehr differenzierter Ablagerungsraum (z. B. BERNOULLI & JENKYN 1974, BÖHM 1989, 1992, BÖHM et al. 1995, MOSTLER et al. 1989, KRAINER & MOSTLER 1997, KRAINER et al. 1994, EBLI 1997). Spaltenbildung ist häufig (z. B. SCHÖLL & WENDT 1971). Analog zu der lithofaziellen Entwicklung in der Hallstätter Zone der Trias werden im Lias kondensierte Rotkalke (Adneter Kalke - BERNOULLI & JENKYN 1970, FISCHER 1969, WENDT 1969, 1970, BÖHM 1992) und Graukalke (Allgäuschichten - JACOBSHAGEN 1964, 1965, BÖHM 1992) abgelagert (u. a. HALLAM 1971). Im höheren Lias erfolgt durch die fortschreitende Öffnung des Penninischen Ozeans mit Ozeanbodenbildung ab dem Dogger (z. B. WEISSERT & BERNOULLI 1985) eine fazielle Umstellung des kalkalpinen Ablagerungsraumes (z. B. BÖHM 1992, BÖHM et al. 1995). Vom höheren Lias an kennzeichnen stark kondensierte hemipelagische Karbonate (z. B. KRISTYN 1971) und z. T. kieselige Karbonate das Ablagerungsmilieu.

Die im Lias und Dogger ausgebildete Pelagische Plattform (z. B. WENDT 1988) mit kondensierter Sedimentation stellt in der strukturellen Entwicklung des Passiven Kontinentalrandes der Nördlichen Kalkalpen das Zwischenglied zwischen der Frühphase der Sedimentation der mächtigen triassischen Karbonatplattformen und der abschließenden Flyschphase im ausgehenden Mittel- und frühen Ober-Jura dar.

Vom höheren Dogger (Callovium) an ändert sich im Bereich des Tethysnordwestrandes das Sedimentationsgeschehen grundlegend (Ruhpoldinger Wende nach SCHLAGER & SCHÖLLNERBERGER 1974). Eine genaue zeitliche Einstufung des Einsetzens der kieseligen Sedimentation (Ruhpolding Formation i. w. S.) war früher auf Grund der oft sehr stark kondensierten Profile oder auf Grund des Auftretens von Hartgründen in den roten pelagischen Kalken des Lias und Dogger nicht exakt zu erfassen (Zusammenstellung in DIERSCHKE 1980, vgl. KRISTYN 1971, MANDL 1982). Zudem sind stratigraphisch aussagekräftige Faunen nur in sehr wenigen Profilen erhalten (HUCKRIEDE 1971, DIERSCHKE 1980, GAWLICK et al. 1999a). Ausführliche Zusammenfassungen über die Radiolarit sedimentation und deren stratigraphische Einstufung im Bereich der Tethys geben in neuerer Zeit u. a. WINTERER & BOSELLINI (1981), JENKYN & WINTERER (1982), BAUMGARTNER (1984, 1987), DE WEVER (1989), BAUMGARTNER et al. (1995 - cum lit.) und DE WEVER et al. (1996). Im Bereich der Nördlichen Kalkalpen, speziell für den Mittelabschnitt der Nördlichen Kalkalpen, sind neuere Bearbeiter DIERSCHKE (1978, 1980), VECSEI et al. (1989), GAWLICK (1996), GAWLICK & SUZUKI (1999) und GAWLICK et al. (1999a, b).

Im zentralen Mittelabschnitt (Salzburger und Berchtesgadener Kalkalpen) wurden die Kieselsedimente mit ihren eingelagerten Brekzienkörpern und Gleitschollen in neuerer Zeit von GAWLICK & SUZUKI (1999), GAWLICK et al. (1999), MISSONI et al. (2001), GAWLICK et al. (in Druck) untersucht, stratigraphisch mit Hilfe von Radiolarienfaunen eingestuft und den einzelnen Radiolaritformationen zugeordnet:

- a) Strubberg-Formation: Callovium bis Mittel-(?Ober-)Oxfordium
- b) Tauglboden-Formation: Kimmeridgium bis Unter-Tithonium
- c) Sillenkopf-Formation: Kimmeridgium bis ?Unter-Tithonium
- d) Ruhpoldinger Radiolarit i. e. S.: Callovium bis Oxfordium (?Kimmeridgium)

Über den Radiolariten folgen stratigraphisch die Karbonate der Ober-Jura Karbonatplattform bzw. deren Äquivalente: Oberalmer Schichten (?Kimmeridgium bis Tithonium; STEIGER 1992 - cum lit.), Plassenkalk (Kimmeridgium - bis Berriasium: SCHLAGINTWEIT, GAWLICK & LEIN 2002; vgl. TOLLMANN 1985 - cum lit.: ab höherem Oxfordium), Tressensteinkalk (?höheres Oxfordium bis Tithonium; vgl. TOLLMANN 1985 - cum lit.), Barmsteinkalke (?Kimmeridgium bis Tithonium; STEIGER 1992 - cum lit.). Innerhalb der Oberalmer Schichten wechsellagern dünnbankige, mikritische Kalke mit mächtigen, oft grobklastischen Kalkschuttströmen, den Barmsteinkalken (STEIGER 1981). Die Barmsteinkalke sind meist Fluxoturbidite und Turbidite, die aus Flachwasserkarbonatplattformmaterial bestehen und den Oberalmer Schichten in mehreren charakteristischen Lagen zwischengeschaltet sind. Die stellenweise mehr als 800 m mächtigen Flachwasserkarbonatsedimente (Plassenkalk am Plassen - SCHLAGINTWEIT, GAWLICK & LEIN in Druck) haben sich z. T. auf isolierten Hochzonen, meist am Top von Gleitschollen oder tektonisch gebildeten Hochzonen des Kalkvorlpin, gebildet. Zwischen dem Plassenkalk und den Barmsteinkalken sollen die Tressensteinkalke als Riff flankenfazies vermitteln (RASSER & FENNINGER 2002).

Diese oberjurassischen Flachwasser- und Tiefwasserkarbonate überlagern diskordant die Beckenfüllungen des Radiolaritniveaus und sedimentieren die im aus dem Kalkhochalpinen Raum eingegleiteten Schollen zu (jurassische Neoautochthonie, z. B. MANDL 1984).

Bereits im höheren Ober-Jura, besonders aber im Verlauf der Unter-Kreide wird die Karbonatsedimentation allmählich durch siliziklastischen Schüttungen abgelöst (Sillenkopf-Formation - MISSONI et al. 2001; Schrambachschichten - TOLLMANN 1985 - cum lit.; Roßfeldschichten - u. a. FAUPL & TOLLMANN 1979, DECKER et al. 1987, SCHWEIGL & NEUBAUER 1997c). Schwermineraluntersuchungen (POBER & FAUPL 1988, FAUPL & POBER 1991) in den Roßfeldschichten belegen die Erosion des im frühen Ober-Jura akkretionierten Tethys-Ozeans, dessen Gesteine ab der mittleren Unter-Kreide durch Hebung und Erosion freigelegt worden sind (vgl. dazu v. EYNATTEN 1996, v. EYNATTEN et al. 1996).

## Die Exkursionspunkte

Die Genese und sedimentäre Füllung der Radiolaritbecken in den Nördlichen Kalkalpen (Callovium – Tithonium) hat sich in letzter Zeit als Schlüssel für die Interpretation der geodynamischen Vorgänge im Bereich der Nördlichen Kalkalpen im Ober-Jura herausgestellt. Am Beispiel der polyphasen Radiolarit-Beckenentwicklung im zentralen Mittelabschnitt der Nördlichen Kalkalpen (Lammer, Sillenkopf und Tauglboden Becken) wird gezeigt, daß sich die Beckenachsen durch Raum und Zeit vom Südrand der Nördlichen Kalkalpen in den zentralen Teil verlagern und daß diese Becken langgezogene Tiefseegräben mit karbonatlastischen flyschoiden Beckenfüllungen vor herannahenden Deckenfronten darstellen. Die Kieselsedimente stellen dabei die Matrix von Brekzienkörpern, großen Gleitschollen und Decken dar. Das umgelagerte Material in den einzelnen Becken unterscheidet sich dabei in seiner Herkunft. Die tektonischen Vorgänge, die im Ober-Jura zu der Entstehung der Radiolaritbecken und deren Füllung führten, werden diskutiert.

### Das Lammer Becken

Die spät mittel- bis früh-oberjurassische Beckenfüllung des Lammer Beckens liegt geographisch im Zentrum des Mittelabschnittes der Nördlichen Kalkalpen. Den nördlichen Rahmen bildet die Osterhorngruppe. Im Süden wird das Lammer Becken im Westteil durch das Hagengebirge, im zentralen und Ostteil durch das Tennengebirge begrenzt.

Im Bereich des Lammer und Sillenkopf Beckens kann von der Ober-Trias bis in den Ober-Jura folgende sedimentäre Entwicklungsgeschichte rekonstruiert werden (Genaueres in GAWLICK 1996, 2000): In der Ober-Trias ist sowohl am Tennengebirgsnordrand als auch am Osterhorngruppensüdrand eine typische Kalkvorpaline Faziesentwicklung erhalten. Am Tennengebirgs- und Hagengebirgsnordrand folgen über dem gebankten, in Loferer Fazies ausgebildeten norischen Dachsteinkalk gebankter Dachsteinkalk ohne Algenlaminite und Auftauchhorizonte, darüber Einlagerungen von Kössener Schichten, die im Hangenden von megalodontenführendem, gebanktem, rhätischem Dachsteinkalk überlagert werden. Am Osterhorngruppensüdrand wird der unternorische Hauptdolomit von einer Kalk/Dolomit-Wechselfolge (Plattenkalk) überlagert, die allmählich in gebankten, megalodontenführenden Dachsteinkalk übergeht. Im Hangenden entwickeln sich unter Einlagerung von Detrituskalken und Mergellagen die Kössener Schichten, die von rhätischem Dachsteinkalk überlagert werden.

Von der Trias/Jura-Grenze an beginnt die Ober-Trias Karbonatplattform zu ertrinken. Die fazielle Ausbildung der einzelnen liassischen Schichtglieder weist am Tennengebirgsnordrand auf ein im Norden gelegenes unterjurassisches Riftbecken hin, stellenweise wahrscheinlich mit Halbgrabenstruktur. Im proximalen Bereich belegen liassische Spalten den sich dehnenden Ablagerungsraum und weisen auf eine nördlich gelegene oberliassische Bruchzone hin. Am östlichen Tennengebirgsnordrand treten als Anzeiger für steile Hänge an der Basis Megabrekzien auf, die fast ausschließlich aus Dachsteinkalkkomponenten und großen Dachsteinkalkblöcken bestehen. Am westlichen Tennengebirgsnordrand belegen Liashornsteinknollenkalke die tieferen Beckenbereiche (vgl. auch BÖHM 1992). Die Liassedimentation konnte stratigraphisch bis in das Toarcium belegt werden (GAWLICK 1996), Aalenium bis Bathonium (vgl. GAWLICK & SUZUKI 1999) konnten stratigraphisch nicht nachgewiesen werden. Am Südrand der Osterhorngruppe reicht die stark deformierte Schichtfolge aus Rot- und Graukalken bis in den höheren Lias, Brekzienkörper mit Dachsteinkalkkomponenten fehlen.

Vom Callovium an wird die Sedimentation am Tennengebirgs-/Hagengebirgsnordrand vor allem von der stark erhöhten tektonischen Subsidenz im Bereich des Lammer Beckens und den Veränderungen am Kalkalpensüdrand kontrolliert. Als Äquivalent des Schwarzen Radiolarites im Norden (Osterhorngruppe) werden im Lammer Becken vom tieferen Callovium bis zum mittleren Oxfordium die Strubbergsschichten abgelagert (GAWLICK 1996, GAWLICK & SUZUKI 1999). Die Mächtigkeit der Beckenfüllung, die als intrakontinentale Tiefseegrabenfüllung interpretiert wird (GAWLICK ab 1991), erreicht insgesamt 1500-2000 Meter: im Liegenden dominieren gebankte Kieselkalke bis Radiolarite und dünnsschichtige Mergel, im Hangenden sind mächtige Brekzienkörper und Gleitschollen in die

Strubbergsschichtenfolge eingelagert, die die ersten Ablagerungen der herannahenden Subduktionsfront repräsentieren (GAWLICK et al. 1999a).

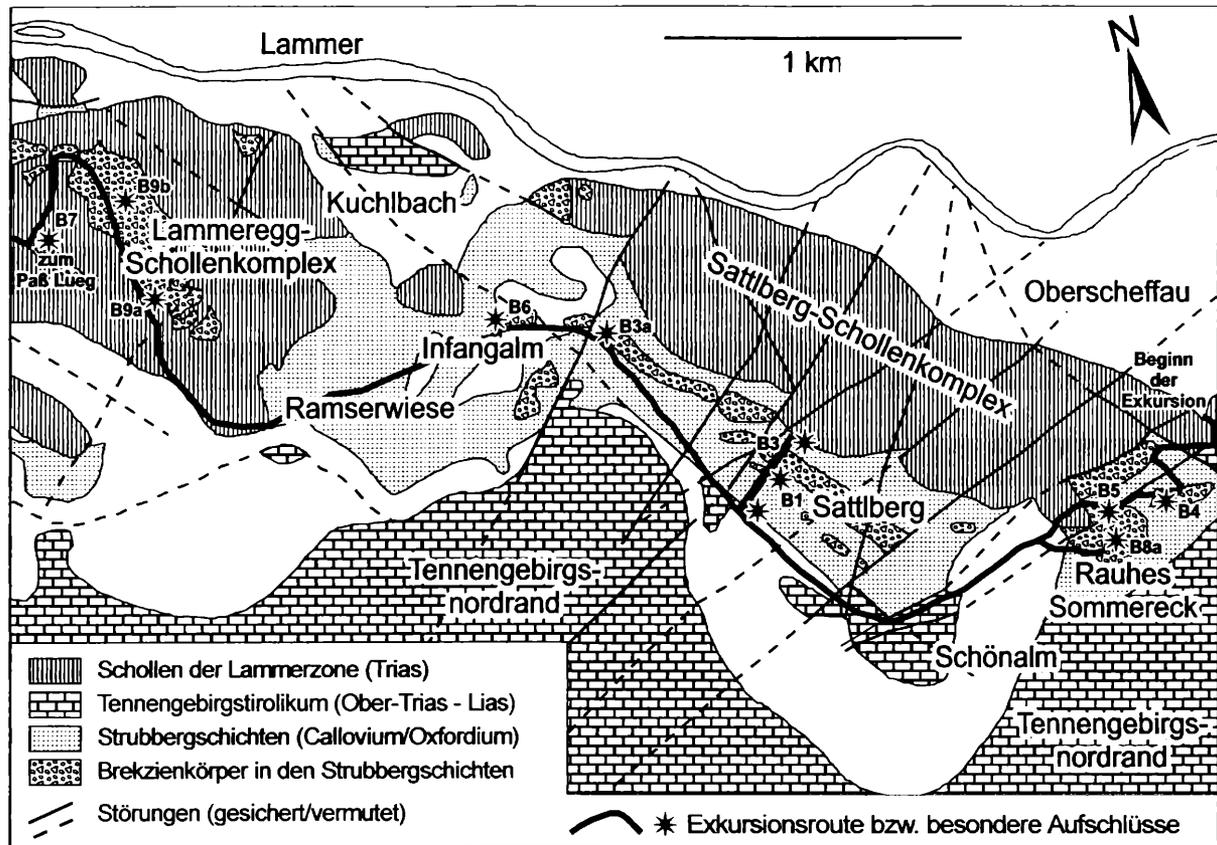


Abb. 1: Exkursionsroute durch das Lammer Becken und Lage der ausgewählten Aufschlüsse.

## Strubbergsschichten

### Lithologie der Strubbergsschichten

Die Strubbergsschichten bestehen aus lithologisch und lithofaziell sehr heterogen zusammengesetzten Sedimenten (Abb. 5):

#### 1) Kalke, Kieselkalke und Radiolarite

a) Geschichtete Sedimenttypen: oft laminiert, die einzelnen Laminae meist ohne erosiven Basiskontakt. Zwischengeschaltet sind oft bis zu zwei Zentimeter mächtige turbiditische, gradierte Lagen. An der Basis dieser gradierten Lagen oft mit Anreicherung von Erzkörnern, selten mit erosivem Basiskontakt, selten „flame structures“. Schrägschichtung ist nur selten vorhanden. Syntsedimentäre Rutschfallen sind häufig. Meist treten radiolarienführende Sedimente auf, selten ist das Gefüge radiolariengestützt; Filamente sind selten. Daneben treten fossilfreie Sedimente auf.

b) Nicht geschichtete, texturell homogene Sedimente: fast immer radiolarienführende Sedimente. Schwammnadeln sind selten. Syntsedimentäre Rutschfallen fehlen meist.

#### 2) Mergel und Mergelkalke

a) Meist dünn geschichtete, selten texturell homogene Sedimente: oft mit syntsedimentären Rutschfallen, selten bioturbat, selten laminiert. Meist treten radiolarienführende Sedimenttypen auf, selten ist das Gefüge radiolariengestützt; Filamente sind selten. Daneben treten fast fossilfreie Sedimente auf.

b) Manganreiche Sedimente, lithofaziell wie a).

### 3) Resedimente

Intraformationale Brekzienlagen, die Fragmente fast aller Lithofaziestypen der Sedimenttypen 1) und 2) als Komponenten führen. Polymiktes, parautochthones Komponentenspektrum. Die einzelnen Klasten sind meist angerundet bis gerundet, selten eckig. Daneben treten Crinoidenschuttlagen auf.

### 4) Grobarenitische, gradierte Folgen und Feinbrekzien

Mit Bankmächtigkeiten zwischen 30 cm und 70 cm. Die einzelnen Bänke sind meist durch den Sedimenttyp 2) voneinander getrennt. Oft sehr crinoidenreich, gradiert. Innerhalb dieser Folgen sind oft bis zu einem Meter mächtige, matrixgestützte Brekzienkörper (Sedimenttyp 5) eingeschaltet.

### 5) Polymikte Brekzienkörper

Allochthones Komponentenmaterial aus dem Hallstätter Faziesraum dominiert (vgl. GAWLICK 1996, 2000). Geländebefunde, stratigraphische und fazielle Untersuchungen charakterisieren die Gesteine, die innerhalb der Strubbergsschichtenfolge einerseits als Komponenten in Mass-Flow Ablagerungen und andererseits als große Gleitschollen eingelagert sind, als allochthon. Sowohl das Komponentenmaterial der Brekzienkörper in den Strubbergsschichten als auch die großen Gleitschollen stammen aus dem Kalkhochalpinen Ablagerungsraum, dem ehemaligen triassischen/liassischen Kalkalpensüdrand (Hallstätter Zone i. w. S.). Die Hallstätter Zone wurde vom höheren Dogger an einer konvergenten Plattengrenze zerlegt (GAWLICK et al. 1999a). Dabei wurden Brekzienkörperkomponenten und Gleitschollen mobilisiert, die in das als intrakontinentaler Tiefseegraben ausgebildete Strubbergsschichtenbecken im Kalkvoralpinen Raum zwischen Osterhorngruppe im Norden und Hagen-/Tennengebirge im Süden einglitten (GAWLICK 1996).

Innerhalb der Beckenfüllung konnten Gesteine aus allen Faziesbereichen der Hallstätter Zone nachgewiesen werden: Gesteine aus dem Kalkhochalpinen Dachsteinkalkfaziesbereich, der den Übergangsbereich zwischen Kalkvoralpiner Dachsteinkalkfazies und Hallstätter Zone s. str. markiert; Gesteine aus dem Zlambachfaziesbereich, der sich dem Kalkhochalpinen Dachsteinkalkfaziesbereich distal (beckenwärts) angeschlossen hat und Gesteine aus dem Hallstätter Salzbergfaziesbereich, der den faziiellen Übergang zur Tethys markiert. Diese faziiell unterschiedlich ausgebildeten Schichtfolgen der Hallstätter Zone liegen heute im Bereich des Lammertales über- und nebeneinander. Sie sind dabei als sedimentäre Einlagerung innerhalb der Strubbergsschichten immer an deren Auftreten gebunden.

## Die Exkursionsroute durch die Typusregion des Lammer Beckens

Die Exkursion beginnt in Oberscheffau (Abb. 1) und verläuft zuerst entlang der Schönalm Forststraße auf die Schönalm (800 m AN). Entlang der Schönalm Forststraße sind verschiedene Aufschlüsse in den Strubbergsschichten mit polymikten Brekzienkörpern (Komponentenmaterial: Pötschenschichten) aufgeschlossen. Von der Schönalm geht es auf das Rauhe Sommereck. Dort befindet sich ein großer Pötschenkalk-Olistholith, der von polymikten Brekzien unter- und überlagert wird (Komponentenmaterial: Pötschenschichten). Die weitere Exkursionsroute führt über die Schönalm zur Westseite des Sattlberges. Dort befindet sich das am besten aufgeschlossene und mit Hilfe von Radiolarienfaunen datierte Profil. Im höheren Teil sind verschiedene polymikte Brekzienkörper eingeschaltet (Komponentenmaterial: meist Pötschenschichten). Über die Infangalm (dort weitere polymikte Brekzienkörper – Komponentenmaterial: Pötschenschichten) und die Ramserwiese geht es zur Großscholle des Lammeregg-Schollenkomplexes, der von Osten aus bestiegen wird. Der Lammeregg-Schollenkomplex besteht aus zwei verschiedenen Abfolgen von Pötschenschichten und wird überlagert von verschiedenen polymikten Brekzienkörpern. Einerseits führt die Exkursion zu Brekzienkörpern, deren Komponentenmaterial aus dem Hallstätter Salzbergfaziesbereich und dem Meliatikum stammt, z. T. mit großen Schollen und andererseits zu Brekzienkörpern mit einem Komponentenmaterial aus Pötschenschichten. Diese Brekzienkörper entsprechen den Brekzienkörpern im Bereich des Profils an der Sattlberg Westseite und der Infangalm weitgehend. Über das Lammeregg führt der Weg dann weiter nach Westen Richtung Paß Lueg.

## Aufschlüsse an der Schönalm Forststraße (B4, B5)

An der Schönalm Forststraße (Oberscheffau zur Schönalm) sind einige polymikte Brekzienkörper in den Strubbergsschichten aufgeschlossen. Das Komponentenmaterial dieser Brekzienkörper an der Nordseite des Rauhen Sommereck kann aus dem Zlambachfaziesraum (Pötschenschichten i. w. S.) hergeleitet werden (Abb. 2, Abb. 3).

Die Brekzien am Nordostfuß des Rauhen Sommereck (Abb. 2, Abb. 3, Abb. 11) zwischen 760 und 770 m AN besteht vorwiegend aus Komponenten des Zlambachfaziesbereiches i. e. S. (Brekzienkörper 4 in Abb. 11). Nachweisbar ist eine lückenhaft rekonstruierbare Schichtfolge vom Tuval bis in das Sevat.

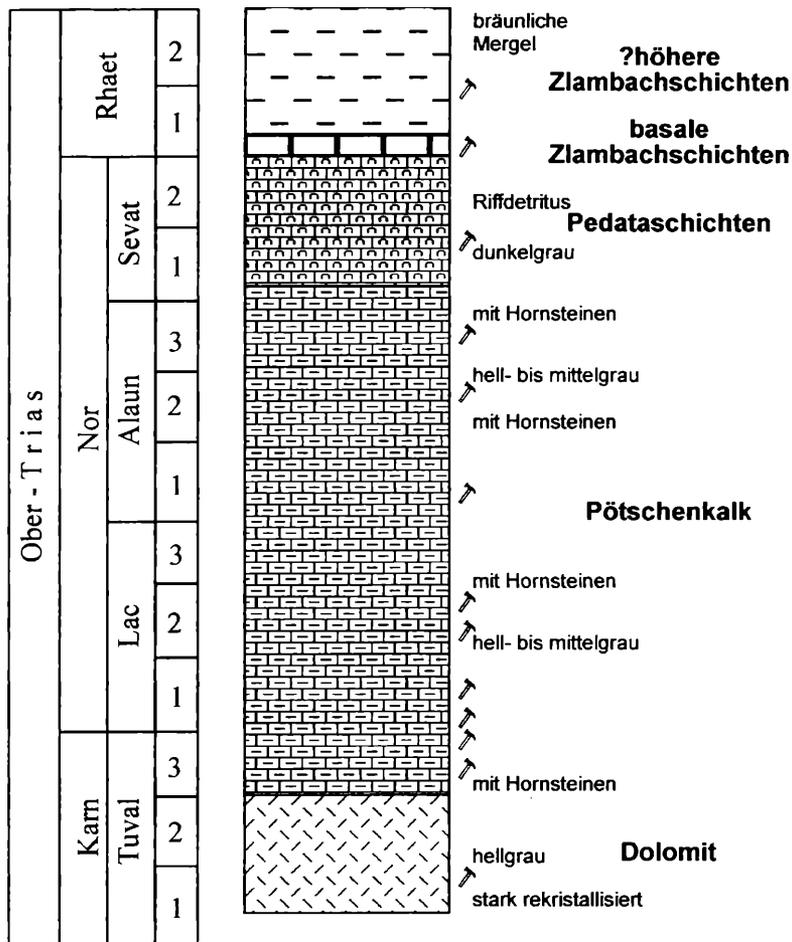


Abb. 2: Rekonstruktion der mobilisierten Pötschenschichtenfolge aus dem Komponentenmaterial der Brekzienkörper an der nordöstlichen Basis des Rauhen Sommereck (Brekzienkörper 4 – vgl. Abb. 11).

Der Brekzienkörper 5 an der Nordseite des Rauhen Sommereck (Abb. 3, Abb. 11) zwischen 740 und 760 m AN besteht aus Abschnitten mit komponenten- und matrixgestütztem Gefüge. Als Komponenten treten vorwiegend verschiedene Graukalke und (selten) Dolomite aus dem Zlambachfaziesbereich, daneben Hornsteine, Sand- und Siltsteine sowie Strubbergschichten auf. Stratigraphisch nachweisbar (meist mit Hilfe von Conodonten) ist eine mobilisierte Schichtfolge, die vom Ober-Ladin bis in den Lias reicht.

Herkunftsgebiet dieser Schichtfolge ist wahrscheinlich ein Ablagerungsraum, der zwischen dem Zlambachfaziesbereich i. e. S. und dem eingeschränkten Hallstätter Salzbergfaziesbereich vermittelt.

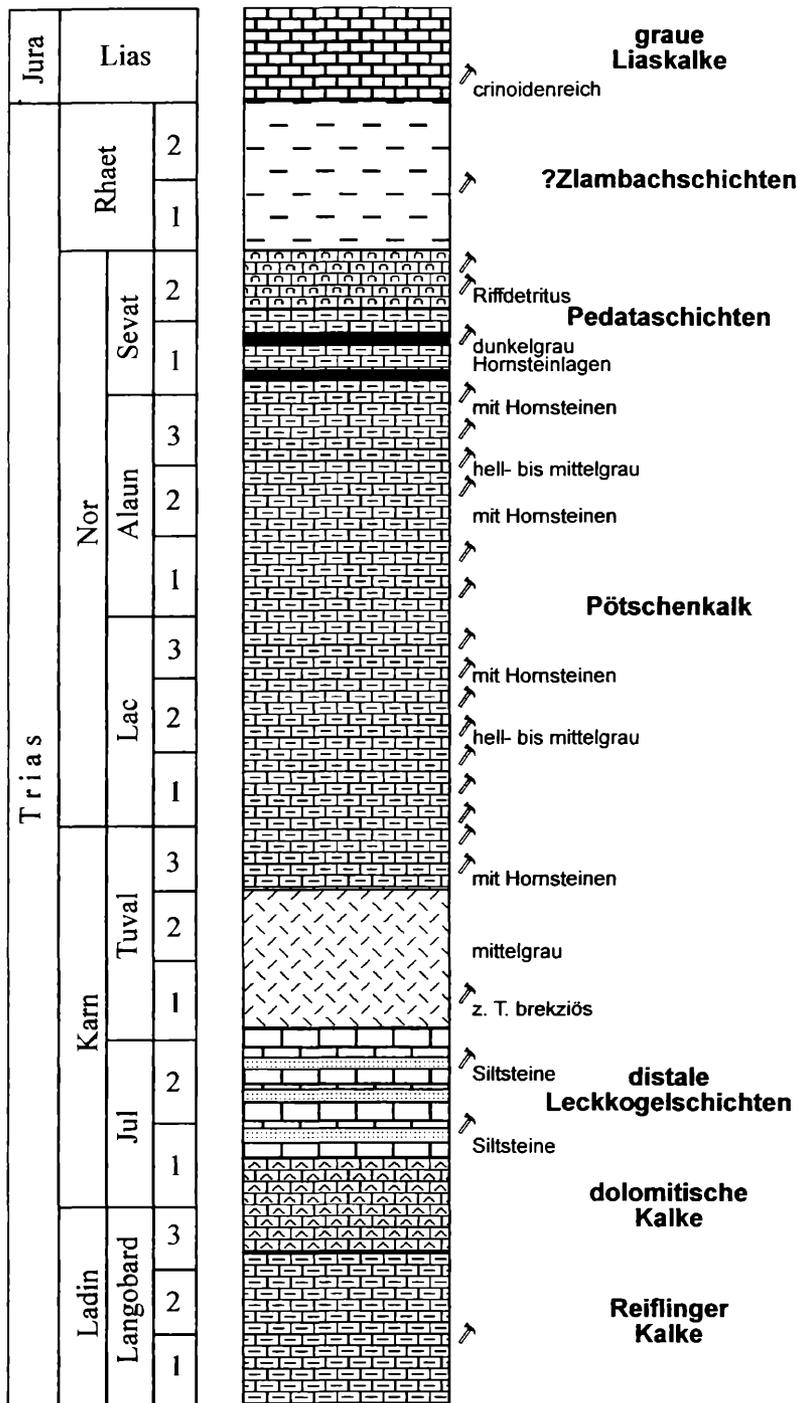


Abb. 3: Rekonstruktion der mobilisierten Pötschenschichtenfolge aus dem Komponentenmaterial der Brekzienkörper an der nördlichen Basis des Rauhen Sommereck (Brekzienkörper 5 – vgl. Abb. 11).

### Rauhes Sommereck (B8a)

Die Strubbergbrekzie im Gipfelbereich des Rauhen Sommereck (Abb. 1, Abb. 4, Abb. 11) in 890 m AN besteht aus verschiedenen Graukalken und Dolomiten aus dem Zlambachfaziesbereich i. w. S. In diesen Brekzienkörper sind verschiedene Megaolistolithe eingelagert.

Der Mega-Olistolith im südlichen Gipfelbereich besteht aus Pötschenkalken des Alaun. Stratigraphisch nachweisbar (meist mit Hilfe von Conodonten) ist eine mobilisierte Schichtfolge des Ober-Ladin bis Sevat, die faziell vom Zlambachfaziesbereich i. e. S. in den eingeschränkten Hallstätter Salzbergfaziesbereich überleitet (vgl. Abb. 1).

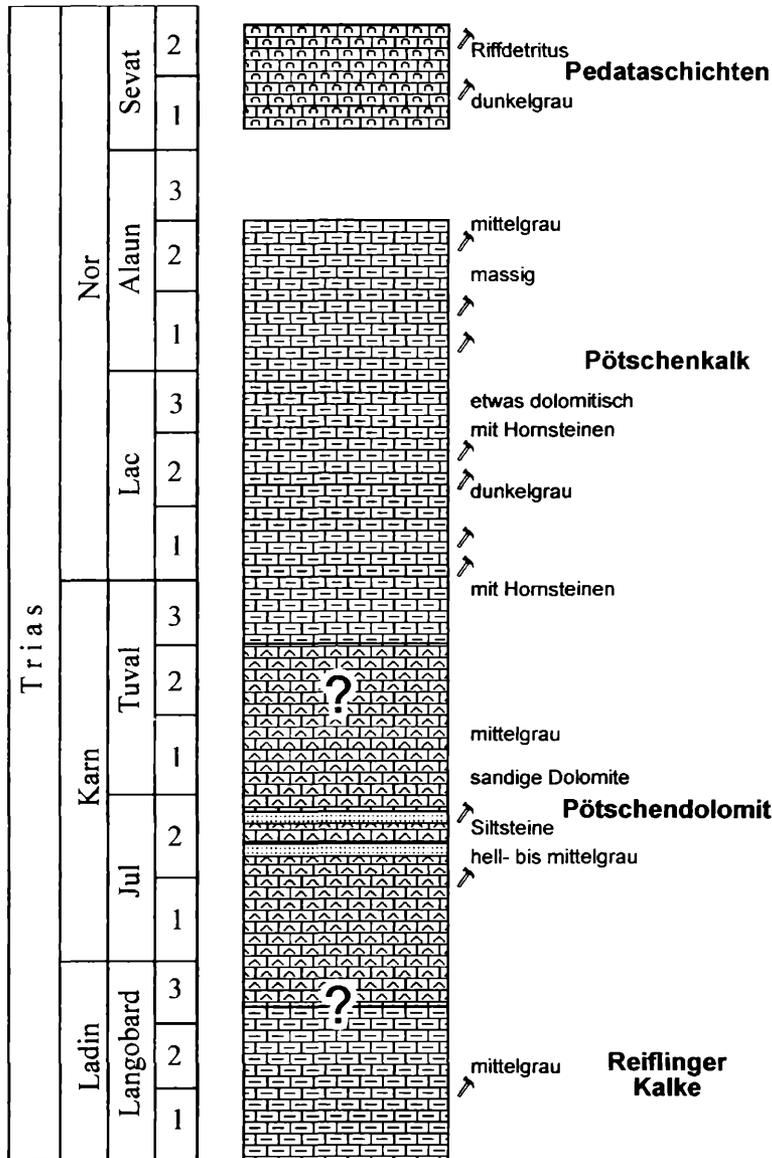
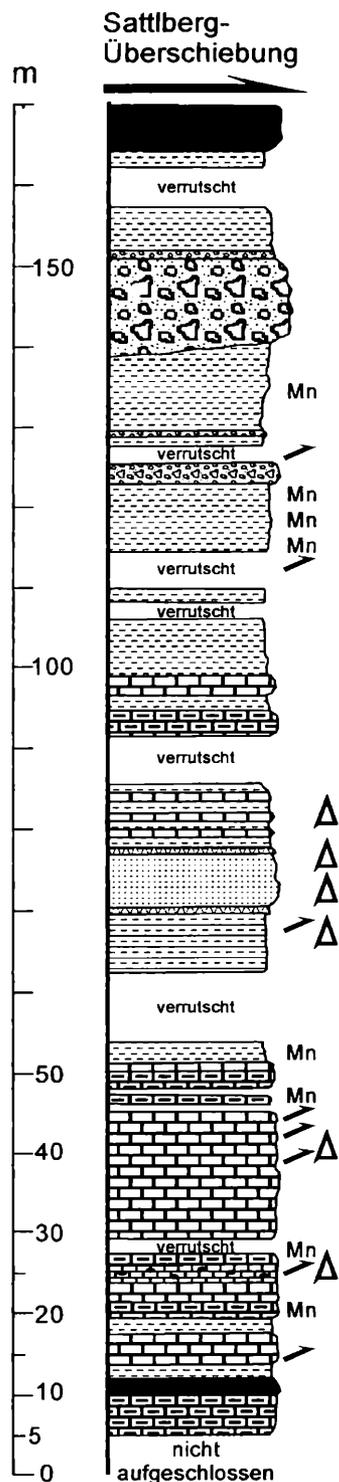


Abb. 4: Rekonstruktion der mobilisierten Pötschenschichtenfolge aus dem Komponentenmaterial der Brekzienkörper im Gipfelbereich des Rauhen Sommereck (Brekzienkörper 8a – vgl. Abb. 11).

**Profil an der Westseite des Sattlberges (B1, B3)**

Das radiolarienführende Profil liegt an der Westseite des Sattlberges an einer Forststrasse zwischen 800 m und 820 m AN (Abb. 1). Im höheren Abschnitt des Profiles sind polymikte Brekzienkörper eingelagert (Abb. 5).



## Legende

- grauschwarzer, meist kalkiger Radiolarit
- tonig/mergelig/siltig, meist dünn geschichtete dunkelgrau/schwarze Sedimente
- polymikte Brekzienkörper, z. T. matrixgestützt
- polymikte Brekzienkörper, komponentengestützt
- dünn gebankte, dunkelgraue mikritische Kalke
- dünn gebankte, dunkelgraue mikritische Kieselkalke
- oligomikte Brekzienkörper mit parautochthonem Komponentenbestand
- grobarenitische, gradierte Folgen, sandig/siltig/kalkig, mit Feinbrekzien
- sandig/siltig/tonig, z. T. gradiert, z. T. dünn schichtig
- Hornsteinknollen
- Mn manganreiche Sedimente
- gestörte Bereiche oder Bereiche mit syndimentären Rutschungen
- gradierte Folge

Abb. 5: Übersichtsprofil der Strubbergsschichten an der Westseite des Sattelberges zwischen 800 m und 820 m AN (aus GAWLICK 1996, verändert).

Der untere Brekzienkörper (Abb. 1, Abb. 6, Abb. 11) besteht fast ausschließlich aus Komponenten aus dem proximalen Zlambachfaziesbereich (Kalke und Dolomite). Biostratigraphisch konnte eine Schichtfolge vom Jul bis in das Sevat nachgewiesen werden.

Der obere Brekzienkörper (Abb. 1, Abb. 7, Abb. 11) führt ein sehr polymiktisches Komponentenspektrum. Pötschendolomite, Pötschenkalke und Pedatakalke überwiegen. Die biostratigraphisch nachgewiesene Schichtfolge (Conodonten und Ammoniten) reicht vom Anis bis in den Lias. Allerdings konnten aus dem Komponentenmaterial zwei faziell unterschiedliche Liefergebiete nachgewiesen werden: ein durch Pötschenkalk und ein durch

Pötschendolomit dominiertes Liefergebiet. Ursache dafür sind synd sedimentäre Umlagerungen im Bereich des Zlambachfaziesraumes in der höheren Ober-Trias. Es wurde hier eine bereits umgelagerte Schichtfolge mobilisiert. Daneben treten im Komponentenbestand kleine umgelagerte Komponenten aus dem Hallstätter Salzbergfaziesbereich (Massiger Hellkalk) auf.

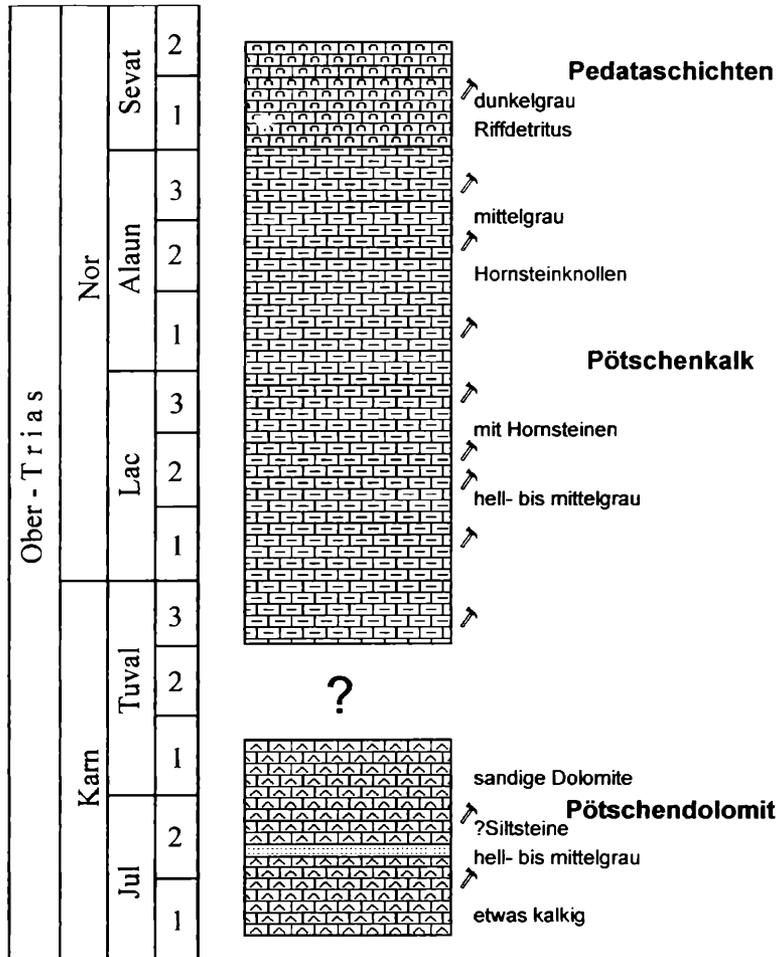


Abb. 6: Rekonstruktion der mobilisierten Pötschendolomitschichtfolge aus dem Komponentenbestand des unteren Brekzienkörpers des Profils an der Sattlberg Westseite (Brekzienkörper 1 – vgl. Abb. 11).

Die vorliegenden Radiolarienfaunen (vgl. GAWLICK & SUZUKI 1999) sowohl aus dem Liegendteil als auch aus dem Hangendabschnitt der Strubbergsschichtenfolge des Sattlberg Profils ergaben für den Liegendteil ?höheres Bathonium/?tieferes Callovium und für den Hangendteil tieferes bis mittleres Oxfordium als Alter.

#### Aufschlüsse im Bereich der Infangalm (B3a, B6)

Der im Bereich der südöstlichen Infangalm zwischen 630 und 660 m aufgeschlossene Brekzienkörper (Abb. 1, Abb. 11) ist die westliche Fortsetzung im Streichen des oberen Brekzienkörpers des Profils an der Sattlberg Westseite. Der Komponentenbestand, das sedimentäre Gefüge und die stratigraphisch nachgewiesene Schichtfolge sind weitgehend identisch (vgl. Abb. 7a, b). Wie am Sattlberg ist hier ein Pötschendolomit Megaolistolith in den Brekzienkörper eingelagert.

Der im Bereich der westlichen Infangalm (Abb. 1, Abb. 8, Abb. 11) zwischen 600 und 620 m AN aufgeschlossene Brekzienkörper führt verschiedene, litho- und mikrofaziell sehr ähnliche Komponenten aus dem Zlambachfaziesbereich. Biostratigraphisch nachweisbar ist eine Schichtfolge vom Lac bis in das tiefere Rhät. Das Komponentenmaterial kann aus einem Ablagerungsbereich hergeleitet werden, der zwischen dem distalen Zlambachfaziesbereich und dem eingeschränkten Hallstätter Salzbergfaziesbereich vermittelt.

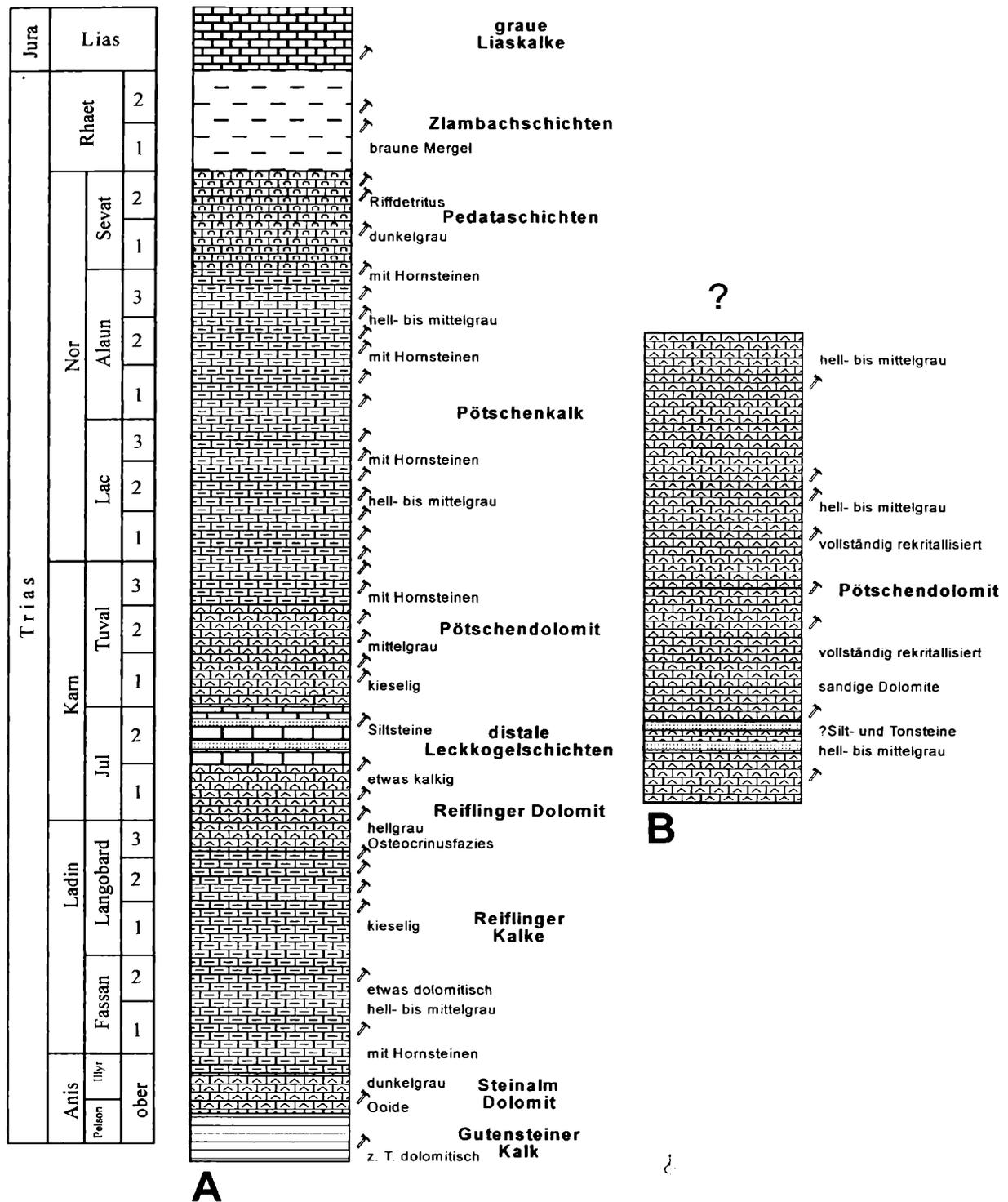


Abb. 7: A: Rekonstruktion der mobilisierten Pötschenschichtenfolge aus dem Komponentenbestand des oberen Brekzienkörpers des Profils an der Sattlberg Westseite und des Brekzienkörpers Infangalm Südost (Brekzienkörper 3 – vgl. Abb. 11).

B: Rekonstruktion der mobilisierten Pötschendolomitschichtfolge aus dem Komponentenbestand des oberen Brekzienkörpers des Profils an der Sattlberg Westseite und des Brekzienkörpers Infangalm Südost (Brekzienkörper 3 – vgl. Abb. 11).

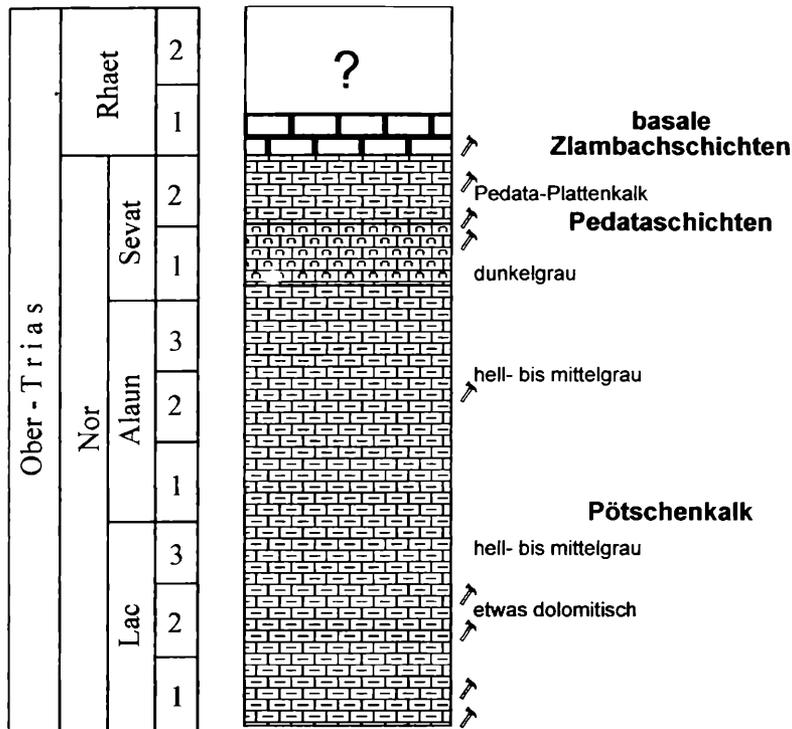


Abb. 8: Rekonstruktion der mobilisierten Pötschenschichtenfolge aus dem Komponentenbestand des Brekzienkörpers im Bereich der westlichen Infangalm (Brekzienkörper 6 – vgl. Abb. 11).

#### Aufschlüsse im Bereich des Lammeregg Schollenkomplexes (B7, B9a, B9b)

Der Lammeregg Schollenkomplex, der aus Pötschenkalk und -dolomit (Karn – Rhät) besteht (GAWLICK 1998), wird von verschiedenen polymikten Brekzienkörpern überlagert (Abb. 1). Verschiedene Brekzienkörper bestehen dabei aus Komponentenmaterial aus dem Zlambachfaziesbereich mit einer Matrix aus Strubberschichten. Aus den verschiedenen kleinen Vorkommen im Bereich des Lammeregg Schollenkomplexes konnte eine Schichtfolge vom Tuval bis in das basale Rhät rekonstruiert werden (Abb. 9). Faziell steht der Komponentenbestand dieser Brekzienkörper dem Komponentenbestand des Brekzienkörpers im Bereich der westlichen Infangalm nahe und kann aus einem Ablagerungsbereich hergeleitet werden, der zwischen dem distalen Zlambachfaziesbereich und dem eingeschränkten Hallstätter Salzbergfaziesbereich vermittelt.

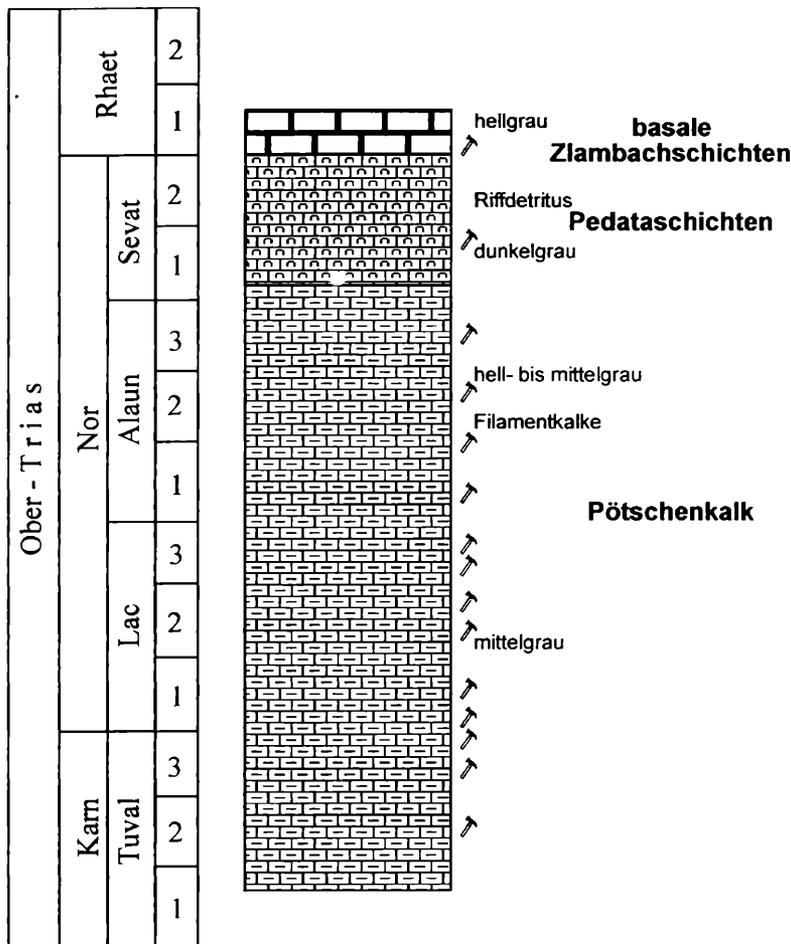


Abb. 9: Rekonstruktion der mobilisierten Pötschenschichtenfolge aus dem Komponentenbestand der Brekzienkörper auf dem Lammeregg Schollenkomplex (Brekzienkörper 7 – vgl. Abb. 11).

Im südlichen Gipfelbereich des Lammeregg Schollenkomplexes zwischen 830 und 890 m AN treten polymikte Brekzienkörper auf (Abb. 1, Abb. 10, Abb. 11), deren Komponentenmaterial aus dem distalen Hallstätter Salzbergfaziesbereich hergeleitet werden kann. Biostratigraphisch kann eine Schichtfolge vom Jul bis in das Rhät rekonstruiert werden. Zusätzlich führt dieser Brekzienkörper Komponenten, die aus dem Meliatikum hergeleitet werden können, u. a. mitteltriassische Radiolarite (vgl. GAWLICK 1993). Die Matrix dieses Brekzienkörpers besteht aus fossilfreien gelblichen Mergeln. Dieser Brekzienkörper wird von anderen Brekzienkörpern überlagert, deren Komponentenmaterial aus dem distalen Zlambachfaziesbereich stammt mit einer Matrix von Strubberschichten. Es handelt sich hierbei um einen Brekzienkörpertyp, der „huckepack“ auf dem Rücken des Lammeregg Schollenkomplex transportiert wurde, d. h. um eine mittransportierte Brekzie.

Der nördliche und westliche Gipfelbereich des Lammeregg wird von verschiedenen Hallstätter Kalk Megaolistolithen aufgebaut, die (mit Einschränkung) aus dem proximalen Hallstätter Salzbergfaziesbereich stammen und die in polymikter Strubbergbrekzie mit dem gleichen Komponentenbestand eingelagert sind. Biostratigraphisch ist eine mobilisierte Schichtfolge vom höheren Tuval bis in das Alaun nachgewiesen. Daneben treten Komponenten aus Dachsteinriffkalk auf (aus dem Kalkhochalpinen Dachsteinkalkfaziesbereich – vgl. Abb. 18). Dieser Brekzienkörper überlagert die Brekzienkörper mit dem Komponentenmaterial aus dem distalen Zlambachfaziesbereich. Die Matrix ist fossilfrei.

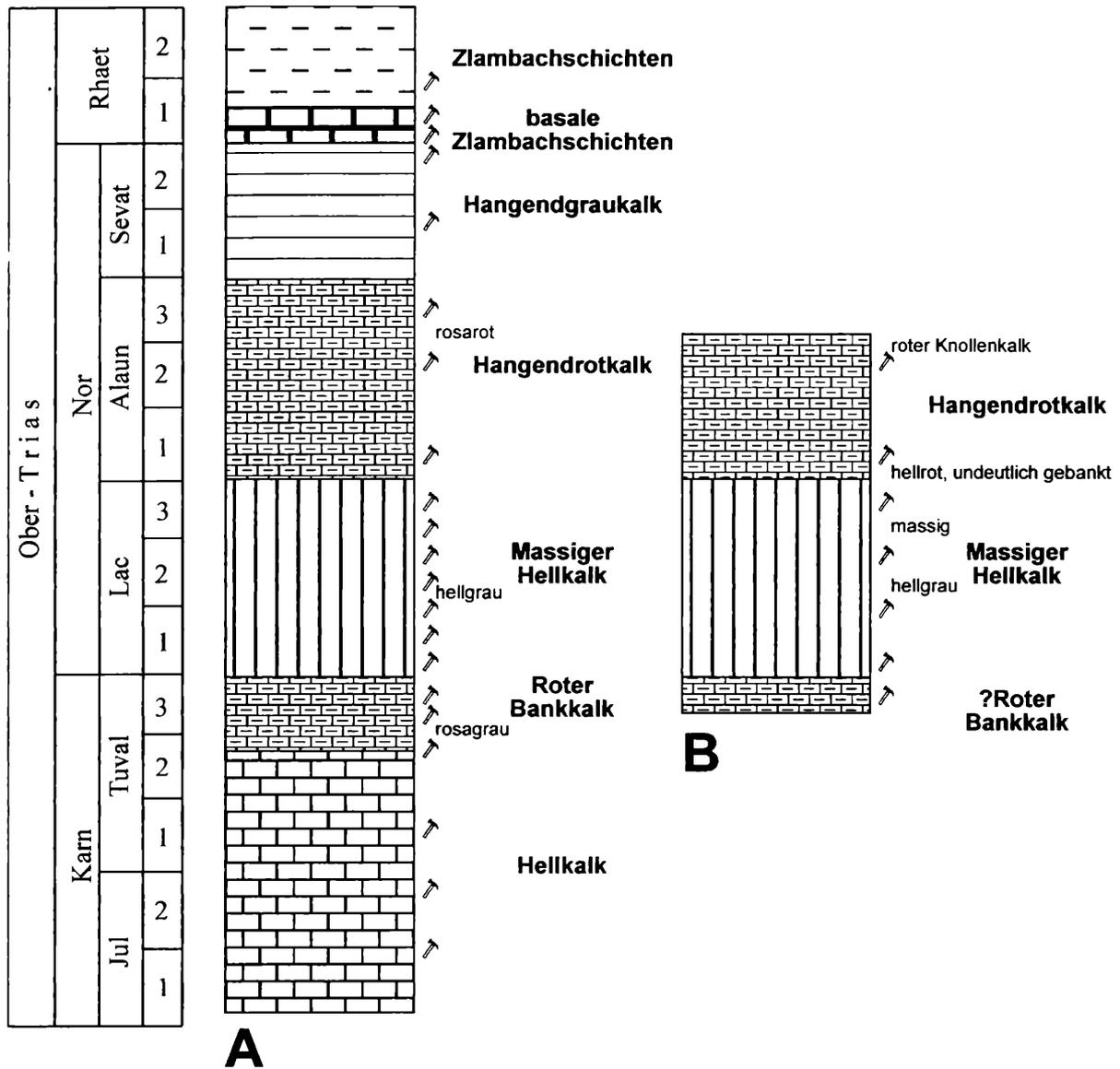
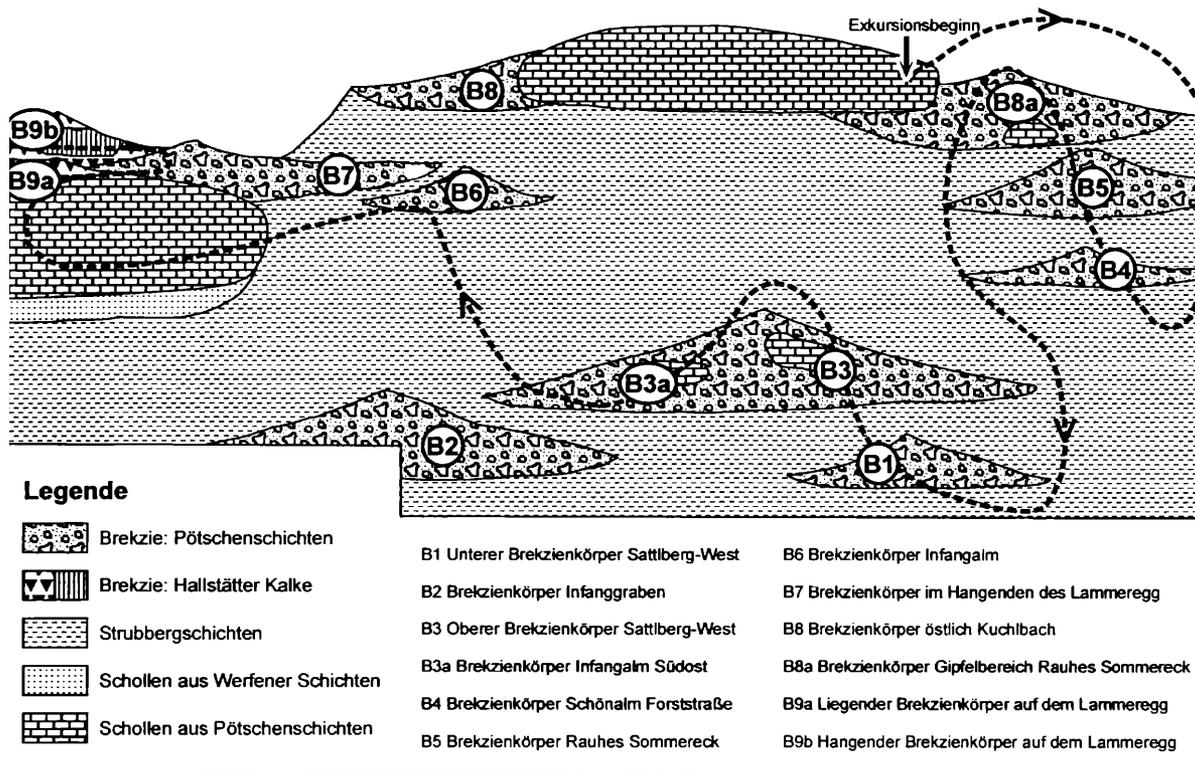


Abb. 10. A: Rekonstruktion der mobilisierten Hallstätter Kalk Schichtfolge aus dem Komponentenbestand des Brekzienkörpers an der Lammeregg Südseite zwischen 830 und 890 m AN (Brekzienkörper 9a – vgl. Abb. 11). B: Rekonstruktion der mobilisierten Hallstätter Kalk Schichtfolge aus dem Komponentenbestand des Brekzienkörpers im nördlichen und westlichen Gipfelbereich des Lammeregg (Brekzienkörper 9b – vgl. Abb. 11).



bb. 11: Rekonstruktion der relativen Abfolge der Sedimentation der einzelnen Brekzienkörper in den Strubbergsschichten am westlichen Tennenbergnordrand.

### Der Büchsenkopf im Nationalpark Berchtesgaden

An der Basis der Brekzien an der Ostseite des Büchsenkopfes konnte mit Hilfe der oben angeführten Radiolarienfaunen aus schwarzen Radiolariten ?Ober-Bathonium bis Unter-Oxfordium belegt werden (Genaueres in GAWLICK et al. in Druck). Unter Berücksichtigung der Ergebnisse von SUZUKI et al. (2001 – cum lit.), die das Einsetzen der Kieselsedimente im Lammer Becken auf tieferes Callovium datieren konnten und der Ergebnisse von GAWLICK & SUZUKI (1999), MISSONI et al. (2001) umfaßt der tiefere Anteil der Strubbergsschichten bzw. der schwarze Radiolarit das Callovium und reicht bis in das Unter-Oxfordium (abb. 12).

Die im Hangenden der tieferen Strubbergsschichten bzw. der schwarzen und grauen Radiolarite auftretenden Brekzienkörper und Gleitschollen konnten mit Hilfe von Radiolarienfaunen aus der Matrix bzw. aus Kieselsedimenten im Hangenden der polymikten Brekzienkörper in das Mittel-Callovium bis Unter-Oxfordium eingestuft werden. Unter Berücksichtigung der Ergebnisse von GAWLICK & SUZUKI (1999) im Typusgebiet, die die Platznahme der Brekzienkörper und Gleitschollen aus dem Zlambachfaziesraum s. str. auf den Callovium/Oxfordium-Grenzbereich bzw. tieferes Oxfordium datieren konnten, ist als Alter für die Platznahme der Brekzien des Büchsenkopfes Unter-Oxfordium und für die Platznahme der Gleitschollen Unter- bis Mittel-Oxfordium am wahrscheinlichsten.

Die stratigraphische und fazielle Untersuchung der einzelnen Brekzienkomponenten und Gleitschollen des Büchsenkopfes erfolgte einerseits durch biostratigraphische Untersuchungen (vorwiegend Conodonten und Foraminiferen) und andererseits durch Mikrofaziesuntersuchungen, wobei aufgrund von charakteristischen mikrofaziellen Merkmalen auch einzelne, isolierte Bruchstücke, bestimmten Formationen zugeordnet werden konnten. Auf der Basis dieser Untersuchungen konnte aus den Komponenten der Brekzien eine vollständige Schichtfolge vom Lac 1 bis in den tieferen Lias hinein belegt werden. Die rekonstruierte Schichtfolge mit hemipelagischen, durch Conodonten belegte Einschaltungen im Lac 1, Alaun 1 und höherem Sevat in der Trias belegen eine riffnahe Faziesentwicklung in Gosauseekalkfazies. Dabei entsprechen die pelagischen Intervalle den bekannten Transgressionshorizonten in der kalkalpinen Ober-Trias (GAWLICK & BÖHM 2000 – cum lit.).

Das mittlere und höhere Lac und das mittlere Alaun bis tiefere Sevat sind durch riffdetritusreiche Sedimente, meist allodapische Kalke, gekennzeichnet, wobei auch Komponenten mit internem Plattformmaterial auftreten (wahrscheinlich Alaun). Im Sevat dominieren Pedataschichten. Zlambachschieben i. e. S. des Rhät konnten nicht nachgewiesen werden, was aufgrund der faziellen Entwicklung in Gosauseekalkfazies i. S. von TOLLMANN (1985) auch nicht zu erwarten ist, vielmehr muß im Rhät von einer riffnahen Entwicklung ausgegangen werden. Dem tieferen Lias werden pelagischen Wackestones, z. T. mit Radiolarien und Kieselschwammnadeln zugeordnet. Diese Komponenten entsprechen mikrofaziell jenen der Dürnberg-Formation des Hettangium bis Sinemurium, die im nahen Königsbachgraben östlich des Büchsenkopfes, auftreten (GAWLICK et al. 2001).

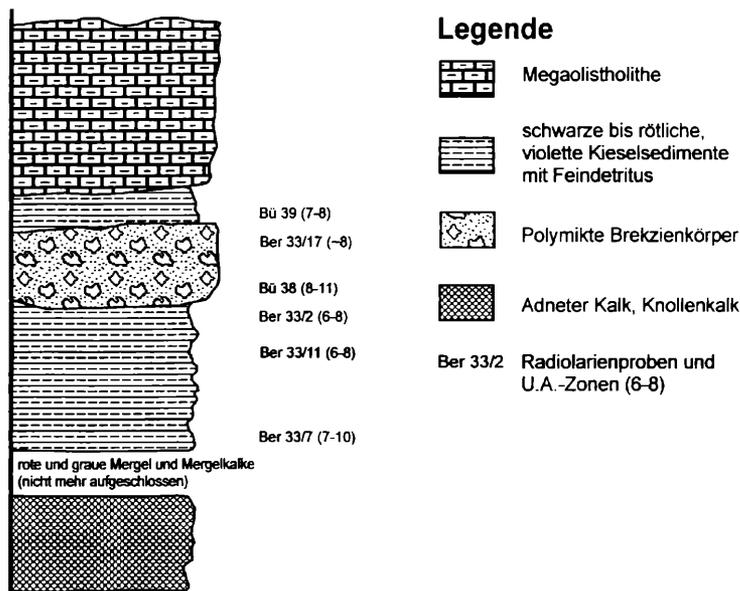


Abb. 12: Generalisiertes Profil der sedimentären Entwicklung der Kieselsedimente mit Brekzienkörpern und Gleitschollen im Bereich des Büchsenkopfes und Lage der Radiolarienproben (aus GAWLICK et al. in Druck).

### Sedimentationsverlauf im Lammer Becken

Die einzelnen Brekzienkörper können auf Grund des Komponentenbestandes, der relativen Lage im Gelände zueinander, der Lösungscharakteristik des Komponentenbestandes, des Rundungsgrades und unter Berücksichtigung der litho- und mikrofaziellen Ausbildung der Komponenten miteinander korreliert werden (Abb. 11).

Die Brekzienkörper des Sattlberg-Westprofils und im Infanggraben repräsentieren die erste Brekzienkörpergeneration. Brekzienkörper 1 und 2 (Abb. 11) bestehen vorwiegend aus dem Komponentenmaterial des proximalen Zlambachfaziesraumes. Strubberschichtenkomponenten sind häufig. Die mobilisierte Schichtfolge reicht vom Jul bis in das Rhät oder den Lias.

In Brekzienkörper 3 reicht die mobilisierte Schichtfolge stratigraphisch bis in das Pelson hinunter. Das Liefergebiet besteht aus einer primär unterschiedlichen Schichtfolge ähnlich dem Lammeregg Schollenkomplex. Resedimentierte Komponenten aus dem Hallstätter Salzbergfaziesbereich, eine Pötschdolomitfolge vom Jul bis in das Alaun und Kieseldolomit-Megaolistolithe kündigen das Eingleiten der ersten Schollengeneration an.

Die gesamte obertriassische Schichtfolge des proximalen Zlambachfaziesraumes wird also mobilisiert und die stratigraphische Basis freigelegt. Die Werfener Schichten Scholle an der östlichen Basis des Lammeregg Schollenkomplexes wird danach mobilisiert und gleitet in das Lammer Becken ein. Unmittelbar darauf folgt der Lammeregg Schollenkomplex mit bereits auflagernden Brekzien, deren Komponenten aus dem distalen Hallstätter Salzbergfaziesbereich herzuleiten sind und die triassische Kieselkalke und Radiolarite des Meliatikums führen. Komponenten aus dem Kalkhochalpinen Dachsteinkalkfaziesraum fehlen.

Die Brekzienkörper 4, 5 und 6 führen ausschließlich Komponentenmaterial aus dem distalen Zlambachfaziesbereich. Die litho- und mikrofazielle Ausbildung der Komponenten und die daraus rekonstruierbaren mobilisierten Schichtfolgen vermitteln zwischen dem Zlambachfaziesbereich i. e. S. und dem eingeschränkten (proximalen) Hallstätter Salzbergfaziesbereich. Komponenten aus der Ober-Trias dominieren. Komponenten aus dem distalen Hallstätter Salzbergfaziesraum oder dem Kalkhochalpinen Dachsteinkalkfaziesraum fehlen. Die mobilisierte Schichtfolge reicht vom Langobard bis in den Lias.

Die Brekzienkörper 7, die den Lammeregg Schollenkomplex überlagern, führen ein fast identisches Komponentenspektrum wie der Brekzienkörper 6 im Bereich der Infangalm.

Die Brekzienkörper 8 und 8a repräsentieren die letzte Brekzienkörpergeneration innerhalb der Strubberg-schichten und führen ein ähnliches Komponentenspektrum wie die Brekzienkörper 4 bis 7 aus dem distalen Zlambachfaziesbereich. Die rekonstruierbaren mobilisierten Schichtfolgen vermitteln zwischen den Schichtfolgen des Zlambachfaziesraumes i. e. S. und dem proximalen, eingeschränkten, Hallstätter Salzbergfaziesbereich. Im Gipfelbereich des Rauhen Sommereck sind Megaolistolithe und die östliche Sattberg Liegendescholle einsedimentiert. Das mobilisierte Komponentenmaterial umfasst stratigraphisch Ladin bis Rhät; z. Zt. der Mobilisierung der Brekzienkörper 8 und 8a waren also bereits stratigraphisch liegende Serien angeschnitten, die in den Brekzienkörpern 4 bis 7 noch nicht nachweisbar sind. Komponenten aus dem Hallstätter Salzbergfaziesbereich fehlen. Der Brekzienkörper 8 im Bereich der westlichen Sattberg Liegendescholle führt bereits erste kleine Komponenten aus dem Kalkhochalpinen Dachsteinkalkfaziesraum, d. h. bereits während der Sedimentation der Strubberg-schichten im tieferen und mittleren Oxfordium wird Material aus allen Faziesräumen des triassischen Kalkalpensüdrandes mobilisiert und nach Norden in das Lammer Becken geschüttet.

Fast gleichzeitig mit dem Eingleiten der zweiten Schollengeneration aus dem Zlambachfaziesbereich i. e. S. wird Material aus dem proximalen Hallstätter Salzbergfaziesbereich mobilisiert und in das Lammer Becken geschüttet. Die mobilisierte Schichtfolge des Brekzienkörpers 9a im Hangenden des Lammeregg Schollenkomplexes gleicht litho- und mikrofaziell der Schichtfolge des proximalen Hallstätter Salzbergfaziesbereiches. Es treten Hallstätter Kalk Megaolistolithe auf, die das Eingleiten der dritten Schollengeneration aus dem proximalen Hallstätter Salzbergfaziesbereich anzeigen (z. B. Holzwehralm Scholle). Daneben tritt verstärkt Material aus dem Kalkhochalpinen Dachsteinkalkfaziesraum hinzu. Das Komponentenmaterial kündigt bereits das Eingleiten der letzten Schollengeneration (z. B. Gollinger Schwarzenberg) an. Danach endet die Sedimentation im Lammer Becken bis in den höheren Ober-Jura. Oberalmer Schichten (Tithonium), z. T. mit grobem Riffdetritus überlagern die Lammer Beckenfüllung diskordant (z. B. im Bereich der Gollinger Hallstätter Schollenregion).

## Das Tauglboden Becken

Die oberjurassische Beckenfüllung des Typusgebietes des Tauglboden Beckens liegt geographisch im Zentrum des Mittelabschnittes der Nördlichen Kalkalpen im Bereich der inneren Osterhorngruppe. Dabei nimmt das Tauglboden Becken, das eine West-Ost streichende Beckenachse aufweist, zwischen der Trattberg Schwelle im Süden und Salzburg im Norden (SCHLAGER & SCHLAGER 1969, 1973, DIERSCH 1978, 1980) den größten Bereich der Osterhorngruppe ein. Die Verbreitung der Tauglbodenschichten reicht im Süden bis unter die Trattberg Schwelle (GAWLICK et al. 1999a; vgl. dazu SCHWEIGL & NEUBAUER 1997a), wo sie die größten Mächtigkeiten erreichen (SCHLAGER & SCHLAGER 1969, 1973, DIERSCH 1980, VECSEI et al. 1989). Nach Norden sollen die Tauglbodenschichten s. str. Richtung Salzburg in ihrer Mächtigkeit rasch auskeilen (SCHLAGER 1959, PREY 1969, SCHLAGER & SCHLAGER 1969, 1973, TOLLMANN 1976a, DIERSCH 1980, VECSEI et al. 1989 - vgl. dazu PLÖCHINGER 1987 und GAWLICK et al. 1999a). Überlagert werden die Tauglbodenschichten von den pelagisch abgelagerten Oberalmer Schichten des Unter-Tithonium (zur Stratigraphie und Lithologie der Oberalmer Schichten siehe STEIGER 1992 – cum lit.) mit zwischengeschalteten Barmsteinkalklagen (u. a. FENNINGER & HOLZER 1970, STEIGER 1981, 1992, TOLLMANN 1985 – cum lit.). Die Oberalmer Schichten gleichen dabei geringe lokale topographische Differenzen des Beckenbodens aus, plombieren das Prärelief und weisen im Bereich der Osterhorngruppe eine relativ konstante Mächtigkeit auf (SCHLAGER 1960).

Die gesamte Beckenfüllung, die stratigraphisch höchstes Oxfordium (Tauglbodenschichten) bis Tithonium (Oberalmer Schichten) umfaßt (GAWLICK et al. 1999a, b), erreicht am Beckensüdrand nördlich der Trattberg Schwelle fast 1100 m (Tauglbodenschichten und Oberalmer Schichten, vgl. VECSEI et al. 1989). Dabei weisen die namengebenden Tauglbodenschichten s. str. (SCHLAGER 1956), die von VORTISCH (ab 1950) im Bereich der inneren Osterhorngruppe als „Tiefalmische Plattenkalke“ bezeichnet werden, Mächtigkeiten bis zu 500 m (350 m - SCHLAGER & SCHLAGER 1969, TOLLMANN 1976a, 450 m - TOLLMANN 1985) auf.

Innerhalb der Radiolarit-sedimente der Nördlichen Kalkalpen können die Metabentonite bzw. metabentonit-führenden Lagen, die als Ergebnis eines intermediären bis sauren Vulkanismus (vgl. HUCKRIEDE 1971, DIERSCH 1980) im Zusammenhang mit der Subduktion der Tethys (GAWLICK et al. 1999a) interpretiert werden können, eventuell als Leithorizonte innerhalb der Kieselsedimente verwendet werden. Bisher konnten mehrere Zentimeter mächtige Metabentoniteinlagerungen innerhalb der Radiolarit-Schichtfolgen (Ruhpoldinger Radiolarit, Strubberg-schichten, Tauglbodenschichten) nur innerhalb der Tauglbodenschichten nachgewiesen werden. In den Strubberg-schichten, d. h. in der älteren Beckenfüllung, fehlen diese mächtigen Metabentonitlagen (vgl. GAWLICK 1996, während sie in den Tauglbodenschichten immer wieder auftreten (z. B. GAWLICK et al. 1999a). In der Sillenkopf-Formation treten vulkanische Quarze auf (MISSONI & KUHLEMANN 2001).

Hinweise auf Vulkanismus sind im frühen Ober-Jura seit langem bekannt (vgl. u. a. HUCKRIEDE 1971, DIERSCH 1980, EBLI 1997). Diese vulkanischen Einschaltungen (v. a. Lapilli und Kristalltuffe) sollen Ausdruck eines rhyolitisch-dazitischen Vulkanismus sein (DIERSCH 1980). Diese Tuffite sollen dabei vorwiegend am Top der Rotkalke an der unmittelbaren Basis der Radiolarite auftreten (vgl. HUCKRIEDE 1971, DIERSCH 1980), in den Radiolarit-Schichtfolgen sind sie eher selten oder bisher nicht nachgewiesen (DIERSCH 1980). Die im frühen Ober-

Jura in der Schichtfolge auftretenden Vulkanite werden bisher mit vulkanischen Ereignissen im Zusammenhang mit einer frühen Subduktion der ozeanischen Kruste des Penninischen Ozeans gesehen (DIERSCHE 1980 – cum lit.). In neuerer Zeit wird ein Zusammenhang mit der Subduktion der Tethys im frühen Ober-Jura und der damit in Verbindung stehenden Akkretionierung der Hallstätter Zone diskutiert (GAWLICK 1996, GAWLICK et al. 1999a).

## Schwarzer und roter Radiolarit

Der schwarze (graue) Radiolarit weist Mächtigkeiten im Meter- bis Zehnermeterbereich (max. 70 m – DIERSCHE 1980) auf, hat ebenflächige bis welligflächige Schichtflächen und ist meist im Dezimeterbereich gebankt. Zwischen den einzelnen Bänken treten bis zu mehrere Zentimeter mächtige Tonschiefer auf.

Der rote Radiolarit entwickelt sich zum Hangenden allmählich aus dem schwarzen Radiolarit heraus oder vertritt diesen faziell in Schwellenposition (DIERSCHE 1980). Im tieferen Teil besteht der rote Radiolarit meist aus bräunlich- und violettrotten, plattigen und gebankten Folien mit meist welligen Schichtflächen. Den einzelnen, meist mehrere Zentimeter mächtigen Bänken sind nur geringmächtige Mergelschiefer und Schiefertone zwischengelagert.

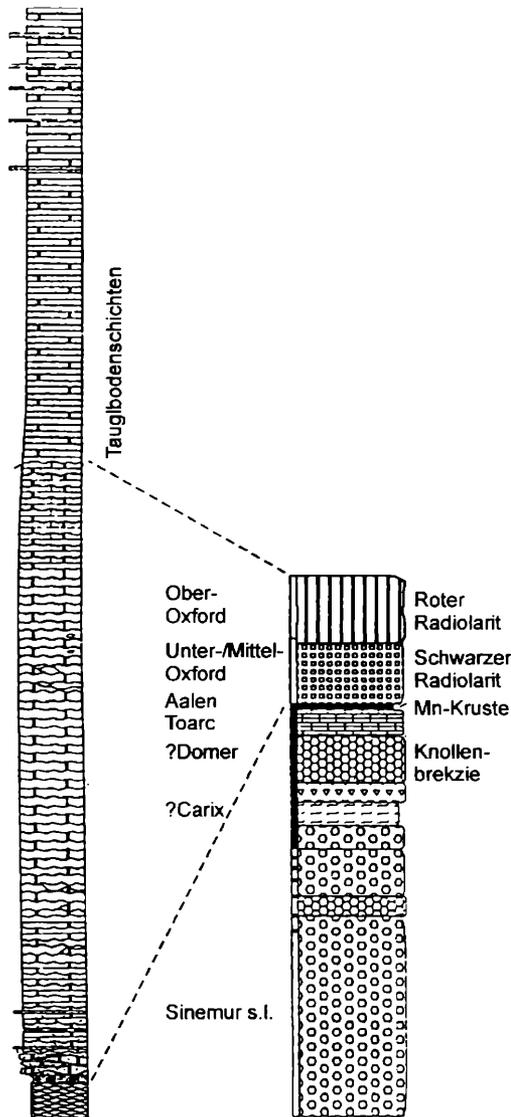


Abb. 13: Stratigraphische und fazielle Entwicklung des Jura (Lias bis höherer Malm) im Mörtlbachgraben (nördliche Osterhorngruppe) im Profil in der Nähe von Gaißau: rechtes Profil: BÖHM (1992), verändert und ergänzt. Linkes Profil aus DIERSCHE (1980).

## Aufschlüsse im Mörtlbachgraben

Im Hangenden der Lias und Dogger Schichtfolge (vgl. BÖHM 1992) folgt zunächst eine mehrere Meter mächtige Abfolge von im Dezimeterbereich gebankten schwarzen Radiolariten des Callovium bis ?tieferen Oxfordium. Die einzelnen Bänke sind massiv verkieselt und weisen wellig-knollige Bankunterseiten auf. Die Radiolarien liegen meist nur in mäßig guter Erhaltung vor. Zum Hangenden hin wird der schwarze Radiolarit zunehmend rot. Der Übergang zum roten Radiolarit (ab ?Unter-Oxfordium), der hier mehrere 10er Meter Mächtigkeit aufweist ist leicht gestört und nicht aufgeschlossen. Die Mächtigkeit der einzelnen welligflächigen Bänke schwankt zwischen 5 und 10 cm, die einzelnen Bänke sind durch geringmächtige Tonfugen voneinander getrennt. Zum Hangenden hin wird der rot Radiolarit zunehmend grau, die einzelnen Bänke werden ebenflächig und es erfolgt der Übergang in die Tauglbodenschichten. Eine detaillierte stratigraphische Bearbeitung der Radiolarienfaunen ist im Gange (GAWLICK & SUZUKI in Vorb.).

In diesem Profil (Abb. 13) stellt der schwarze Radiolarit an der Basis ungefähr das Zeitäquivalent der Strubbergsschichten dar. Brekzien treten in diesem Profil lediglich im basalen Teil des grauen Radiolarites in Form von feinen Rotkalk-Olistostromen auf.

## Tauglbodenschichten

Der stratigraphische Umfang der Tauglbodenschichten (SCHLAGER 1956; Ober-Oxfordium bzw. Oxfordium/Kimmeridgium-Grenzbereich bis tiefes Tithonium – vgl. GAWLICK et al. 1999a, GAWLICK 2000) konnte bisher fast nur aus Alterseinstufungen der liegenden (HUCKRIEDE 1971) und der überlagernden Serien (Oberalmer Schichten – vgl. STEIGER 1992) abgeleitet werden, da datierbare Fossilien in den Tauglbodenschichten sehr selten sind (vgl. SCHLAGER 1956). Besonders der exakte Zeitraum der mächtigen Massenumlagerungen ist bisher nicht genau bekannt und eine genauere stratigraphische Einstufung dieses Ereignisses fehlt bisher.

Geländebefunde, stratigraphische und fazielle Untersuchungen charakterisieren die Gesteine, die innerhalb der Tauglbodenschichtenfolge einerseits als Komponenten von Fluxoturbiditen bzw. Olistostromen (sensu SCHLAGER & SCHLAGER 1973) und andererseits als große Gleitschollen eingelagert sind, als allochthon. Dabei kann das karbonatklastische Fremdmaterial aufgrund von faziellen Vergleichen von der Trattberg Schwelle am Südrand des Tauglboden Beckens hergeleitet werden. Die Trattberg Schwelle (u. a. SCHLAGER 1953, SCHLAGER & SCHLAGER 1969, 1973, PLÖCHINGER 1953, 1983, 1990, DIERSCHKE 1980) wurde vom höheren Oxfordium an als Deckenstim herausgehoben (GAWLICK et al. 1999a). Dabei wurden an der Nordflanke Brekzienkomponenten und Gleitschollen mobilisiert, die in das als intrakontinentaler Tiefseegraben ausgebildete Tauglboden Becken der südlichen Osterhorngruppe einglitten. Nach Norden überschiebt die Trattberg Schwelle das Tauglboden Becken.

Eine sedimentologische Abgrenzung der Strubbergsschichten von den sedimentogenetisch gleichartigen, wahrscheinlich im höchsten Oxfordium oder Oxfordium/Kimmeridgium-Grenzbereich einsetzenden, Tauglbodenschichten im Bereich der südlichen Osterhorngruppe sensu SCHLAGER & SCHLAGER (1969, 1973) erfolgte bisher über Komponentenbestandsanalysen der jeweils in den Schichtfolgen (Strubbergsschichten und Tauglbodenschichten) eingelagerten polymikten Brekzienkörpern und Gleitschollen. Während das Komponentenmaterial der in die Tauglbodenschichten einschalteten Brekzienkörper ausschließlich aus dem Kalkvorarlpinen Ablagerungsraum (= Tirolikum und Bajuvarikum) und dabei von der Trattberg Schwelle stammt (u. a. SCHLAGER 1960, SCHLAGER & SCHLAGER 1969, 1973, DIERSCHKE 1980, VECSEI et al. 1989), setzen sich die Brekzienkörper der Strubbergsschichten (= Strubbergbrekzie) ausschließlich aus Kalkhochalpinem Komponentenmaterial zusammen, das den verschiedenen pelagischen Ablagerungsräumen der triassischen bis unterjurassischen Hallstätter Zone zugeordnet werden kann (z. B. GAWLICK 1996).

## Lithologie der Tauglbodenschichten

Die Tauglbodenschichten bestehen aus lithologisch und lithofaziell sehr heterogen zusammengesetzten Sedimenten (Genauerer in VORTISCH ab 1950, SCHLAGER & SCHLAGER, 1969, 1973, DIERSCHKE 1980) (Abb. 14):

1) Kalke, Kieselkalke und Radiolarite

a) Geschichtete Sedimenttypen: dünnplattig, ebenflächig, oft laminiert, die einzelnen Laminae meist ohne erosiven Basiskontakt. Zwischengeschaltet sind oft bis zu zwei Zentimeter mächtige turbiditische, gradierte meist kalkige Lagen. Schrägschichtung ist nur selten vorhanden. Syndimentäre Rutschfallen sind häufig. Meist treten radiolarienführende graue bis grauschwarze, stellenweise auch grau-grüne Sedimenttypen auf, selten ist das Gefüge radiolariengestützt. Daneben treten fossilfreie Sedimenttypen auf.

b) Nicht geschichtete, texturell homogene Sedimente: fast immer radiolarienführende Sedimente. Schwammnadeln sind selten. Syndimentäre Rutschfallen fehlen meist.

## 2) Mergel und Mergelkalke

3) Meist dünn geschichtete, selten textuell homogene Sedimente: oft mit synsedimentären Rutschfalten, selten bioturbat, selten laminiert. Meist treten radiolarienführende Sedimenttypen auf, selten ist das Gefüge radiolarien-gestützt; Filamente sind selten. Synsedimentäre Rutschungen sind häufig.

## 4) Resedimente

Intraformationale Brekzienlagen, die Fragmente fast aller Lithofaziestypen der Sedimenttypen 1) und 2) als Komponenten führen. Polymiktes, parautochthones Komponentenspektrum. Die einzelnen Klaster sind meist abgerundet bis gerundet, selten eckig. Daneben treten vereinzelt Crinoidenschuttlagen und Komponenten von einer Flachwasserkarbonatplattform im Süden auf. Synsedimentäre Gleitpakete sind häufig.

## 5) Grobarenitische, gradierte Folgen und Feinbrekzien

Mit Bankmächtigkeiten zwischen 30 cm und 70 cm. Die einzelnen Bänke sind meist durch den Sedimenttyp 2) voneinander getrennt. Oft gradiert. Innerhalb dieser Folgen sind oft bis zu einem Meter mächtige, komponenten-gestützte Brekzienkörper (Sedimenttyp 5) eingeschaltet.

## 6) Polymikte Brekzienkörper und Gleitschollen

Allochthones Komponentenmaterial aus dem Kalkvorpalinen Faziesraum (Trattberg Schwelle) dominiert. Norischer Dachsteinkalk, Kössener Schichten, rhätischer Dachsteinkalk, Lias-Fleckenmergel bzw. Allgäuschichten, Rotkalke der Adneter Formation, schwarzer Radiolarit und roter Radiolarit treten in Form von Brekzienkomponenten bzw. großen Schollen auf.

## 7) Graue bis graugrüne Metabentonitlagen bzw. metabentonitführende Tonlagen.

- 250 m

**"Normalprofil" der TAUGLBODENSCHICHTEN**  
(zusammengesetzt nach unveröffentlichten Profilaufnahmen  
von M. & W. SCHLAGER)

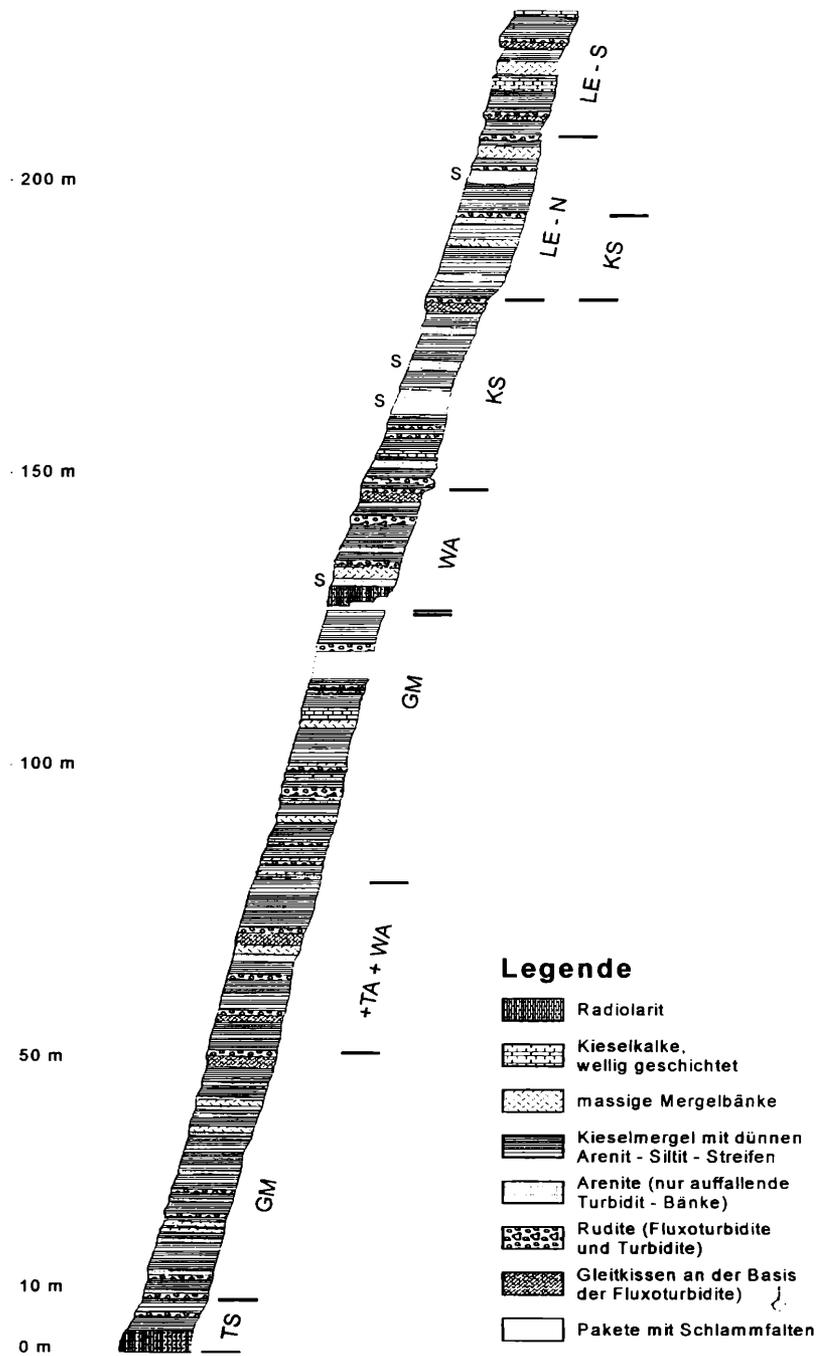


Abb. 14: „Normalprofil“ der Tauglbodenschichten.

Zusammengesetzt nach unveröffentlichten Profilaufnahmen von M. & W. SCHLAGER. Abgedruckt und umgezeichnet freundlicher Genehmigung von W. SCHLAGER (Amsterdam).

**Urbangraben und Kesselstraße**

An der Typlokalität der Tauglbodenschichten (vgl. SCHLAGER 1956, SCHLAGER & SCHLAGER 1969, 1973; HUCKRIEDE unterhalb der Einmündung des Davidgrabens = Urbangrabens, vgl. HUCKRIEDE 1971) tritt im Oxfordium auf, an der Basis eines roten Radiolarites, dessen Ablagerung hier im mittleren/höheren Oxfordium beginnt (HUCKRIEDE 1971), zunächst ein roter Filamentkalk auf, der durch Globigerinen (BÖHM 1992) und Rhyncholithen

(HUCKRIEDE 1971), in den höchsten Dogger (Callovium) eingestuft wurde (Abb. 15). In einer roten Mergellage unmittelbar unter dem Radiolarit (Radiolarit-Basismergel) treten Aptychen und Rhyncholithen des Oxfordium auf (HUCKRIEDE 1971). Das ungefähr 30 cm mächtige Sedimentpaket mit den rhyncholithenführenden Mergellagen vertritt hier im Bereich des Tauglbaches den schwarzen Radiolarit bzw. die Strubbergsschichten faziell.

### Aufschluss im Urbangraben

Das Profil im Mündungsbereich des Urbanbaches (Urbangraben) in den Tauglbach (Abb. 15) wurde von HUCKRIEDE (1971) im Detail untersucht. Das Alter der Rhyncholithen-Anreicherungen an der Basis des roten Radiolarites gibt HUCKRIEDE (1971) mit Oxfordium an, so daß die Sedimentation des roten Radiolarites frühestens im Mittel-/Ober-Oxfordium beginnt (Genaueres in HUCKRIEDE 1971). Die Rotkalken an der Basis reichen auf Grund der Untersuchungen von HUCKRIEDE (1971) und BÖHM (1992) bis in das höhere Bathonium oder tiefere Callovium. Die 30 cm mächtige Schichtfolge mit den Rhyncholithen-Anreicherungen vertritt demnach stratigraphisch große Teile des Calloviums und des Oxfordiums. Während im Lammer Becken zur gleichen Zeit fast 2000 m Sediment akkumuliert werden, beträgt die Mächtigkeit der ungefähr gleichalten Sedimente im Bereich des Tauglboden Beckens also nur 30 cm.

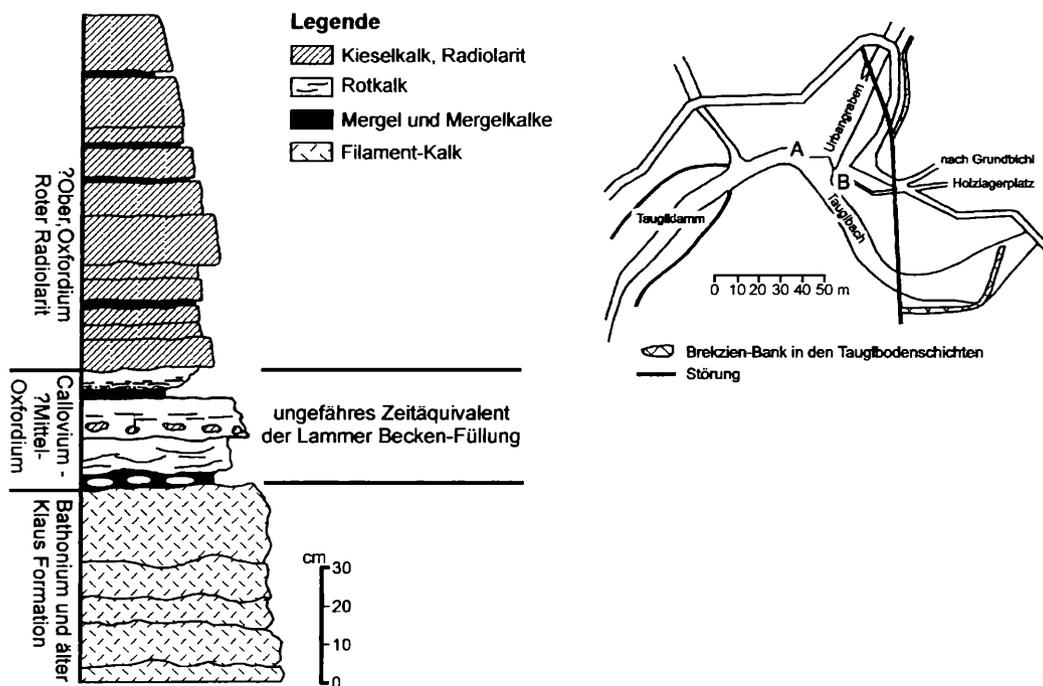


Abb. 15: Lage und Detailprofil des Übergangsbereiches zwischen den Klausalken und dem Radiolarit im Mündungsbereich des Urbanbaches (Urbangraben) in den Tauglbach. Das hier dargestellte Profil liegt westlich des Urbangrabens (Lokaliät A), ein ähnliches Profil ist östlich des Urbangrabens aufgeschlossen (Lokaliät B). Darstellung aus HUCKRIEDE (1971), umgezeichnet und geringfügig verändert.

### Aufschlüsse im Bereich der Kesselstrasse

Die innerhalb der Tauglbodenschichten eingelagerten Turbidite, Brekzienkörper und großen Gleitmassen, meist Fluxoturbidite, Olisthostrome (sensu GÖRLER & REUTTER 1968) und die synsedimentären Rutschpakete mit Gleitfalten und Schichtverdoppelungen zeigen eine deutliche Korngrößenabnahme von Süden nach Norden, was für eine im wesentlichen nach Norden gerichtete Schüttungsrichtung spricht (SCHLAGER & SCHLAGER 1969, 1973, DIERSCHKE 1980, VECSEI et al. 1989, GAWLICK et al. 1999a). Dies wird außerdem durch Einregelung von Komponentenachsen, Gleitfalten etc. belegt (SCHLAGER & SCHLAGER 1969, 1973, DIERSCHKE 1980).

In den Tauglbodenschichten liegen innerhalb der meist kalkigen Radiolarite, Kieselkalke und der Mergel die Radiolarien meist in Kalziterhaltung vor. Die bisherigen Radiolarienfaunen stammen aus Metabentoniten bzw. metabentonitführenden Lagen aus dem Zentralteil des Profiles an der Kesselstrasse (Wirtskesselgraben) östlich des Tauglbaches, der Typlokalität der Tauglbodenschichten, die ausführlich von SCHLAGER & SCHLAGER (1969, 1973) und DIERSCHKE (1980) bearbeitet, beschrieben und genetisch gedeutet wurde. Im folgenden ist deshalb nur der

zentrale Abschnitt des Gesamtprofils im Bereich der Kesselstraße (vgl. Abb. 6) mit den mächtigen Massenumlagerungen als Übersichtsprofil mit der Lage der einzelnen Probenpunkte dargestellt. In Abb. 16 (Profil 1, Profil 2) sind Detailprofile mit der genauen Lage der radiolariführenden Metabentonite bzw. der metabentonitführenden Lagen dargestellt. Die Radiolari konnten dabei in das Unter-Tithonium eingestuft werden (GAWLICK et al. 1999b).

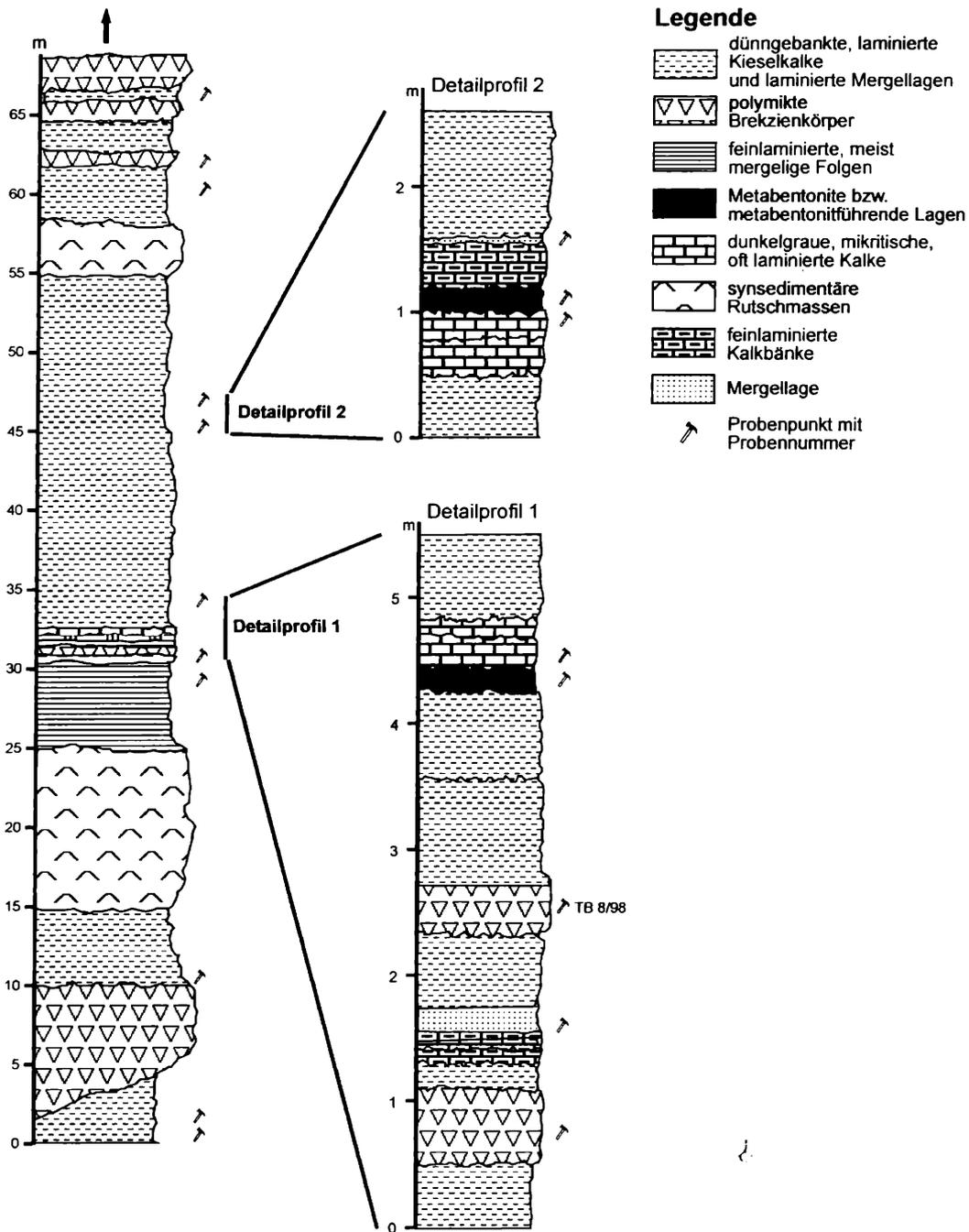


Abb. 16: Übersichtsprofil mit Lage der Probenpunkte an der Kesselstraße. Das Gesamtprofil ist in SCHLAGER & SCHLAGER (1969, 1973) und DIERSCHKE (1980) im Detail beschrieben. Das hier dargestellte Übersichtsprofil liegt im mittleren bis höheren Teil der Entwicklung der Schichtfolge.

Detailprofil 1: Wechselfolge aus Kieselkalken, Brekzien, Mergeln und Metabentoniten sowie Position der Probenpunkte.

Detailprofil 2: Wechselfolge aus dünnbankigen Kieselkalken, mergeligen Kalken und Metabentoniten sowie Position der Probenpunkte.

Auf der Basis dieser biostratigraphischen Einstufung der einzelnen, aus den Metabentoniten bzw. aus den metabentonitführenden Tonlagen isolierten, Radiolarienfaunen, und unter Einbeziehung der Daten von HUCKRIEDE (1971) und STEIGER (1992) kann der Liegendabschnitt der Tauglbodenschichten wahrscheinlich auf höchstes Oxfordium bzw. Oxfordium/Kimmeridgium-Grenzbereich, der Mittelabschnitt des Profils im Bereich der polymikten Brekzienkörper auf höheres Kimmeridgium bis tiefstes Tithonium und der Hangenteil der Tauglbodenschichten auf tiefes Tithonium (vgl. STEIGER 1992 – Einsetzen der Oberalmer Schichten im Unter-Tithonium) eingengt werden (Abb. 16). Allerdings ist zu bemerken, daß an der Basis der Tauglbodenschichten noch ein geringmächtiges Paket eines roten Radiolarites auftritt (vgl. HUCKRIEDE 1971, DIERSCHKE 1980), das stratigraphisch bisher nicht exakt erfaßt (Oxfordium nach Radiolarien – GAWLICK & SUZUKI in Vorb.) worden ist und eventuell bis in das tiefste Kimmeridgium reicht.

Wichtig ist bei dieser Einstufung der Tauglbodenschichten mit Hilfe der Radiolarienfaunen vor allem die biostratigraphische Einstufung der mächtigen Massenumlagerungen von der zu dieser Zeit aufsteigenden Trattberg Schwelle im Süden. Es kann auf der Basis dieser Einstufungen nun davon ausgegangen werden, daß sich die Trattberg Schwelle frühestens im Oxfordium/Kimmeridgium-Grenzbereich oder frühen Kimmeridgium zu heben begann, denn es treten bereits im tiefen Teil der Tauglbodenschichten polymikte Brekzien mit parautochthonem Komponentenbestand von der Trattberg Schwelle auf. Die Zeit der größten Reliefbildung in Verbindung mit der Umlagerung von Gleitschollen und Komponenten lag im höheren Kimmeridgium bis tiefsten Tithonium. Im Verlauf des Tithonium endet die Schüttung von karbonatlastischem Material von der Trattberg Schwelle. Die einzelnen Barmsteinkalklagen mit eindeutigen Komponenten einer Flachwasserkarbonatplattform (Mittel- bis Ober-Tithon – vgl. STEIGER 1992) innerhalb der Oberalmer Schichten führen zum Hangenden hin immer weniger karbonatlastisches Material von der Trattberg Schwelle (STEIGER 1981 - cum lit.).

## Das Sillenkopf Becken

Das Verbreitungsgebiet der Sillenkopf-Formation (Sillenkopfschichten – MISSONI & GAWLICK 2000, MISSONI et al. 2001) liegt hier im Bereich der südlichen Berchtesgadener Kalkalpen generell südlich der Königssee-Lammertal-Traunseestörung (KLT – DECKER et al. 1994) bzw. des Lammer-Beckens und deren Äquivalenten. Die Sillenkopf-Formation wurde von MISSONI & GAWLICK (2000) erstmals als eigenständige Formation erkannt und von den bestehenden Schichtfolgen abgetrennt. Zur Geschichte der Erforschung der Kieselsedimente im Bereich der Berchtesgadener Kalkalpen siehe DIERSCHKE (1980 – cum lit.) und MISSONI et al. (2001 – cum lit.).

Unterlagert wird die Sillenkopf-Formation, die stratigraphisch das Kimmeridgium bis ?Unter-Tithonium umfasst (MISSONI et al. 2001), von schwarzen oder roten Radiolariten bzw. Strubbergsschichten. Litho- und mikrofaziell entsprechen die Kieselsedimente der Sillenkopf-Formation weitgehend den Tauglbodenschichten (siehe: Lithologie der Tauglbodenschichten), denen sie auch vom Altersumfang her weitgehend entsprechen.

Kennzeichnend für die Sillenkopf-Formation ist der Komponentenbestand der in die Schichtfolge eingelagerten polymikten Brekzienkörper. Hier dominieren Resedimente aus dem Hallstätter Faziesraum (Pötschenschichten i. w. S.), Ober-Jura Flachwasserkomponenten, Exotika (u. a. metamorphe Sandsteine, Phyllite, metamorphe und vulkanische Quarze) und Haselgebirge (Genaueres in MISSONI et al. 2001, MISSONI & KUHLMANN 2001).

Die Mächtigkeit der Sillenkopf-Formation konnte bisher nur ungenügend erfasst werden, beträgt aber, nimmt man die eingelagerten Gleitkörper mit hinzu, mehrere 100 m.

Im Rahmen dieser Exkursion wird die Typlokalität der Sillenkopf-Formation, die Sillenköpfe im Bereich des Nationalparkes Berchtesgaden, besucht (Abb. 17).

↳

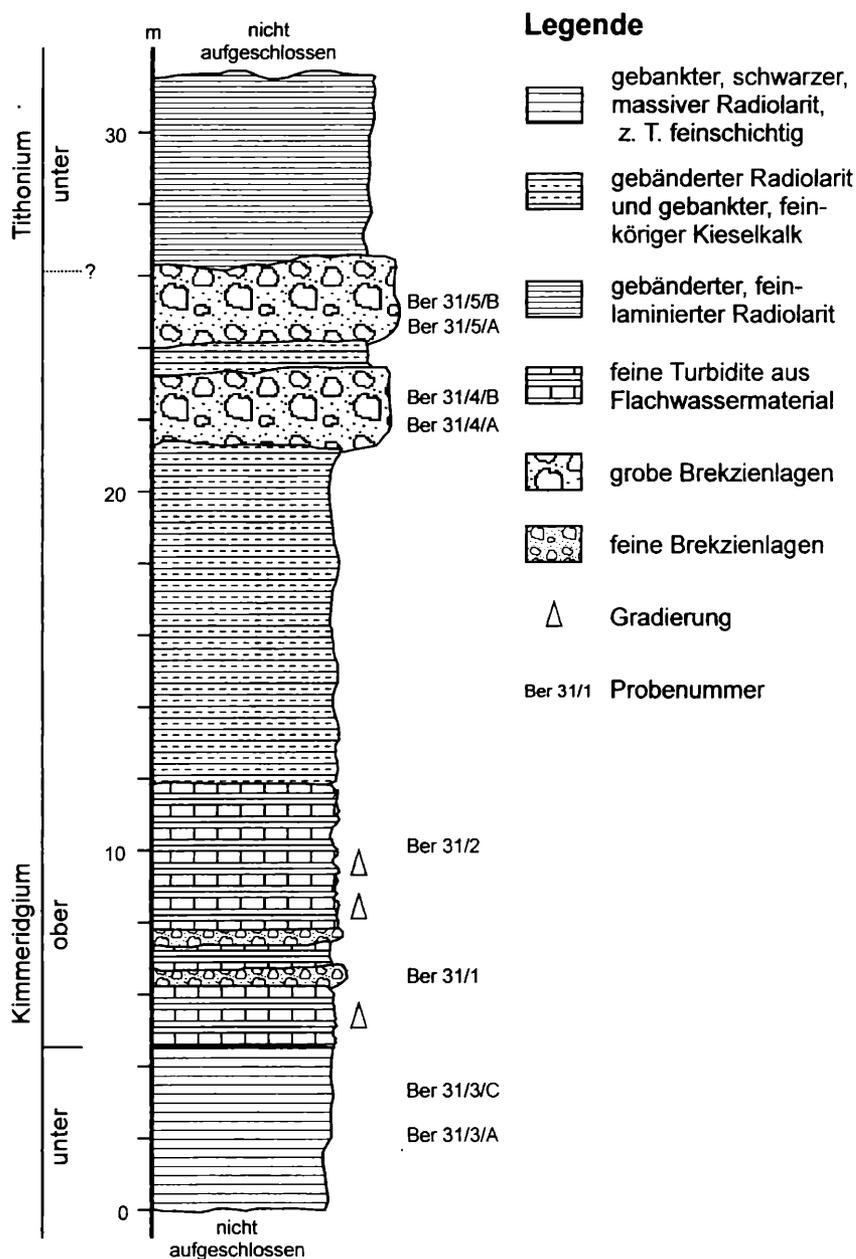


Abb. 17: Schematisches Profil der Schichtfolge der Sillenkopf-Formation mit polymikten Brekzienkörpern und Turbiditen südlich der Sillenköpfe an der Typlokalität.

## Die Trattberg Schwelle

Die Trattberg Schwelle (u. a. SCHLAGER 1953, SCHLAGER & SCHLAGER 1969, 1973, PLÖCHINGER 1953, 1983, 1990, DIERSCHKE 1980) am Südrand der Osterhorngruppe beginnt sich nach der Ablagerung des roten Radiolarites (= höherer Radiolarit sensu DIERSCHKE 1980) zu heben. Im Norden überschiebt die Trattberg Schwelle das Tauglboden Becken und im Süden wird sie durch die neogene Königssee-Lammertal-Traunsee Blattverschiebung (KLT; DECKER et al. 1994) zum Lammer Becken hin begrenzt.

Die Trattberg Schwelle besteht während des gesamten Kimmeridgiums sowie des tieferen Tithoniums und wird erst im höheren Tithonium von Oberalmer Schichten diskordant überlagert (STEIGER 1992, GAWLICK et al. 1999a). Vom ?höheren Oxfordium bis in das tiefere Tithonium wurde im Bereich der Trattberg Schwelle erodiert. Große Gleitschollen und Brekzienkomponenten wurden mobilisiert und nach Norden in das Tauglboden Becken umgelagert, d. h. die Trattberg Schwelle liefert Material in Form von Gleitmassen und Schutt aus tektonischen Bruchstufen in das sich unmittelbar nördlich sich bildende Tauglboden Becken. Hinweise auf ein Auftauchen der

Trattberg Schwelle bis zum Meeresspiegel (SCHLAGER & SCHLAGER 1973) konnten bisher allerdings keine gefunden werden (vgl. GAWLICK et al. 1999b).

Stratigraphisch und faziell ist die Trattberg Schwelle, wie auch der gesamte Bereich der Osterhorngruppe, dem Kalkvoralpinen Dachsteinkalkfaziesraum zuzuordnen. In der Ober-Trias und im unteren Lias vermittelt die lithofazielle Ausbildung zwischen der Schichtfolge der inneren Osterhorngruppe und der Schichtfolge des Tennengebirgsnordrandes (GAWLICK 1996, GAWLICK et al. 1999a). Im höheren Lias bildet sich das Trattberg-Lienbach Becken (BÖHM 1992) im Bereich der südlichen Osterhorngruppe und damit auch im Bereich der Trattberg Schwelle.

Am Osterhorngruppensüdrand wird im Bereich des Einbergzuges (Trattberg Schwelle) über den liassischen Rot- und Graukalken der im Vergleich zu den Strubbergsschichten i. e. S., geringmächtige, schwarze Radiolarit bzw. dunkelgraue bis schwarze Kieselkalke und Kieselmergel abgelagert (vgl. DIERSCHKE 1980), die stratigraphisch bis in das Unter-Calloviem reichen (GAWLICK & SUZUKI in Vorb.). Nach der Sedimentation des roten Radiolarites, der z. T. in Form von Gleitpaketen in das nördlich der Trattberg Schwelle sich bildende Tauglboden Becken abrutschte, wird der Einbergzug als Trattberg Schwelle gehoben. Dabei werden die Sedimente der Ober-Trias bis zum basalen Malm deformiert (GAWLICK et al. 1999a). Ablagerungen des höheren Radiolaritniveaus sind heute nur am äußersten Nordrand der Trattberg Schwelle und im Tauglboden Becken der inneren Osterhorngruppe erhalten (s. o.). Die Oberalmer Schichten überlagern vom ?höheren Kimmeridgium bzw. tieferen Tithonium an diskordant den Einbergzug bzw. die Trattberg Schwelle.

Im Bereich der Moosbergalm und nördlich davon ist diese diskordante Überlagerung aufgeschlossen. Die Sedimente der Ober-Trias, des Lias und Dogger sowie der schwarze Radiolarit bzw. Kieselkalk/Kieselmergel (Calloviem – GAWLICK & SUZUKI in Vorb.) sind deformiert und zeigen wechselndes Einfallen, stehen z. T. steil und zeigen z. T. einen Faltenbau. Die überlagernden Oberalmer Schichten mit zwischengeschalteten Barmsteinkalklagen dagegen fallen sanft nach Norden (Postalmgebiet) und zeigen keine Deformation.

## Zusammenfassung

Vom höheren Dogger an kollidieren die Nördlichen Kalkalpen mit einer bisher nicht näher bekannten Gegenplatte (vgl. LEIN 1984, 1987b, FAUPL 1997 und dazu gegensätzliche Auffassungen von z. B. FUCHS 1985, TOLLMANN 1987 - cum lit., SCHMIDT et al. 1991, CHANNELL et al. 1992, NEUBAUER 1994, SCHWEIGL & NEUBAUER 1996, 1997a, b, c - cum lit. u. v. a.). Dieses Ereignis ist durch ein weitverbreitetes Brekzienereignis dokumentiert (z. B. HUCKRIEDE 1959, GARRISON & FISCHER 1969, WÄCHTER 1987, OTTNER 1990, LACKSCHEWITZ et al. 1991, HEBBELN et al. 1996). Die Sedimentationsphase des Passiven Kontinentalrandes wird vom höheren Dogger an von der Phase des Aktiven Kontinentalrandes abgelöst. Die subduzierende kalkalpine Platte wird plötzlich abgesenkt (z. B. WÄCHTER 1987). Durch zusätzliche Seitenbewegungen entstehen verschiedene Dehnungsbecken auf dem ehemaligen kalkalpinen Schelfareal. Karbonatklastische Fächer mit Olisthostromen im intrakontinentalen Tiefseeegrabenbereich, geringenergetische Turbidite und Radiolaritsedimentation im schnell absinkenden kalkalpinen Bereich kennzeichnen die Sedimentation im höheren Dogger und im tieferen Malm (Radiolarit-Niveau, z. B. DIERSCHKE 1980, GAWLICK 1996). In die südlichsten Radiolarit Becken (= Lammer Becken) gleiten vom höheren Dogger an Brekzienkörper und Schollen aus dem durch die Kontinentkollision akkretionierten triassischen/liassischen Hallstätter Faziesraum (Abb. 18) der Trias als orogene Trogfüllungen ein (Gleittektonik der Hallstätter Zonen).

Die Mobilisierung der einzelnen Faziesräume erfolgt durch die auf den Südrand der Nördlichen Kalkalpen übergreifende Subduktionsfront (GAWLICK ab 1991, Gawlick et al. 1999a). Nacheinander werden die Gesteine der Tethys, des Meliatikums und des Hallstätter Salzbergfaziesraumes, des Zlambachfaziesraumes und schließlich des Kalkhochalpinen Dachsteinkalkfaziesraumes akkretioniert und mobilisiert (Abb. 18, GAWLICK 1996, GAWLICK et al. 1999a).

Dokumentiert ist die auf den Kalkvoralpinen Faziesraum vorschreitende Subduktionsfront durch den Sedimentationsverlauf im Bereich der Hallstätter Zonen im zentralen Mittelabschnitt der Nördlichen Kalkalpen (Abb. 18): zuerst werden das Meliatikum und der Hallstätter Salzbergfaziesraum von ihrer Unterlage abgelöst. Das mobilisierte Material wird in Richtung Zlambachfaziesraum und Kalkhochalpinem Dachsteinkalkfaziesraum geschüttet und dort abgelagert, schließlich bei der Ablösung dieser Faziesräume zusammen mit diesen weiter in Richtung Kalkvoralpiner Dachsteinkalkfaziesraum mit umgelagert bzw. weitertransportiert (GAWLICK 1996).

Die zeitliche Aufeinanderfolge der Becken- und Schwellenentwicklungen und die sedimentären Beckenfüllungen im zentralen Mittelabschnitt der Nördlichen Kalkalpen (Lammer Becken, Trattberg Schwelle und Tauglboden Becken) zeigen den genauen Verlauf dieser Entwicklung (GAWLICK et al. 1999a). Der intrakontinentale Tiefseeegraben des Lammer Beckens (Unter-Calloviem bis Mittel-Oxfordium - GAWLICK & SUZUKI 1999), der im Bereich der obertriassischen Lagune im Süden der Trattberg Schwelle gebildet hat, enthält eine mehr als 1500 m

mächtige Beckenfüllung aus kieseligen Tiefwassersedimenten, in die Brekzien, Megaolistolithe und Großschollen eingelagert sind (Strubbergsschichten).

Das Schließen der Tethys und das Mobilisieren und Ablösen von Gleitschollen erfolgte am Südrand der Nördlichen Kalkalpen nach den vorliegenden biostratigraphischen Daten bereits im höheren Callovium/tiefen Oxfordium. Zu dieser Zeit wird die Sedimentation im Bereich des Lammer Beckens vor allem von der stark erhöhten tektonischen Subsidenz und den Veränderungen am Kalkalpensüdrand im Bereich des Kalkhochalpin kontrolliert. Der größte Teil der Strubbergsschichten selbst stellen aufgrund der stratigraphischen Einstufung somit das Zeitäquivalent des schwarzen Radiolarites, z. T. auch der höheren Klaus-Formation im Bereich des nördlichen Kalkvoralpin dar. Als südliche fazielle Vertretung des schwarzen Radiolarites erreicht die Strubbergsschichtenbeckenfüllung, die als intrakontinentale Tiefsee-Grabenfüllung interpretiert wird, Mächtigkeiten von 1500-2000 m.

Im basalen Abschnitt der Lammer Beckenfüllung werden dabei Kieselkalke, Radiolarite und Mergel abgelagert. Darüber folgen zuerst geringmächtige Turbidite und schließlich verschiedene Typen von Brekzienkörpern, die z. T. komponentengestützt und z. T. matrixgestützt sind. Das Komponentenmaterial der ersten Brekzienkörpergeneration stammt aus dem proximalen Zlambachfaziesbereich (1 in Abb. 18, Karn bis Nor). Darüber folgen Brekzien, die neben Komponenten und Megaolistolithen aus dem proximalen Zlambachfaziesbereich (Anis bis Lias) auch einige wenige resedimentierte Komponenten aus dem Hallstätter Salzbergfaziesbereich führen. Im mittleren Abschnitt der Lammer Beckenfüllung dominieren Megaolistolithe und große Gleitschollen. Zuerst treten Schollen aus Werfener Schichten (Skyth) auf, die überlagert werden von Großschollen, die aus dem proximalen Zlambachfaziesraum stammen (1 in Abb. 18, Karn bis Nor). Brekzien, die diese Großschollen überlagern, führen Hallstätter Kalke (Komponenten bis Megaolistolithe) und Komponenten des Meliatikum (4 und 5 in Abb. 18). Daß diese Brekzien huckepack auf dem Rücken der Schollen aus dem proximalen Zlambachfaziesraum transportiert worden sind, belegt die Überlagerung durch Brekzien, deren Komponentenmaterial aus dem distalen Zlambachfaziesbereich stammt (2 in Abb. 18, Karn bis Nor). Der hangende Abschnitt der Lammer Beckenfüllung schließlich ist gekennzeichnet durch die Ablagerung von Brekzien und Großschollen, zuerst aus dem eingeschränkten Hallstätter Salzbergfaziesbereich (3 in Abb. 18, Karn bis Rhät) mit vereinzelt Komponenten aus dem Kalkhochalpinen Dachsteinkalkfaziesbereich. Über diesen Brekzien und Schollen folgen dann Großschollen aus dem Kalkhochalpinen Dachsteinkalkfaziesbereich. (Skyth bis Lias). Diese Großschollen, die die Größe von Decken erreichen, werden überlagert von Schollen, die aus dem typischen Hallstätter Salzbergfaziesbereich stammen (4 in Abb. 18, Anis bis Nor).

Die umgelagerten und im Lammer Becken abgelagerten Gesteine können dabei ausnahmslos aus dem Kalkhochalpinen Dachsteinkalkfaziesraum und der Hallstätter Zone hergeleitet werden (GAWLICK ab 1991). Eine detaillierte Analyse des Sedimentationsverlaufes im Lammer Becken zeigt (Genaueres in GAWLICK 1996), daß zuerst die Gesteine der distalen Bereiche des Kontinentalrandes, das Meliatikum und der Hallstätter Salzbergfaziesraum, mobilisiert und umgelagert wurden. Danach wurden die Gesteine des Zlambachfaziesraumes und schließlich des Kalkhochalpinen Dachsteinkalkfaziesraumes mobilisiert und in das Lammer Becken umgelagert (Abb. 18). Mit dem Eingleiten der letzten Schollengeneration aus dem Kalkhochalpinen Dachsteinkalkfaziesraum endet die Sedimentation am Tennengebirgsnordrand im Bereich des Lammer Beckens vor der neoautochthonen Überdeckung durch Oberalmer Schichten.

Die Sedimentation im Lammer Becken endet im Oxfordium, relativ gleichzeitig entstehen die Trattberg Schwelle und das Tauglboden Becken (Oxfordium/Kimmeridgium-Grenzbereich bis Unter-Tithonium - GAWLICK et al. 1999) weiter im Norden.

Der Sedimentationsverlauf der Beckenfüllung mit einem Material, das ausschließlich aus dem Kalkhochalpinen Faziesbereich hergeleitet werden kann, repräsentiert das Übergreifen der Subduktionsfront der Tethys auf den heutigen Kalkalpensüdrand. Der zeitliche Ablauf der Sedimentation im Lammer Becken spiegelt die Sedimentation vor einem Aktiven Kontinentalrand wider. Vermutlich während der Sedimentation des roten, Oberen Radiolarites wird das Lammer Becken durch das Übergreifen der Subduktionsfront auf den Kalkvoralpinen Raum gehoben (DIERSCHKE 1980, GAWLICK 1996). Dabei entsteht das weiter im Norden gelegene, jüngere Tauglboden Becken (GAWLICK et al. 1999a). Das Tauglboden Becken im zentralen Mittelabschnitt der Nördlichen Kalkalpen dokumentiert aufgrund seiner sedimentären Beckenfüllung das Übergreifen der Subduktionsfront auf den Zentralteil des Tirolikums im Zusammenhang mit dem Schließen der Tethys im Ober-Jura (GAWLICK et al. 1999a).

Dieses tektonische Ereignis und die Sedimente der Radiolaritbecken werden diskordant überlagert von den Karbonaten der Ober-Jura Karbonatplattform, deren Sedimentation im Ober-Kimmeridgium beginnt (Abb. 18).

Im Zuge der weiteren tektonischen Verkürzung entsteht eine neue Generation von Radiolaritbecken im Bereich des Kalkalpensüdrandes (F in Abb. 18, Sillenkopf Becken - MISSONI & GAWLICK 2000, MISSONI et al. 2001). Im Gebiet der ersten Generation der Radiolaritbecken (= Lammer Becken) bzw. südlich davon, die von den Karbonaten der Ober-Jura Plattform diskordant überlagert wird, entstehen neue Tiefwasserablagerungsräume, z. T. geht die Sedimentation in den älteren Radiolaritbecken weiter. Die Ober-Jura Karbonatplattform zerbricht in diesem Raum. Die Sedimentation in diesen Becken, die ungefähr zeitgleich (ab tieferem Kimmeridgium) mit den Tauglbodenschichten erfolgt, unterscheidet sich aber im Komponentenbestand der eingelagerten Brekzienkörper deutlich von dem der Brekzienkörper der Tauglbodenschichten (MISSONI et al. 2001).

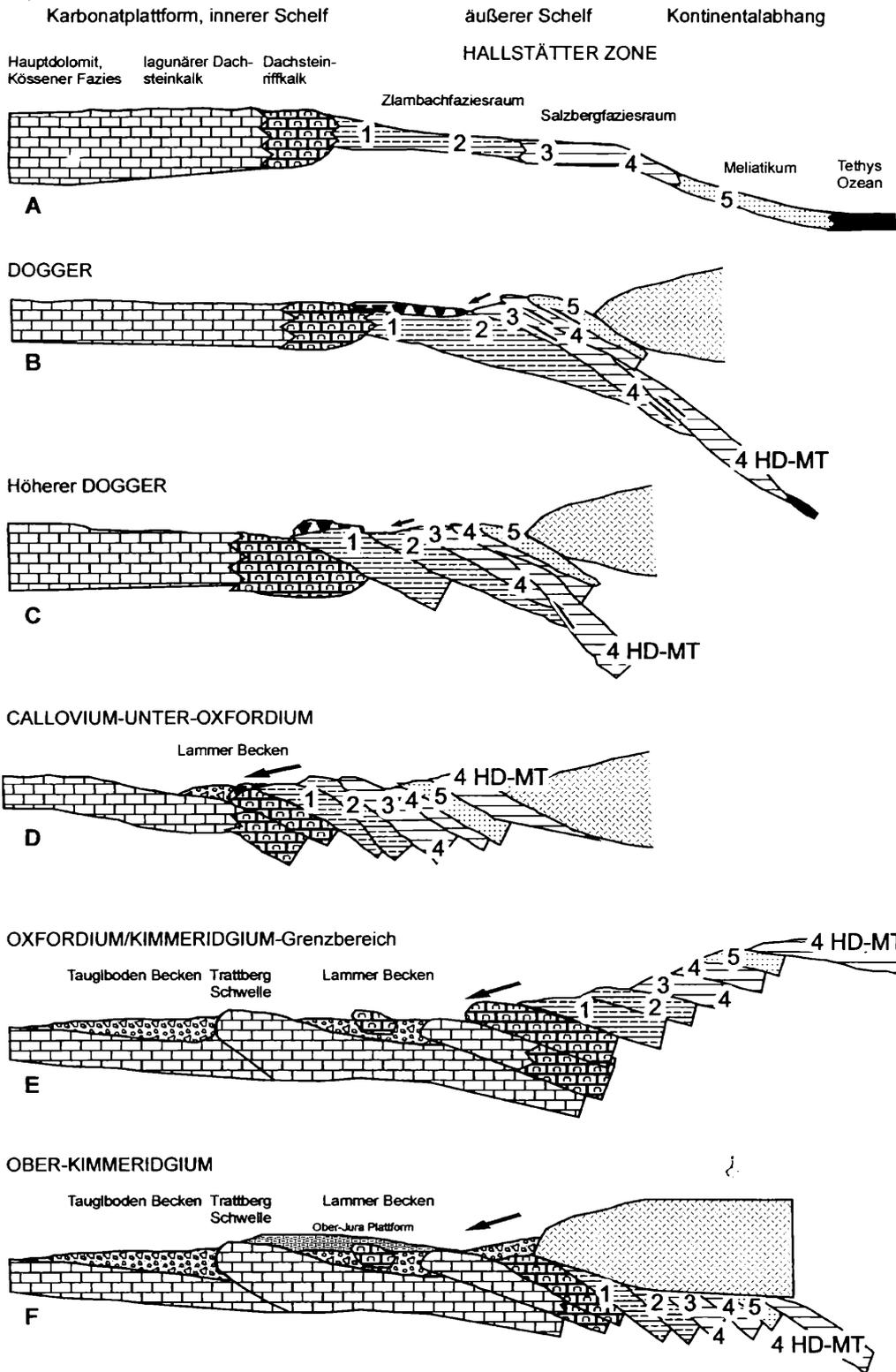


Abb. 18: Plattentektonisches Modell der Entwicklung der Hallstätter Zone und der Nördlichen Kalkalpen im Dogger/Malm-Grenzbereich und im frühen Malm. Verändert und ergänzt nach GAWLICK, FRISCH, VECSEI, STEIGER & BÖHM (1999a). HD-MT: Hochdruck-Mitteltemperatur-Metamorphose.

Während also der gesamte Hallstätter Faziesraum im höheren Dogger und tieferen/mittleren Oxfordium infolge der Subduktion im Tethysraum akkretioniert und z. T. mobilisiert und in das Lammer Becken umgelagert wurde, beginnt die Sedimentation im Tauglboden Becken im höchsten Oxfordium bzw. tieferen Kimmeridgium. Die Massenumlagerungen kulminieren auf der Basis dieser Einstufungen im höchsten Kimmeridgium und tiefsten Tithonium, bevor sich vom Unter/Mittel-Tithonium an mit der Ablagerung der Oberalmer Schichten allmählich wieder relativ ruhige Sedimentationsbedingungen einstellen. Die Oberalmer Schichten und ihre zeitlichen Äquivalente plombieren vom Tithonium an das zuvor durch die Subduktion der Tethys im kalkalpinen Raum entstandene Relief (= jurassische Neautochthonie, z. B. MANDL 1984). Im Bereich der Hallstätter Zonen können sich auf großen Schollen bzw. Deckenstirnen wie der Trattberg Schwelle, die bis nahe an die Wasseroberfläche heranreichen, wieder Riffe bilden (Plassenkalk). Allerdings zeigt der oberjurassische Meeresboden im Bereich des heutigen Kalkalpensüdrandes auf Grund der vorhergehenden tektonischen Ereignisse eine sehr unruhige Morphologie mit steilem Relief und kleinräumiger Faziesverteilung (u. a. FENNINGER & HOLZER 1970). Areale mit Flachwasserkarbonaten (Plassenkalk, Tressensteinkalk) grenzen unmittelbar an Areale mit Beckenkarbonaten (Oberalmer Formation, mit zwischengelagerten Riffdetritusbänken = Barmsteinkalke; STEIGER 1981).

Im Verlauf des Tithonium endet die Schüttung von älterem karbonatlastischem Material von der Trattberg Schwelle. Die Barmsteinkalklagen innerhalb der Oberalmer Schichten führen vom Liegenden zum Hangenden immer weniger karbonatlastisches Material von der Trattberg Schwelle (STEIGER 1981).

Auf Grund der hier vorgestellten Ergebnisse werden die Prinzipien der Sedimentation und Tektonik in den Nördlichen Kalkalpen neu interpretiert (Abb. 18). Als Tiefjuvavikum werden jene Decken interpretiert, die im Ober-Jura mobilisiert und in die Radiolaritbecken umgelagert wurden. In dieser Zeit werden alle Faziesbereiche des distalen kalkalpinen Schelfes (Kalkhochalpiner Dachsteinkalkfaziesraum, Zlambachfaziesraum, Hallstätter Salzbergfaziesraum, Meliatikum) in den Bereich der ehemaligen Lagune der Ober-Trias Karbonatplattform umgelagert. Diese Schollen und Decken werden im höchsten Ober-Jura von Sedimenten einer Karbonatplattform überlagert. Während der jüngeren tektonischen Ereignisse werden diese Schollen und Decken remobilisiert und weitertransportiert, so daß sie heute z. T. auf kretazischen Sedimenten auf sekundärer Lagerstätte liegen.

### Dank

Die Ergebnisse wurden z. T. mit finanzieller Unterstützung der FWF-Projekte P14131-TEC und P15060 erarbeitet.

### Literatur

- BAUMGARTNER, P.O. (1984): A Middle Jurassic-Early Cretaceous low-latitude radiolarian zonation based on Unitary Associations and age of Tethyan radiolarites. - *Eclogae geol. Helv.*, **77**: 729-837, Basel.
- BAUMGARTNER, P.O. (1987): Age and genesis of Tethyan Jurassic Radiolarites. - *Eclogae geol. Helv.*, **80**: 831-879, Basel.
- BAUMGARTNER, P.O., BARTOLINI, A., CARTER, E.S., CONTI, M., CORTESE, G., DANELIAN, T., DE WEVER, P., DUMITRICA, P., DUMITRICA-JUD, R., GORICAN, S., GUÉX, J., HULL, D.M., KITO, N., MARCUCCI, M., MATSUOKA, A., MURCHEY, B., O'DOHERTY, L., SAVARY, J., VISHNEVSKAYA, V., WIDZ, D. & YAO, A. (1995): Middle Jurassic to Early Cretaceous radiolarian biochronology of Tethys based on Unitary Associations. - *Mem. de Géol.*, **23**: 1013-1048, Lausanne.
- BECHSTÄDT, T. & MOSTLER, H. (1976): Riff-Becken-Entwicklung in der Mitteltrias der westlichen Nördlichen Kalkalpen. - *Ztschr. dt. Geol. Ges.*, **127**: 271-289, Hannover.
- BERNOULLI, D. & JENKYN, H.C. (1970): A Jurassic Basin: The Glasenbach Gorge, Salzburg, Austria. - *Verh. Geol. B.-A.*, **1970**: 504-531, Wien.
- BERNOULLI, D. & JENKYN, H.C. (1974): Alpine, Mediterranean, and Central Atlantic Mesozoic facies in relation to the early evolution of the Tethys. - *SEPM spec. Publ.*, **19**: 129-160, Tulsa.
- BÖHM, F. (1989): Fazieswechsel im Lias der Osterhorngruppe - Eustatik oder Tektonik? (Nördliche Kalkalpen, Salzburg, Österreich). - *Geol. Paläont. Mitt. Innsbruck*, **16**: 11, Innsbruck.
- BÖHM, F. (1992): Mikrofazies und Ablagerungsmilieu des Lias und Dogger der Nordöstlichen Kalkalpen. - *Erlanger geol. Abh.*, **121**: 55-217, Erlangen.
- BÖHM, F., DOMMERMIGUES, J.-L. & MEISTER, C. (1995): Breccias of the Adnet Formation: indicators of a Mid-Liassic event in the Northern Calcareous Alps (Salzburg/Austria). - *Geol. Rdsch.*, **84**: 272-286, (Springer) Berlin.
- BRANDNER, R. (1984): Meeresspiegelschwankungen und Tektonik in der Trias der NW-Tethys. - *Jb. Geol. B.-A.*, **126**: 435-475, Wien.
- BRANDNER, R. & RESCH, W. (1981): Reef development in the Middle Triassic (Ladinian and Cordevolian) of the Northern Limestone Alps near Innsbruck, Austria. - *SEPM spec. Publ.*, **30**: 203-231, Tulsa.

- CHANNELL, J.E.T., BRANDNER, R., SPIELER, A. & STONER, J.S. (1992): Paleomagnetism and paleogeography of the Northern Calcareous Alps (Austria). - *Tectonics*, **11**: 792-810, Washington.
- CZURDA, K. & NICKLAS, L. (1970): Zur Mikrofazies und Mikrostratigraphie des Hauptdolomites und Plattenkalk-Nivèaus der Klostertaler Alpen und des Rhätikon (Nördliche Kalkalpen, Vorarlberg). - Festband d. Geol. Inst. 300-Jahr-Feier Univ. Innsbruck, 165-253, Innsbruck.
- DE WEVER, P. (1989): Radiolarians, Radiolarites, and Mesozoic Paleogeography of the Circum-Mediterranean Alpine Belts. - (In: HEIN, J.R. & OBRADOVIC, J. (Eds.): *Siliceous Deposits of the Tethys and Pacific Regions*), 31-49, (Springer) Berlin Heidelberg New York.
- DE WEVER, P., BAUDIN, F., AZÉMA, J. & FOURCADE, E. (1996): Radiolarians and Tethyan Radiolarites from primary production to their paleogeography. - (In: NAIRN, A.E.M., RICOU, L.-E., VRIELYNCK, B. & DERCOURT, J. (Eds.): *The ocean basins and margins. Vol. 8: The Tethys Ocean*), 267-318, (Plenum Press) New York.
- DECKER K., FAUPL, P. & MÜLLER, A. (1987): Synorogenic Sedimentation on the Northern Calcareous Alps During Early Cretaceous. - (In: FLÜGEL, H.W. & FAUPL, P. (Eds.): *Geodynamics of the Eastern Alps*), 126-141, (Deuticke) Wien.
- DECKER, K., PERESSON, H. & FAUPL, P. (1994): Die miozäne Tektonik der östlichen Kalkalpen: Kinematik, Paläospannungen und Deformationsverteilung während der "lateralen Extrusion" der Zentralalpen. - *Jb. Geol. B.-A.*, **137/1**: 5-18, Wien.
- DIERSCHKE, V. (1978): Upper Jurassic Radiolarites in the Northern Calcareous Alps. - *Int. Union. Comm. on Geodynamics, Scientific report*, **38**: 113-117, Stuttgart.
- DIERSCHKE, V. (1980): Die Radiolarite des Oberjura im Mittelabschnitt der Nördlichen Kalkalpen. - *Geotekt. Forsch.*, **58**: 1-217, Stuttgart.
- DULLO, W.-C. & LEIN, R. (1982): Facies and environment of the Leckkogel Beds (Carnian; Alps). - *Facies*, **6**: 25-36, Erlangen.
- EBLI, O. (1997): Sedimentation und Biofazies an passiven Kontinentalrändern: Lias und Dogger des Mittelabschnittes der Nördlichen Kalkalpen und des frühen Atlantik (DSDP site 547B, Marokko). - *Münchener Geowissen. Abh., Reihe A*, **32**: 1-255, München.
- EYNATTEN, H.v. (1996): Provenanzanalyse kretazischer Siliziklastika aus den Nördlichen Kalkalpen. - Unveröffentl. Diss. Johannes-Gutenberg-Univ. Mainz, 1-145, Mainz.
- EYNATTEN, H.V., GAUPP, R. & WIJBRANS, J.R. (1996):  $^{40}\text{Ar}/^{39}\text{Ar}$  laser-probe dating of detrital white micas from Cretaceous sedimentary rocks of the Eastern Alps: Evidence for Variscan high-pressure metamorphism and implications for Alpine orogeny. - *Geology*, **24**: 691-694, Boulder.
- FABRICIUS, F. (1966): Beckensedimentation und Riffbildung an der Wende Trias/Jura in den bayrisch-tiroler Kalkalpen. - *Int. Sediment. Petrogr. Series*, **IX**: 1-143, Taf. 1-27, Leiden.
- FAUPL, P. (1997): Austria. - (In (Eds.): MOORES, E.M. & FAIRBRIDGE, R.W.: *Encyclopedia of European and Asian Regional Geology*), 51-63, (Chapman & Hall) London.
- FAUPL, P. & POBER, E. (1991): Zur Bedeutung detritischer Chromspinelle in den Ostalpen: Ophiolithischer Detritus aus der Vardarsutur. - (In: LOBITZER, H. & CSÁSZÁR, G. (Eds.): *Jubiläumsschrift 20 Jahre Geologische Zusammenarbeit Österreich - Ungarn, Teil 1*), 133-143, Wien.
- FAUPL, P. & TOLLMANN, A. (1979): Die Roßfeldschichten: Ein Beispiel für Sedimentation im Bereich einer tektonisch aktiven Tiefseerinne aus der kalkalpinen Unterkreide. - *Geol. Rdsch.*, **68**: 93-120, Stuttgart.
- FENNINGER, A. & HOLZER, H.-L. (1970): Fazies und Paläogeographie des oberostalpinen Malms. - *Mitt. Geol. Ges. Wien*, **63**: 52-141, Wien.
- FISCHER, A.G. (1964): The Lofer Cyclothems of the Alpine Triassic. - *Bull. geol. Surv. Kansas*, **169**: 107-149, Lawrence.
- FISCHER, A.G. (1975): Tidal Deposits, Dachstein Limestone of the North-Alpine Triassic. - (In: GINSBURG (Ed.): *Tidal deposits*), 235-242, (Springer) New York.
- FISCHER, R. (1969): Roter Ammonitenkalk und Radiolarit aus dem unteren Dogger der Kammerker (Nordtirol). - *Mitt. Bayer. Staatssamml. Paläont. Hist. Geol.*, **9**: 93-116, München.
- FLÜGEL, E. (1962): Beiträge zur Paläontologie der nordalpinen Riffe. Neue Spongien und Algen aus den Zlambach-Schichten (Rhät) des westlichen Gosaukammes, Oberösterreich. - *Ann. Naturhist. Mus. Wien*, **65**: 51-56, Wien.
- FLÜGEL, E. (1981): Paleocology and Facies of Upper Triassic Reefs in the Northern Calcareous Alps. - *SEPM Spec. Publ.*, **30**: 291-359, Tulsa.
- FRISCH, W. (1979): Tectonic Progradation on Plate Tectonic Evolution of the Alps. - *Tectonophysics*, **60**: 121-139, Amsterdam.
- FRUTH, I. & SCHERREIKS, R. (1985): Zur Fazies, Diagenese und Paläogeographie der nordalpinen Hauptdolomit-Formation. - *Jahresbericht 1984 der Generaldirektion Staatl. Naturw. Sammlungen Bayerns*, 7-16, München.
- FUCHS, W. (1985): Großtektonische Neuorientierung in den Ostalpen und Westkarpaten unter Einbeziehung plattentektonischer Gesichtspunkte. - *Jb. Geol. B.-A.*, **127(4)**: 571-631, Wien.
- GARRISON, R.E. & FISCHER, A.G. (1969): Deep water Limestones and Radiolarites of the Alpine Jurassic. - *SEPM spec. Publ.*, **14**: 20-56, Tulsa.

- GAWLICK, H.-J. (1991): Die Lammereinheit - eine oberjurassische Beckenfüllung (Nördliche Kalkalpen, Salzburger Land, Österreich). - *Nachr. dt. Geol. Ges.* **46**: 23-24, Hannover.
- GAWLICK, H.-J. (1993): Triassische Tiefwasserfazieskomponenten (Kieselkalke, Radiolarite) in der jurassischen Strubbergbrekzie am Tennengebirgsnordrand (Nördliche Kalkalpen, Österreich). - *Jb. Geol. B.-A.*, **136(2)**: 347-350, Wien.
- GAWLICK, H.-J. (1996): Die früh-oberjurassischen Brekzien der Stubbergschichten im Lammertal - Analyse und tektonische Bedeutung (Nördliche Kalkalpen, Österreich). - *Mitt. Ges. Geol. Bergbaustud. Österr.*, **39/40**: 119-186, Wien.
- GAWLICK, H.-J. (1998): Obertriassische Brekzienbildung und Schollengleitung im Zlambachfaziesraum (Pötschenschichten) - Stratigraphie, Paläogeographie und diagenetische Überprägung des Lammeregg-Schollenkomplexes (Nördliche Kalkalpen, Salzburg). - *Jb. Geol. B.-A.*, **141(2)**: 147-165, Wien.
- GAWLICK, H.-J. (2000): Paläogeographie der Ober-Trias Karbonatplattform in den Nördlichen Kalkalpen. - *Mitt. Ges. Geol. Bergbaustud. Österr.* **44**: 45-95, Wien.
- GAWLICK, H.-J. (2000): Die Radiolaritbecken in den Nördlichen Kalkalpen (hoher Mittel-Jura, Ober-Jura). - *Mitt. Ges. Geol. Bergbaustud. Österr.* **44**: 97-156, Wien.
- GAWLICK, H.-J. & BÖHM, F. (2000): Sequence and Isotope Stratigraphy of Late Triassic Distal Periplatform Limestones - an example from the Northern Calcareous Alps (Kälberstein Quarry, Berchtesgaden Hallstatt Zone). - *Intern. Jour. Earth Sciences* **89**: 108-129, (Springer) Berlin.
- GAWLICK, H.-J., FRISCH, W., VECSEI, A., STEIGER, T. & BÖHM, F. (1999): The change from rifting to thrusting in the Northern Calcareous Alps as recorded in Jurassic sediments. - *Geol. Rdsch.*, **87**: 644-657, (Springer) Berlin.
- GAWLICK, H.-J., JANAUSCHEK, W., MISSONI, S., SUZUKI, H., DIERSCHKE, V. & ZANKL, H. (in Druck): Fazies, Alter und Komponentenbestand der jurassischen Kieselsedimente mit polymikten Brekzien (Callovium - Oxfordium) des Büchsenkopfes im Nationalpark Berchtesgaden und deren Bedeutung für die tektonische und paläogeographische Interpretation der Berchtesgadener Kalkalpen (Deutschland). - *N. Jb. Geol. Pal. Abh.*, Stuttgart.
- GAWLICK, H.-J., SUZUKI, H. & MISSONI, S. (2001): Nachweis von unterliassischen Beckensedimenten in Hallstätter Fazies (Dürnberg-Formation) im Bereich der Hallein - Berchtesgadener Hallstätter Zone und des Lammer Beckens (Hettangium - Sinemurium) - *Mitt. Ges. Geol. Bergbaustud. Österr.* **45**: 39-55, Wien.
- GAWLICK, H.-J. & SUZUKI, H. (1999): Zur stratigraphischen Stellung der Strubbergschichten in den Nördlichen Kalkalpen (Callovium - Oxfordium). - *N. Jb. Geol. Paläont. Abh.*, **211**: 233-262, Stuttgart.
- GAWLICK, H.-J., SUZUKI, H., VORTISCH, W. & WEGERER, E. (1999): Zur stratigraphischen Stellung der Tauglbodenschichten an der Typlokalität in der Osterhorngruppe (Nördliche Kalkalpen, Ober-Oxfordium - Unter-Tithonium). - *Mitt. Ges. Geol. Bergbaustud. Österr.*, **42**: 1-20, Wien.
- GÖRLER, K. & REUTTER, K.-J. (1968): Entstehung und Merkmale der Olisthostrome. - *Geol. Rdsch.*, **57**: 484-514, Stuttgart.
- GOLEBIEWSKI, R. (1990): The Alpine Kössen Formation, a Key for European Topmost Triassic Correlations. A Sequence- and Ecostratigraphic Contribution to the Norian-Rhaetian Discussion. - *Albertiana*, **8**: 25-35, Stockholm.
- GOLEBIEWSKI, R. (1991): Becken und Riffe der alpinen Obertrias. Lithostratigraphie und Biofazies der Kössener Formation. - (In: NAGEL, D. & RABEDER, G. (Hrsg.): *Exkursionen im Jungpaläozoikum und Mesozoikum Österreichs*), 79-119, Wien.
- HAAS, J. (1991): A Basic Model for Lofer Cycles. - (In: EINSELE, G., RICKEN, W. & SEILACHER, A. (Eds.): *Cycles and Events in Stratigraphy*), 722-732, (Springer) Berlin Heidelberg New York.
- HAAS, J., KOVÁCS, S., KRYSZYN, L. & LEIN, R. (1995): Significance of Late Permian - Triassic facies zones in terrane reconstructions in the Alpine - North Pannonian domain. - *Tectonophysics*, **242**: 19-40, Amsterdam.
- HALLAM, A. (1971): Evaluation of bathymetric criteria for the mediterranean Jurassic. - *Ann. Inst. Geol. Publ. Hung.*, **54**, fasc. **2**: 63-69, Budapest.
- HEBBELN, D., HENRICH, R., LACKSCHEWITZ, K.S. & RUHLAND, G. (1996): Tektonische Struktur und fazielle Gliederung der Lechtaldecke am NW-Rand des Tirolischen Bogens in den Chiemgauer Alpen. - *Mitt. Ges. Geol.-Bergbaustud.*, **39/40**: 221-235, Wien.
- HÖCK, V. & SCHLAGER, W. (1964): Einsedimentierte Großschollen in den jurassischen Strubbergbrekzien des Tennengebirges (Salzburg). - *Anz. österr. Akad. Wiss., math.-natw. Kl., Abt. 1*, **101**: 228-229, Wien.
- HUCKRIEDE, R. (1959): Die Eisenspitze am Kalkalpensüdrand (Lechtaler Alpen, Tirol). - *Ztschr. dt. Geol. Ges.*, **111(2)**: 410-433, Hannover.
- HUCKRIEDE, R. (1971): Rhyncholithen-Anreicherung (Oxfordium) an der Basis des Älteren Radiolarits der Salzburger Kalkalpen. - *Geologica et Palaeontologica*, **5**: 131-147, Marburg/Lahn.
- JACOBESHAGEN, V. (1964): Lias und Dogger im West-Abschnitt der Nördlichen Kalkalpen. - *Geol. Romana*, **3**: 303-318, Rom.
- JACOBESHAGEN, V. (1965): Die Allgäu-Schichten (Jura-Fleckenmergel) zwischen Wettersteingebirge und Rhein. - *Jb. Geol. B.-A.*, **108**: 1-114, Wien.
- JENKYN, H.C. & WINTERER, E.L. (1982): Paleooceanography of Mesozoic ribbon radiolarites. - *Earth Planet. Sci. Letters*, **60**: 351-375, Amsterdam.
- KRAINER, K. (1985): Zur Sedimentologie des Alpinen Buntsandsteins und der Werfener Schichten (Skyth) Kärntens. - *Geol. Paläont. Mitt. Innsbruck*, **14(2)**: 21-81, Innsbruck.

- KRAINER, K. & MOSTLER, H. (1997): Die Lias-Beckenentwicklung der Unkener Synklinale (Nördliche Kalkalpen, Salzburg) unter besonderer Berücksichtigung der Scheibelberg Formation. - Geol. Paläont. Mitt. Innsbruck, **22**: 1-41, Innsbruck.
- KRAINER K., MOSTLER, H. & HADITSCH J.G. (1994): Jurassische Beckenbildung in den Nördlichen Kalkalpen bei Lofer (Salzburg) unter besonderer Berücksichtigung der Manganerz-Genese. - Abh. Geol. B.-A., **50**: 257-293, Wien.
- KRALIK, M., KLIMA, K. & RIEDMÜLLER, G., (1987): Dating fault gouges. - Nature, Vol. 327, No. **6126**: 315-317, London.
- KRALIK, M., KRUMM, H. & SCHRAMM, J.M. (1987): Low grade and Very Low Grade Metamorphism in the Northern Calcareous Alps and in the Greywacke Zone: Illit-Crystallinity Data and Isotopic Ages. - (In: FLÜGEL, H.W. & FAUPL, P. (Eds.): Geodynamics of the Eastern Alps), 164-178, (Deuticke) Wien.
- KRALIK, M. & SCHRAMM, J.M. (1994): Illit-Wachstum: Übergang Diagenese - Metamorphose in Karbonat- und Tonsteinen der Nördlichen Kalkalpen: Mineralogie und Isotopengeologie (Rb-Sr, K-Ar und C-O). - Jb. Geol. B.-A., **137**: 105-137, Wien.
- KRYSTYN, L. (1971): Stratigraphie, Fauna und Fazies der Klaus-Schichten (Aalenium-Oxford) in den östlichen Nordalpen. - Verh. Geol. B.-A., 1971/3: 486-509, Wien.
- KRYSTYN, L. (1991): Die Fossilagerstätten der alpinen Trias. - (In: NAGEL, D. & RABEDER, G. (Hrsg.): Exkursionen im Jungpaläozoikum und Mesozoikum Österreichs), 24-78, Wien.
- KRYSTYN, L. & LEIN, R. (1996): Triassische Becken- und Plattformsedimente der östlichen Kalkalpen. - Exkursionsführer Sediment '96, Berichte der Geol. B.-A., **1996/33**: 1-23, Wien.
- KRYSTYN, L., LEIN, R., MELLO, J., RIEDEL, P. & PILLER, W. (1990): "Tisovec Limestone" - an example of the problems of lithostratigraphic correlation between the Northern Calcareous Alps and the central West Carpathians. - (In: MINÁŘKOVÁ, D. & LOBITZER, H. (Eds.): Thirty years of geological cooperation between Austria and Czechoslovakia), 125-136, Prag Wien.
- LACKSCHEWITZ, K.S., GRÜTZMACHER, U. & HENRICH, R. (1991): Paleogeography and rotational block faulting in the Jurassic carbonate series of the Chiemgau Alps (Bavaria). - Facies, **24**: 1-24, Erlangen.
- LEIN, R. (1984): Geologie der Hohen Wand. - (In: WURM, F. (Hrsg.): Hohe Wand und Umgebung), Exkursionsführer, 10-28, Payerbach.
- LEIN, R. (1985): Das Mesozoikum der Nördlichen Kalkalpen als Beispiel eines gerichteten Sedimentationsverlaufes infolge fortschreitender Krustenausdünnung. - Arch. f. Lagerstättenforschung. Geol. B.-A., **6**: 117-128, Wien
- LEIN, R. (1987a): Evolution of the Northern Calcareous Alps During Triassic Times. - (In: FLÜGEL, H.W. & FAUPL, P. (Eds.): Geodynamics of the Eastern Alps), 85-102, (Deuticke) Wien.
- LEIN, R. (1987b): Zur Verbreitung der Hallstätter Zone beiderseits des Pyhrn-Passes. - Oö. Geonachrichten 2, Folge **2**: 21-37, Linz.
- MANDL, G.W. (1982): Jurassische Gleittektonik im Bereich der Hallstätter Zone zwischen Bad Ischl und Bad Aussee (Salzkammergut, Österreich). - Mitt. Ges. Geol. Bergbaustud. Österr., **28**: 55-76, Wien.
- MANDL, G.W. (1984): Zur Trias des Hallstätter Faziesraumes - ein Modell am Beispiel Salzkammergut (Nördliche Kalkalpen, Österreich). - Mitt. Ges. Geol. Bergbaustud. Österr., **30/31**: 133-176, Wien.
- MARCOUX, J. & BAUD, A. (1996): Late Permian to Late Triassic, Tethyan Paleoenvironments - Three Snapshots: Late Murgabian, Late Anisian, Late Norian. - (In: NAIRN, A.E.M., RICOU, L.-E., VRIELYNCK, B. & DERCOURT, J. (Eds.): The ocean basins and margins. Vol. 8: The Tethys Ocean), 153-190, (Plenum Press) New York.
- MISSONI, S. & GAWLICK, H.-J. (2000): Analysis of mass-flow deposits in Late Jurassic cherty sediments on top of the Steinerer Meer - implications for a polyphase genesis of the Radiolarite Basins in the Northern Calcareous Alps. - Terra Nostra, Schriften der Alfred Wegener Stiftung, **2000/1**: 77, Wien.
- MISSONI, S. SCHLAGINTWEIT, F., SUZUKI, H. & GAWLICK, H.-J. (2001): Die oberjurassische Karbonatplattformentwicklung im Bereich der Berchtesgadener Kalkalpen (Deutschland) - eine Rekonstruktion auf der Basis von Untersuchungen polymikter Brekzienkörper in pelagischen Kieselsedimenten (Sillenkopf-Formation). - Zbl. Geol. Paläont., **2000**, Heft 1/2: 117-143, Stuttgart.
- MISSONI, S. & KUHLEMANN, J. (2001): Geröllpetrologie und Diagenese des karbonatklstischen Radiolaritflysches der Sillenkopf-Formation (Kimmeridgium) in den südlichen Salzburger Kalkalpen. - Schriftenr. Dt. Geol. Ges. **13**: 71, Hannover.
- MOSTLER, H., KRAINER, K. & STINGL, V. (1989): Juraentwicklung (unterjurassische Gleittektonik und Beckensedimente) im Raum Lofer. - Sediment 89, Exkursionsführer zur Exkursion C am 21. Mai 1989, 1-5, Innsbruck.
- MOSTLER, H. & ROSSNER, R. (1977): Stratigraphisch-fazielle und tektonische Betrachtungen zu Aufschlüssen in skyth-anisischen Grenzschiechten im Bereich der Annaberger Senke (Salzburg, Österreich). - Geol. Paläont. Mitt. Innsbruck, **6(2)**: 1-44, Innsbruck.
- MOSTLER, H. & ROSSNER, R. (1984): Mikrofazies und Palökologie der höheren Werfener Schichten (Untertrias) der Nördlichen Kalkalpen. - Facies, **10**: 87-144, Erlangen.
- NEUBAUER, F. (1994): Kontinentkollision in den Ostalpen. - Geowissenschaften, **12**: 136-140, Bonn.
- OTTNER, F. (1990): Zur Geologie der Wurzer Deckscholle und deren Rahmen im Bereich des Warschenecks (O.Ö.). - Mitt. Ges. Geol. Bergbaustud. Österr., **36**: 101-145, Wien.

- PAK, E. & SCHAUBERGER, O. (1981): Die geologische Datierung der ostalpinen Salzlagerstätten mittels Schwefelisotopenuntersuchungen. - Verh. Geol. B.-A., **1981**: 185-192, Wien.
- PLÖCHINGER, B. (1953): Der Bau der südlichen Osterhorngruppe und die Tithon-Neokomtransgression. - Jb. Geol. B.-A., **XCVI**: 357-372, Wien.
- PLÖCHINGER, B. (1983): Salzburger Kalkalpen. - Sammlung geol. Führer, **73**: 1-144, Stuttgart.
- PLÖCHINGER, B. (1984): Zum Nachweis jurassisch-kretazischer Eingleitungen von Hallstätter Gesteinsmassen beiderseits des Salzach-Quertales (Salzburg). - Geol. Rdschau, **73**: 293-306, Stuttgart.
- PLÖCHINGER, B. (1987): Geologische Karte der Republik Österreich 1:50000, 94 HALLEIN. - Geol. B.-A., 1987, Wien.
- PLÖCHINGER, B. (1990): Erläuterungen zu Blatt 94 Hallein im Salzkammergut der österreichischen Karte der Republik Österreich 1:50000. - Geol. B.-A., **1990**: 1-76, Wien.
- POBER, E. & FAUPL, P. (1988): The chemistry of detrital chromian spinels and its implications for the geodynamic evolution of the Eastern Alps. - Geol. Rdsch., **77**: 641-670, Stuttgart.
- PREY, S. (1969): Geologische Karte der Umgebung der Stadt Salzburg 1:50000. - Geol. B.-A., 1969: Wien.
- RASSER, M. & FENNINGER, A. (2002): Oberjurassisch-unterkretazische Karbonatplattformen der Nördlichen Kalkalpen: Konzepte – offene Fragen – neue Ansätze. - Schriftenr. Dt. geol. Ges. **17**: 161-162, Hannover.
- SCHÄFER, P. (1979): Fazielle Entwicklung und palökologische Zonierung zweier obertriadischer Riffstrukturen in den Nördlichen Kalkalpen ("Oberhät"-Riff-Kalke, Salzburg). - Facies, **1**: 3-245, Erlangen.
- SCHÄFER, P. & SENOWBARI-DARYAN, B. (1981): Facies development and paleoecologic zonation of four upper Triassic patch-reefs, Northern Calcareous Alps near Salzburg, Austria. - SEPM Spec. Publ., **30**: 241-259, Tulsa.
- SCHAUBERGER, O. (1979): Die alpinen Salzlagerstätten. - Verh. Geol. B.-A., **1979**: 455-459, Wien.
- SCHAUBERGER, O. (1986): Bau und Bildung der Salzlagerstätten des ostalpinen Salinars. - Arch. f. Lagerst.forsch. Geol. B.-A., **7**: 217-254, Wien.
- SCHAUBERGER, O. & ZANKL, H. (1976): Die geologischen Ergebnisse der Salzbohrungen im Talbecken von Bad Reichenhall (mit Beiträgen von R. KÜHN und W. KLAUS). - Geol. Rdsch., **65**: 558-579, Stuttgart.
- SCHLAGER, M. (1953): Beiträge zur Geologie des Trattberges. - Mitt. Naturw. Arb. Gem. Haus der Natur Salzburg, **3/4**: 11-26, Salzburg.
- SCHLAGER, M. (1956): Geologische Studien im Tauglboden. - Mitt. Naturw. Arb. Gem. Haus der Natur Salzburg, **5**: 31-44, Salzburg.
- SCHLAGER, M. (1959): Bericht 1958 über geologische Aufnahmen auf den Blättern Hallein (94) und Salzburg (63). - Verh. Geol. B.-A., **1959**: A70-A80, Wien.
- SCHLAGER, M. (1960): Bilder von Sedimentations- und Bewegungsvorgängen im Jura des Tauglgebietes. - Mitt. Naturwiss. Arb. gem. Haus der Natur, geol.-mineral. Arbeitsgruppe, **1960**: 7-18, Salzburg.
- SCHLAGER, M. & SCHLAGER, W. (1969): Über die Sedimentationsbedingungen der jurassischen Tauglbodenschichten (Osterhorngruppe, Salzburg). - Anz. österr. Akad. Wiss., math.-natw. Kl., Abt. 1, **106**: 178-183, Wien.
- SCHLAGER, W. & SCHLAGER, M. (1973): Clastic sediments associated with radiolarites (Tauglbodenschichten, Upper Jurassic, Eastern Alps). - Sedimentology, **20**: 65-89, Amsterdam.
- SCHLAGER, W. & SCHÖLLNERBERGER, W. (1974): Das Prinzip stratigraphischer Wenden in der Schichtfolge der Nördlichen Kalkalpen. - Mitt. geol. Ges. Wien, **66/67**: 165-193, Wien.
- SCHLAGINTWEIT, F., GAWLICK, H.-J. & LEIN, R. (2002): Die Plassen-Formation der Typlokalität (Salzkammergut, Österreich) – neue Daten zur Stratigraphie, Fazies und Sedimentologie. - Schriftenr. dt. geol. Ges. **17**: 182-185, Hannover
- SCHLAGINTWEIT, F., GAWLICK, H.-J. & LEIN, R. (in Druck): Die Plassen-Formation der Typlokalität (Salzkammergut, Österreich) – neue Daten zur Sedimentologie und Stratigraphie. - Jb. Geol. B.-A., Wien.
- SCHMIDT, T., BLAU, J. & KÁZMÉR, M. (1991): Large-scale strike-slip displacement of the Drauzug and the Transdanubian Mountains in early Alpine history: evidence from Permo-Mesozoic facies belts. - Tectonophysics, **200**: 213-232, Amsterdam.
- SCHÖLL, W. & WENDT, J. (1971): Obertriadische und jurassische Spaltenfüllungen im Steinernen Meer (Nördliche Kalkalpen). - N. Jb. Geol. Paläont. Abh., **139**: 82-98, Stuttgart.
- SCHWEIGL, J. & NEUBAUER, F. (1996): Von den Nördlichen Kalkalpen zur Molassezone in der Umgebung von Salzburg. - Exkursionsführer 6. Symposium für Tektonik, Strukturgeologie und Kristallineologie, 1-33, Salzburg.
- SCHWEIGL, J. & NEUBAUER, F. (1997a): Structural evolution of the central Northern Calcareous Alps: Significance for the Jurassic to Tertiary geodynamics in the Alps. - Eclogae geol. Helv., **90**: 303-323, Basel.
- SCHWEIGL, J. & NEUBAUER, F. (1997b): Semiductile deformation in pelagic limestones at diagenetic conditions. - Geologica carpathica, **48**: 361-370, Bratislava.
- SCHWEIGL, J. & NEUBAUER, F. (1997c): New structural, sedimentological and geochemical data on the Cretaceous geodynamics of the central Northern Calcareous Alps (Eastern Alps). - Zbl. Geol. Paläont. Teil 1, **1996** (H. 4/4): 329-343, Stuttgart.
- SPÖTL, Ch. (1989): The Alpine Haselgebirge Formation, Northern Calcareous Alps (Austria): Permo-Skythian evaporites in an alpine thrust system. - Sedimentary Geology, **65**: 113-125, Amsterdam.

- STANTON, R.J. Jr. & FLÜGEL E. (1989): Problems with Reef Models: The Late Triassic Steinplatte "Reef" (Northern Alps, Salzburg/Tyrol, Austria). - *Facies*, **20**: 1-138, Erlangen.
- STANTON, R.J. Jr. & FLÜGEL E. (1995): An accretionary distally steepened ramp at an intrashelf basin margin: an explanation for the Upper Triassic Steinplatte "reef" (Northern Calcareous Alps, Austria): - *Sedimentary Geology*, **95**: 269-286, Tulsa.
- STEIGER, T. (1981): Kalkturbidite im Oberjura der Nördlichen Kalkalpen (Barmsteinkalke, Salzburg, Österreich). - *Facies*, **4**: 215-348, Erlangen.
- STEIGER, T. (1992): Systematik, Stratigraphie und Palökologie der Radiolarien des Oberjura-Unterkreide-Grenzbereiches im Osterhorn-Tirolikum (Nördliche Kalkalpen, Salzburg und Bayern). - *Zitteliana*, **19**: 1-188, München.
- STINGL, V. (1989): Marginal marine Sedimentation in the basal alpine Buntsandstein (Skythian) in the western part of the Northern Calcareous Alps (Tyrol/Salzburg, Austria). - *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*, **72**: 249-262, Amsterdam.
- SUZUKI, H., WEGERER, E. & GAWLICK, H.-J. (2001): Zur Radiolarienstratigraphie im unteren Callovium in den Nördlichen Kalkalpen – das Klauskogelbachprofil westlich von Hallstatt. - *Zbl. Geol. Paläont.*, **2000**, Heft 1/2: 167-184, Stuttgart.
- TOLLMANN, A. (1976a): Analyse des klassischen nordalpinen Mesozoikums. - 1-580, (Deuticke) Wien.
- TOLLMANN, A. (1976b): Der Bau der Nördlichen Kalkalpen. - 1-449, Text- und Tafelband, (Deuticke) Wien.
- TOLLMANN, A. (1985): Geologie von Österreich, Band 2. - 1-710, (Deuticke) Wien.
- TOLLMANN, A. (1987): Late Jurassic/Neocomian Gravitational Tectonics in the Northern Calcareous Alps in Austria. - (In: FLÜGEL, H.W. & FAUPL, P. (Eds.): *Geodynamics of the Eastern Alps*), 112-125, (Deuticke) Wien.
- VECSEI, A., FRISCH, W., PIRZER, M. & WETZEL, A. (1989): Origin and Tectonic Significance of Radiolarian Chert in the Austroalpine Rifted Continental Margin. - (In (Eds.): HEIN, J & OBRADOVIC, J.: *Siliceous Deposits of the Tethys and Pacific Regions*), 65-80, (Springer) Berlin Heidelberg New York.
- VORTISCH, W. (1950): Die Geologie der Inneren Osterhorngruppe. II. Teil (Kendelbach). - *N. Jb. Min. Abh.*, **91**: Abt. B 1950, 429-496, Stuttgart.
- VORTISCH, W. (1953): Die Geologie der Inneren Osterhorngruppe. III. Teil: Liegendgebirge und Bewegungszone im Karlgraben. - *N. Jb. Geol. Paläont. Abh.*, **96**: 181-200, Stuttgart.
- VORTISCH, W. (1955): Die Geologie der Inneren Osterhorngruppe. I. Teil. - *N. Jb. Geol. Paläont. Abh.*, **102**: 77-142, Stuttgart.
- WÄCHTER, J. (1987): Jurassische Massflow- und Internbreccien und ihr sedimentär-tektonisches Umfeld im mittleren Abschnitt der Nördlichen Kalkalpen. - *Bochumer geol. u. geotechn. Arb.*, **27**: 1-239, Bochum.
- WEISSERT, H.J. & BERNOULLI, D. (1985): A transform margin in the Mesozoic Tethys: evidence from the Swiss Alps. - *Geol. Rdsch.*, **74**: 665-679, Stuttgart.
- WENDT, J. (1969): Stratigraphie und Paläogeographie des Roten Jurakalkes im Sonnwendgebirge (Tirol, Österreich). - *N. Jb. Geol. Pal. Abh.*, **132/2**: 219-238, Stuttgart.
- WENDT, J. (1970): Stratigraphische Kondensation in triadischen und jurassischen Cephalopodenkalken der Tethys. - *N. Jb. Geol. Paläont. Mh.*, **1970**: 433-448, Stuttgart.
- WENDT, J. (1988): Condensed carbonate Sedimentation in the late Devonian of the eastern Anti-Atlas (Marocco). - *Eclogae geol. Helv.*, **81**: 155-173, Basel.
- WINTERER, E.L. & BOSSELINI, A. (1981): Subsidence and Sedimentation on Jurassic Passive Continental Margin, Southern Alps, Italy. - *AAPG Bull.*, **65**: 394-421, Tulsa.
- ZANKL, H. (1962): Neue Untersuchungen an Triasriffen in den Alpen. - *Ztschr. dt. Geol. Ges.*, **114**: 697-698, Hannover.
- ZANKL, H. (1968): Sedimentological and Biological Characteristics of a Dachsteinkalk Reef Complex in the Upper Triassic of the Northern Calcareous Alps. - (In: MÜLLER, G. & FRIEDMAN, G. M. (Eds.): *Recent Developments in Carbonate Sedimentology in Zentral Europe*), 215-218, (Springer) Berlin Heidelberg New York.
- ZANKL, H. (1969): Der Hohe Göll. Aufbau und Lebensbild eines Dachsteinkalk-Riffes in der Obertrias der nördlichen Kalkalpen. - *Abh. Senckb. Naturf. Ges.*, **519**: 1-123, (Kramer) Frankfurt.
- ZANKL, H. (1971): Upper Triassic Carbonate Facies in the Northern Limestone Alps. - (In: MÜLLER, G. & FRIEDMAN, G (Eds.): *Sedimentology of parts of Central Europe*), 147-185, (Kramer) Frankfurt.
- ZAPFE, H. (1963): Beiträge zur Paläontologie der nordalpinen Riffe. Zur Kenntnis der Fauna des oberrhätischen Riffkalkes von Adnet, Salzburg (exkl. Riffbildner). - *Ann. Naturhist. Mus. Wien*, **66**: 207-259, Wien.
- ZAPFE, H. (1964): Fragen und Befunde von allgemeiner Bedeutung für die Biostratigraphie der alpinen Obertrias. Untersuchungen im obertriadischen Riff des Gosaukammes (Dachsteingebiet, Oberösterreich) VIII. - *Verh. Geol. B.-A.*, **1964**: 13-27, Wien.
- ZIEGLER, P.A. (1988): Evolution of the Arctic-North Atlantic and the Western Tethys. - *AAPG Memoir*, **43**: 1-198, Beil. Bd., Tulsa.