



Interpretation des Deckenbaus in den westlichen Nördlichen Kalkalpen: Widerspruch zwischen tektonischen und sedimentologischen Daten

THOMAS RÜFFER & THILO BECHSTÄDT*)

9 Abbildungen, 1 Tabelle

Österreichische Karte 1 : 50.000
Blätter 115, 116, 117, 118

*Tirol
Bayern
Nördliche Kalkalpen
Inntaldecke
Lechtaldecke
Trias
Ladin
Karn
Wetterstein-Formation
Reifling-Formation
Partnach-Formation
Sedimentologie
Karbonat-Plattformen
Tektonik*

Contents

Zusammenfassung	701
Abstract	702
1. Einleitung und Problemstellung	702
2. Bisherige Modellvorstellungen über den internen tektonischen Bau der zentralen westlichen Nördlichen Kalkalpen	703
3. Plattformkonfiguration und Paläogeographie im Ladin und unteren Karn	704
3.1. Faziesverzahnung von Becken- und Plattformsedimenten	704
3.2. Paläogeographische Situation im Ladin der Mieminger Berge und des Wetterstein-Gebirges	705
3.3. Siliziklastische Sedimentation im späten Ladin und frühen Karn	707
3.4. Fazit	709
4. Schlußfolgerungen für den tektonischen Bau	710
Dank	712
Literatur	712

Zusammenfassung

Ausgangspunkt der Decken-Gliederung in den westlichen Nördlichen Kalkalpen war zunächst die „Sortierung“ nach bestimmten Sedimentationsabfolgen, um damit eine Vereinfachung der rekonstruierten Sedimentationsräume zu erreichen. Mit dem heutigen sedimentologischen und biostratigraphischen Wissen über die Mitteltrias kann diese tektonische Gliederung nicht mehr aufrechterhalten werden. Sie würde zu einer höchst komplizierten, unrealistischen Paläogeographie führen. So belegt z.B. das Progradationsmuster der Wetterstein-Formation über die Grenzen von Inntal- und Lechtaldecke hinausgehende Faziesräume und die Existenz von nur einer ladinisch-unterkarnischen Karbonat-Plattform im zentralen Teil der westlichen Nördlichen Kalkalpen.

Sedimentologische und biostratigraphische Daten lassen sich mit relativ wenigen Änderungen der tektonischen Interpretation in Einklang bringen: zum einen können die Inntal-Aufschlüsse südlich der Mieminger Berge und Lechtaler Alpen nicht der Lechtaldecke angehören, zum anderen ist die Inntaldecke nur auf die Lechtaldecke überschoben und liegt nicht isoliert auf dieser. Damit hat das sedimentologisch begründete Modell einer Plattform im Wetterstein-Gebirge und in den Mieminger Bergen nur quantitativen, nicht aber qualitativen Einfluß auf die tektonische Interpretation. Es bleibt bei einem nordalpinen Deckensystem aus mehreren Decken. Allerdings sind die Decken nicht pyramidenartig gestapelt, sondern nur mehr randlich überfahren. Durch eine maximal wenige Kilometer weite Überschiebung wird zum einen dem struktureologischen Inventar Rechnung getragen, zum anderen werden zusammengehörende Faziesräume nicht voneinander getrennt.

*) Anschrift der Verfasser: Dr. THOMAS RÜFFER, Prof. Dr. THILO BECHSTÄDT, Geologisch-Paläontologisches Institut der Universität Heidelberg, Im Neuenheimer Feld 234, D-69120 Heidelberg; derzeitige Anschrift THOMAS RÜFFER: Institut für Geologische Wissenschaften und Geiseltalmuseum, Martin-Luther-Universität Halle Wittenberg, Domstraße 5, D 06108 Halle/Saale.

Interpretation of the Nappe Complex in the Western Part of the Northern Calcareous Alps: Inconsistency Between Tectonic Data and Sedimentology

Abstract

The tectonic subdivisions of the western part of the Northern Calcareous Alps have been established mainly on the base of distinct sedimentation patterns in order to simplify the paleogeographic environments. In view of recent sedimentologic and biostratigraphic knowledge, these generally accepted tectonic reconstruction lead to a complicated, unrealistic paleogeography. The progradation patterns of the Wetterstein-Formation, for example, indicate depositional environments crossing the borders of the Innthal and Lechtal Nappes and point to the existence of only one Ladinian to early Carnian carbonate platform in the central western part of the Northern Calcareous Alps.

Sedimentology, biostratigraphy and tectonic data could be brought into line by a few changes in tectonic interpretation: the outcrops in the Inn valley south of Mieming Range and Lechtal Alps could not belong to the Lechtal Nappe, and the Lechtal Nappe is only overthrust partly by the Innthal Nappe. Therefore, the model of one carbonate platform in Mieming Range and Wetterstein Mountains, founded on sedimentology, changes the tectonic interpretation not in principle. It matches well with a north alpine nappe complex of several nappes, but not with isolated nappes, stacked on each other.

1. Einleitung und Problemstellung

Die Trias des Alpenraumes ist geprägt von der platten-tektonischen Wende von letzter kompressiver Tektonik zu erstem Aufbrechen der Pangäa (VEEVERS, 1989). Dabei beziehen BERNOULLI et al. (1993) die permische Extension auf späte orogene Bewegungen (postvariszische Transpression-Transension mit HT-LP-Metamorphose und ausgedehntem Magmatismus), die mitteltriassische Extension auf die Paleotethys-Subduktion. Rifting fand demnach erst ab oberer Trias statt (Beginn mit Öffnung des Ligurischen Astes der Tethys im Nor). In den palinspastischen Rekonstruktionen der Mitteltrias liegt der Sedimentationsraum der Nördlichen Kalkalpen stets am (nord-)westlichen Rand der Tethys, zwischen einem kontinentalen Bereich mit intrakontinentalen Becken im Westen und Norden und den offenmarinen zentralen Bereichen der Tethys im Süden und Osten (ZIEGLER, 1988, DERCOURT et al., 1990, MICHALÍK, 1992).

Im zentralen Abschnitt der westlichen Nördlichen Kalkalpen (Abb. 1) wurden während Ladin und frühem Karn karbonatische Becken- und Plattform-Sedimente abgelagert (Reifling bzw. Wetterstein-Formation). Darüber hinaus kam es zeitweise zum Eintrag feinstklastischer Siliziklastika in die Becken (Partnach-Formation, Abb. 2). Im frühen Ladin war der Ablagerungsraum noch durch distal

versteilte Rampen (distally steepened ramps) mit mäßig tiefen Becken und einem zunehmend an Bedeutung gewinnenden hochenergetischen Saum gekennzeichnet. Während dieser Phase bildeten sich die ersten nordalpinen Riffe nach dem Faunenschnitt an der Perm/Trias-Grenze. Der allmähliche Übergang von distal versteilten Rampen zu gegliederten Plattformen (rimmed platforms) fand während oberem Fassin und unterem Langobard statt. Eine zunehmende Vertiefung der Becken führte zur Bildung mächtiger Plattformhang-Sedimente. Der ausgedehnte Plattformrand war von frühdiaogenetisch zementierten Sedimenten gekennzeichnet, wobei Riffe vom oberen Plattformhang bis in den lagunennahen Backmargin-Bereich auftraten (RÜFFER, 1995).

Die paläogeographischen Modellvorstellungen über den mitteltriassischen Sedimentationsraum im Bereich der westlichen Nördlichen Kalkalpen hängen von der Interpretation des tektonischen Baus ab. Da über den strukturellen Aufbau aber weithin unterschiedliche Ansichten bestehen, sind die veröffentlichten paläogeographischen Karten stärker von unterschiedlichen Vorstellungen über die alpidische Tektonik geprägt, als durch Differenzen in der faziellen Interpretation oder dem sich ändernden sedimentologischen Kenntnisstand. Interessanterweise ba-

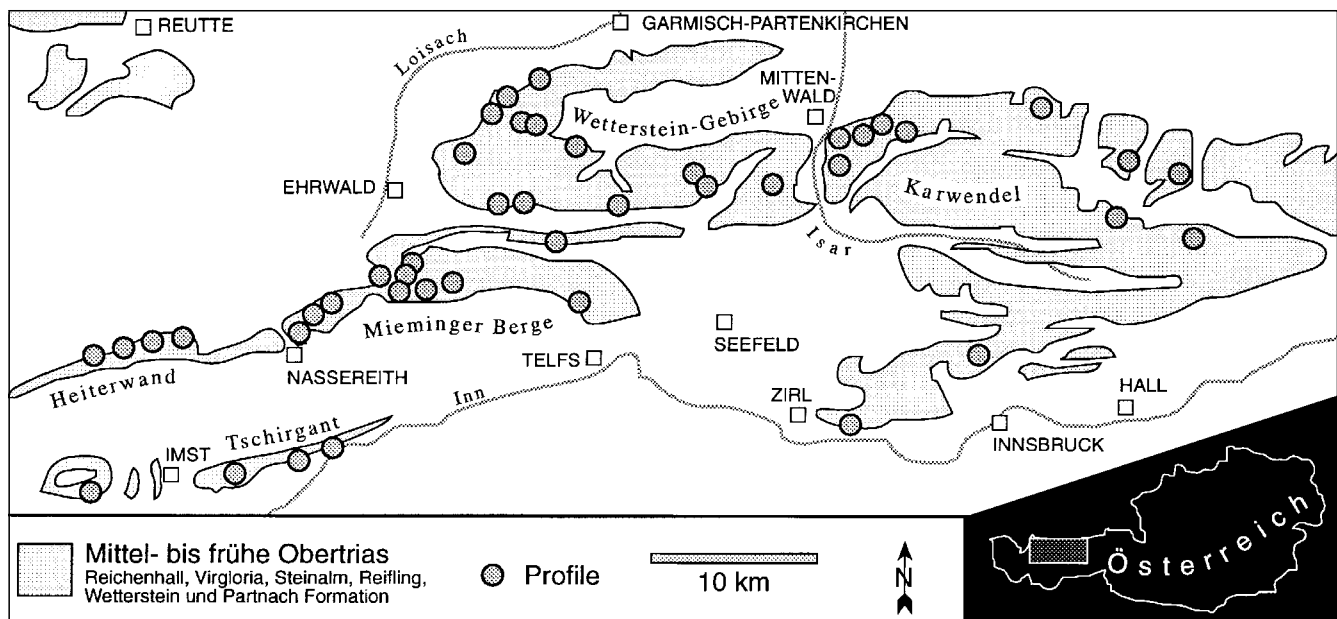


Abb. 1.
Untersuchungsgebiet (weitere Lokalitätsnamen in Abb. 3, 8, 9).

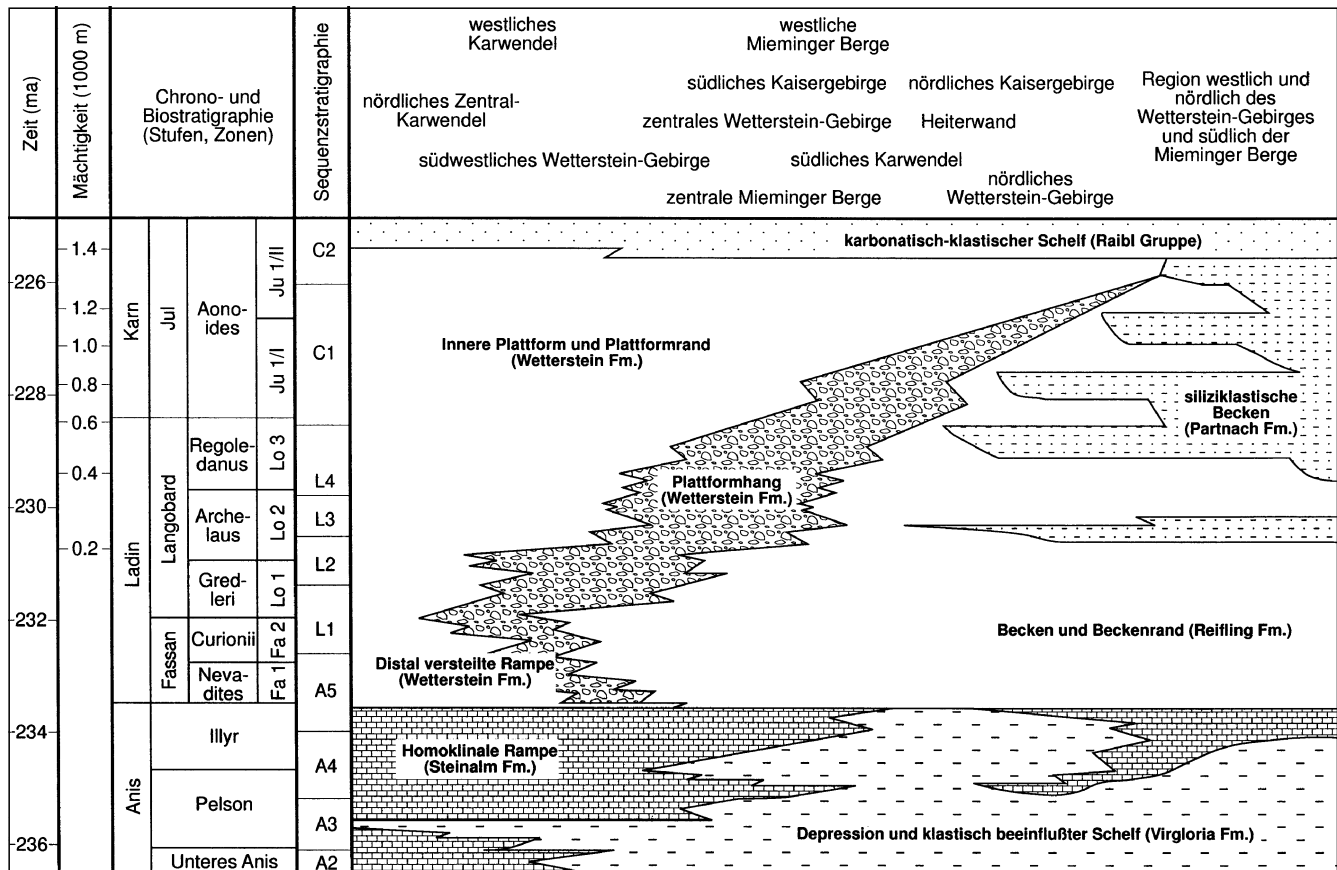


Abb. 2.
Faziesschema für den zentralen Bereich der westlichen Nördlichen Kalkalpen.

sieren auf der anderen Seite alle tektonischen Interpretationen hauptsächlich auf sedimentologischen Argumenten. Andererseits wurden zahlreiche für die paläogeographische Rekonstruktion wichtige Bereiche des Wetterstein-Gebirges (südwestlicher Teil um die Wetterspitzen, südliche Vorberge) und des Karwendels (zentraler und westlicher Teil) bisher niemals eingehend sedimentologisch untersucht.

Es sollen in dieser Arbeit keine neuen tektonischen Modelle vorgestellt oder strukturgeologisch erklärt werden. Statt dessen soll geklärt werden, welche tektonischen Rekonstruktionen sich mit den sedimentologischen Daten vereinbaren lassen bzw. welche Rekonstruktionen im Widerspruch zu den sedimentologischen Daten stehen. Für den hier untersuchten Bereich der westlichen Nördlichen Kalkalpen eignen sich innerhalb der große Teile des Mesozoikums umfassenden Abfolge am besten der Zeitabschnitt von der Anis/Ladin-Grenze bis in das frühe Karn, da

- nur dieser Teil der Abfolge flächendeckend aufgeschlossen ist,
- das Ablagerungsrelief in diesem Zeitintervall am deutlichsten ausgebildet ist und dadurch klar definierbare Faziestrends eine Zuordnung der Sedimente innerhalb des Ablagerungsraumes ermöglichen, während z.B. die Rampen des Anis nur sehr großräumige Trends erkennen lassen, und
- in den Becken-, Beckenrand- und basalen Plattformhang-Sedimenten des Ladins eine genaue bio- und sequenzstratigraphische Kontrolle gegeben ist, die eine lückenlose und zweifelsfreie Korrelation erlaubt (RÜFFER, 1995).

2. Bisherige Modellvorstellungen über den internen tektonischen Bau der zentralen westlichen Nördlichen Kalkalpen

Im Zentrum der paläogeographischen Fragestellung im Rahmen dieser Arbeit stehen Mieminger Berge, Wetterstein-Gebirge und Karwendel, also der zentrale Teil der westlichen Nördlichen Kalkalpen (vgl. Abb. 1). Dabei werden in der Literatur zwei Modelle verfolgt, die sich durch die Anzahl der rekonstruierten Plattformen und Decken unterscheiden.

- 1 Es gibt eine nördliche Karbonatplattform aus Wetterstein-Gebirge und nördlichem Karwendel (Lechtaldecke) und eine südliche Plattform aus Mieminger Bergen, Heiterwand, Tschirgant, zentralem und südlichem Karwendel (Inntaldecke).

BECHSTÄDT & MOSTLER (1976), TOLLMANN (1974), sowie KRAUS & SCHMIDT-THOMÉ (1967) gliedern den Bereich der westlichen Nördlichen Kalkalpen in mehrere Plattformen. BECHSTÄDT & MOSTLER (1976) nehmen „im Raum Innsbruck drei, etwa ENE–WSW-streichende Riff- und Beckenbereiche an, während weiter im Westen, im Raum Reutte – Arlberg – Imst, nur zwei Riffareale auftreten“. Ebenso nimmt TOLLMANN (1974) „in der Nordtiroler Fazies einen dreimaligen Wechsel von Riffkomplex und kanalförmiger Beckenentwicklung“ an. Bei diesen Rekonstruktionen entstehen sedimentologisch erklärbares Ablagerungsmuster. Dagegen ist das von MÜLLER-WOLFSKEIL (1986) präsentierte Modell für den nordwestlichen Teil der Nördlichen Kalkalpen sedimentologisch nicht nachvollziehbar. MÜLLER-

WOLFSKEIL rekonstruiert im Raum zwischen Füssen im Norden und Reutte im Süden vier E–W-streichende Wettersteinkalk-Plattformen, die bei Längen von ca. 10 bis 40 km N–S-Erstreckungen von meistens unter 2 km aufweisen. Zwischen den Plattformen liegen eng-räumige, nur wenige km breite Becken. Entsprechend der Priorität, die MÜLLER-WOLFSKEIL dem tektonischen Bau einräumt, kommt er zu dem Schluß, daß „das heutige tektonische Bild also bereits durch Faziesdifferenzierung im Ladin vorgeprägt wurde“.

- ② Es gibt im Bereich der zentralen westlichen Nördlichen Kalkalpen nur eine Plattform. Dieses Modell ist stets mit einer abweichenden strukturgeologischen Interpretation verbunden: alle genannten Gebirgsmassive – Heiterwand, Tschirgant, Wetterstein-Gebirge, Mieminger Berge und Karwendel – gehören einer tektonischen Einheit an.

Stellvertretend für jene Autoren, die den gesamten Bereich als einheitlichen Sedimentationsraum betrachten, seien MILLER (1963), SARNTHEIN (1967), FRISCH (1968, 1975) und ENDERS (1974) genannt. Nach SARNTHEIN (1967) „wachsen“ um ein 30 bis 40 km breites Partnachbecken im Inntalraum ein offener „Riffkomplex“ von Norden (Wetterstein-Gebirge, Mieminger Berge, Karwendel) und ein küstenbeeinflußter zentralalpiner „Riffkomplex“ von Süden „vor“. Übereinstimmend damit konstruiert ENDERS (1974) für den Raum der zentralen westlichen Nördlichen Kalkalpen ein von Beckensedimenten umgebenen Wetterstein-„Riffkomplex“ vom Arlberg bis zum östlichen Karwendel bzw. vom Nordrand des Wetterstein-Gebirges bis zum Inntal.

Die Argumentation dieser Autoren basiert auf methodisch fraglichen Ansätzen (BECHSTÄDT & MOSTLER, 1976), sowie auf fehlerhafter chronostratigraphischer Einordnung. Unabhängig davon ist aber die Vorstellung eines einzigen, Karwendel, Wetterstein-Gebirge und Mieminger Berge umfassenden Plattformbereiches nicht abwegig und muß daher in der folgenden Diskussion berücksichtigt werden. Dabei ist es jedoch nicht notwendig, erneut auf die schon widerlegten Argumente von SARNTHEIN (1967), FRISCH (1968, 1975) und ENDERS (1974) einzugehen (vgl. BECHSTÄDT & MOSTLER, 1976).

In den letzten beiden Jahrzehnten haben sich die tektonischen Ansichten durchgesetzt, die dem erstgenannten Modell zugrunde liegen. Abgesehen von lokalen Differenzen vertreten mittlerweile alle Autoren folgende tektonische Gliederung (z.B. TOLLMANN, 1974 für die gesamten westlichen Nördlichen Kalkalpen, HEISSEL, 1978 und z.T. BRANDNER & POLESCHINSKI, 1986 für das Karwendel, FERREIRO MÄHLMANN & MORLOK, 1992 für die Mieminger Berge und das südliche Wetterstein-Gebirge):

- Inntaldecke aus Mieminger Bergen, Heiterwand, Tschirgant, sowie südlichem und zentralem Karwendel,
- Karwendelschuppenzone aus den südlichen Vorbergen des Wetterstein-Gebirges und dem südlichen Teil des nördlichen Karwendels,
- Lechtaldecke aus Wetterstein-Gebirge und nördlichem Karwendel, sowie kleinen Mitteltrias-Vorkommen im Inntal und im Raum Reutte.

Entwickelt wurde diese Vorstellung vom kalkalpinen Deckenbau insbesondere von Ampferer (seit 1911, zusammenfassend 1931). Seine Ansichten werden prinzipiell auch heute noch vertreten, so von FERREIRO MÄHLMANN & MORLOK (1992) in der zur Zeit aktuellsten struktur-

geologischen Arbeit über die Nördlichen Kalkalpen. Bemerkenswert daran ist vor allem, daß der Hauptansatz AMPFERERS – unterschiedliche Lithologie gleich unterschiedliche Decken – heute nicht mehr gilt: „... generell kann nicht von Faziesgebundenheit der Tektonik gesprochen werden“ (HEISSEL, 1977).

Neben den oben zitierten Autoren (wie ENDERS, 1974 und FRISCH, 1975), die Modell 2 und damit abweichende Vorstellungen über die tektonische Beziehung von Wetterstein-Gebirge und Mieminger Bergen vertraten (und damit SCHLAGINTWEIT, 1912, folgten), gab es zumindest bis in die 60er Jahre auch abweichende Ansichten über das Prinzip des tektonischen Baus der Nördlichen Kalkalpen. So lehnten RICHTER (1930), KRAUS (1949), KOCKEL (1956) und ZACHER (ab 1962) Deckenbau grundsätzlich ab und sprachen stattdessen von „Pilzfalten- und Beutelmulden-Tektonik“. Diese Modellvorstellungen sind allerdings weitgehend widerlegt worden (TOLLMANN, 1969). JACOBSHAGEN und HELMCKE (1975) entwickelten für die Nördlichen Kalkalpen das Modell der gebundenen Tektonik.

Insgesamt stand bei der Argumentation über den internen Deckenbau der Nördlichen Kalkalpen immer die Tektonik im Vordergrund. Je nach vorgegebenem Standpunkt oder auch tatsächlichen Ergebnissen wird in der Literatur von gleicher oder ähnlicher Faziesentwicklung in Mieminger Bergen und Wetterstein-Gebirge (z.B. ENDERS, 1974) bzw. von „im Alpinen Muschelkalk und Wettersteinkalk sehr auffallenden Faziesprüngen zwischen den beiden Gebirgsgruppen“ gesprochen, die „einmal mehr eine Bestätigung für die ortsfremde Lage der Inntaldecke“ sind, wogegen „enge fazielle Verwandtschaften auf eine Zugehörigkeit (des Vorbergzugs) zu den tektonischen Elementen des Mieminger Gebirges weisen“ (FERREIRO MÄHLMANN & MORLOK, 1992, ohne nähere Angaben zur Fazies).

Wie sehen nun diese Faziesprünge an den Deckengrenzen aus? Stützt die Sedimentologie die Theorien zum internen Deckenbau der Nördlichen Kalkalpen, oder stehen Faziesvergleiche im Widerspruch zu den etablierten Modellvorstellungen?

3. Plattformkonfiguration und Paläogeographie im Ladin und unteren Karn

3.1. Faziesverzahnung von Becken- und Plattformsedimenten

Die historische Diskussion über die fazielle Vertretung von Reifling-, Partnach- und Wetterstein-Formation läßt sich nur verstehen, wenn man berücksichtigt, daß in der Mitteltrias der Nördlichen Kalkalpen vor Etablierung der Conodonten-Stratigraphie keine flächendeckende Biostratigraphie möglich war (für eine umfassende Ammoniten-Stratigraphie, wie sie in den Südalpen praktiziert wurde und wird, fehlen die Faunen). Zudem können einzelne Schichten und Fazieseinheiten im Gelände nur selten über größere laterale Distanzen verfolgt werden.

Die ersten Vorstellungen von der Stellung von Reifling-, Partnach- und Wetterstein-Formation zueinander vermittelte ROTHPLETZ (1888), der Partnachschichten und Teile des Alpinen Muschelkalks als zeitgleich betrachtete (der heute nicht mehr verwendete Begriff Alpinen Muschelkalk besitzt in etwa den Umfang einer Gruppe, wobei die Reifling-Formation der hangendste Anteil ist). Während REIS (1911) die Partnachschichten bereits als fazielles Äquivalent sowohl des Alpinen Muschelkalkes als auch des Wet-

tersteinkalkes verstand (nicht aber von Reiflinger Kalk zu Wettersteinkalk), geriet dieses Wissen in der Folgezeit offenbar in Vergessenheit. Dies ist umso erstaunlicher, als die Reiflinger Schichten am locus typicus (Großreifling) und an vielen anderen Stellen der östlichen Nördlichen Kalkalpen bis ins späte Langobard oder frühe Jul reichen. Andererseits wurde die fazielle Analogie zwischen Teilen des Alpinen Muschelkalkes und den Reiflinger Kalken erst wesentlich später erkannt. Es wurde also der Alpine Muschelkalk als anisisch sowie die sich gegenseitig vertretenden Partnachschichten und Wettersteinkalke als ladinisch angesehen (z.B. MYLIUS, 1916; RICHTER, 1937). Damit bleibt in der Folgezeit nur noch die Faziesheteropie Wettersteinkalk/Partnachschichten anerkannt (Ausnahme z.B. HABER, 1934, der Alpinen Muschelkalk und Partnachschichten verzahnen ließ).

Die Diskussion konzentrierte sich in der Folge nur noch auf den Zeitpunkt des ersten Einsetzens des Wettersteinkalkes. Dieser Zeitpunkt wurde aufgrund der bestehenden Modellvorstellung automatisch auf die Partnachschichten übertragen. Während die meisten Autoren, wohl der Einfachheit halber, den Übergang von Alpinem Muschelkalk zu Partnachschichten und Wettersteinkalk an die Grenze Anis/Ladin stellten, zog MILLER bereits 1965 die Grenze aufgrund der klassischen Ammonitenfauna vom Südwest-Abfall des Wetterstein-Gebirges (REIS, 1900) innerhalb des obersten Anis.

In der Folgezeit wurden durchaus präzise Vorstellungen über den Aufbau des Wettersteinkalkes entwickelt. So stellten SCHNEIDER (1964) und OTT (1967) die ersten Modelle von über Becken progradierenden Riff-Plattformen vor (wenn auch in unglücklichen Darstellungen mit der Vermengung von Zeit und Mächtigkeit, sowie auf der Basis falscher zeitlicher Einstufungen, die auf fehlenden Datierungsmöglichkeiten beruhten). Weiterhin gab es in den Modellvorstellungen aber nur ein zeitliches Nebeneinander von Partnachschichten (als Beckensediment) und Wettersteinkalk (als Plattform-Fazies). BECHSTÄDT & MOSTLER (1974) erkannten als erste, daß Teile des Alpinen Muschelkalkes der westlichen Nördlichen Kalkalpen den Reiflinger Kalken der östlichen Nördlichen Kalkalpen zeitlich und faziell entsprechen und diese weit in das Ladin hineinreichen. Die Autoren beließen aber den Beginn der Sedimentation der Partnachmergel aufgrund von Fossil-datierungen am Top der Reiflinger Kalke im Raum Reutte ungefähr an der Anis/Ladin-Grenze. Damit stellten BECHSTÄDT & MOSTLER (1976) „im Gegensatz zu der früher angenommenen Zweiteilung ... eine Dreiteilung des Ablagerungsbereiches“ während des gesamten Ladins fest. Zur „Rifffazies des Wettersteinkalkes“ und der „tonigmergeligen (selten kalkigen) Beckenfazies der Partnachschichten“ treten die Reiflinger Kalke als „karbonatische Beckenfazies“ hinzu (BECHSTÄDT & MOSTLER, 1976).

Das von BECHSTÄDT & MOSTLER (1974, 1976) entwickelte Modell wurde in der Folgezeit von allen Autoren übernommen. Aufgrund neuer conodontenstratigraphischer Bestimmungen von KRYSYN (in RÜFFER, 1995) ist das Einsetzen der Partnachschichten an der Grenze Anis/Ladin jedoch in Frage zu stellen. Die vorliegenden Daten belegen für den zentralen Teil der westlichen Nördlichen Kalkalpen ein Einsetzen intensiven terrigenen Eintrags erst ab oberem Langobard (*Regoledanus*-Zone). Hieraus ergeben sich für die fazielle Interpretation von Becken- und Plattform-Sedimentation folgende Schlußfolgerungen:

- ① Während des Zeitraumes oberes Illyr bis mittleres Langobard (*Archelaus*-Zone) steht der Wetterstein-For-

mation nur eine Becken-Formation gegenüber, nämlich die karbonatischen Reiflinger Kalke.

- ② Die Reifling-Formation ist keine „Schwellenfazies“ zwischen flachmarinem Wettersteinkalk und tiefermariner Partnach-Formation („Tiefschwelle in Form von Knollenkalke“: DONOFRIO et al., 1979). Es handelt sich um das Beckenäquivalent zum unteren Wettersteinkalk. Damit erhalten die Reiflinger Kalke in dieser Zeit exakt die Funktion, die ursprünglich den Partnachschichten zugeschrieben wurde.
- ③ Eine „Dreiteilung“ des Ablagerungsraumes wird abgesehen von geringmächtigen Tonen während des mittleren Langobard erst mit dem Einsetzen mächtiger Partnachschichten ab dem späten Langobard erreicht: Wetterstein-Formation mit Plattformsedimenten, Reifling-Formation mit vorwiegend autochthonem karbonatischem Becken(rand)-Material und Partnach-Formation mit terrigener Beckenfüllung.

3.2. Paläogeographische Situation im Ladin der Mieminger Berge und des Wetterstein-Gebirges

Innerhalb des Teiles des Wetterstein-Gebirges, der zur Lechtaldecke gerechnet wird, ist die paläogeographische Situation vergleichsweise einfach (Abb. 3). Der südwestliche Bereich befand sich vom oberen Anis bis in das Jul durchgehend in Plattform-Position. Im Südosten (Berglental) kam es im Fassan kurzfristig zur Sedimentation von Reifling-Formation (interne Depression innerhalb der Plattform). Von Süden ausgehend progradierte die Plattform nach Norden zunächst über Reifling-Formation (Bereich Zugspitze, Langobard 1 bis 2), anschließend über distale Partnach-Formation (Riffelriß, Höllental, Langobard 2 bis 3) und schließlich auch über mächtig entwickelte Partnach-Formation (Waxensteine, Jul; in der Abb. 3 zwischen Ehrwald und Garmisch-Partenkirchen).

Wesentlich komplizierter ist die Situation im Bereich der zur Inntal-Decke gehörenden Mieminger Berge und Wetterstein-Vorberge. Trägt man die Faziesdaten für Fassan und unteres Langobard zusammen, so ergeben sich einige zunächst recht widersprüchlich erscheinende Daten:

- ① Innerhalb der Mieminger Berge gab es keine ununterbrochen flachmarine Sedimentation vom Anis in das Ladin. Die ersten vereinzelt Plattform-Lithoklasten nach der Reiflinger Wende traten im Fassan 1/II auf, und zwar im Bereich Igelskopf (nördliche Mieminger Berge). So findet sich beispielsweise *Dasycladaceen*-Detritus in den Beckensedimenten der zentralen und nördlichen, nicht aber der südlichen Mieminger Berge. Zeitgleich werden im zentralen Wannigstock Einfachooide innerhalb z.T. völlig bioklastfreier Mudstones abgelagert.
- ② Das früheste Einsetzen des Wetterstein-Plattformhanges innerhalb der Mieminger Berge kann präzise datiert (Fassan 2/II bis Langobard 1/I) und räumlich ebenso genau lokalisiert werden (zentrale südliche Mieminger Berge um Griebßpitze, Grünstein und östlichen Wannig). Dagegen fehlte in eben diesen Regionen flachmariner Detritus während des Fassan 1/II bis 2/I völlig. D.h. das Herkunftsgebiet des in den nördlichen Mieminger Bergen auftretenden Plattformdetritus während unterem Fassan kann nicht identisch sein mit der Plattform, deren Plattformhang-Sedimente in den südlichen Mieminger Bergen ab dem obersten Fassan über Reiflinger Beckensedimente progradierten.

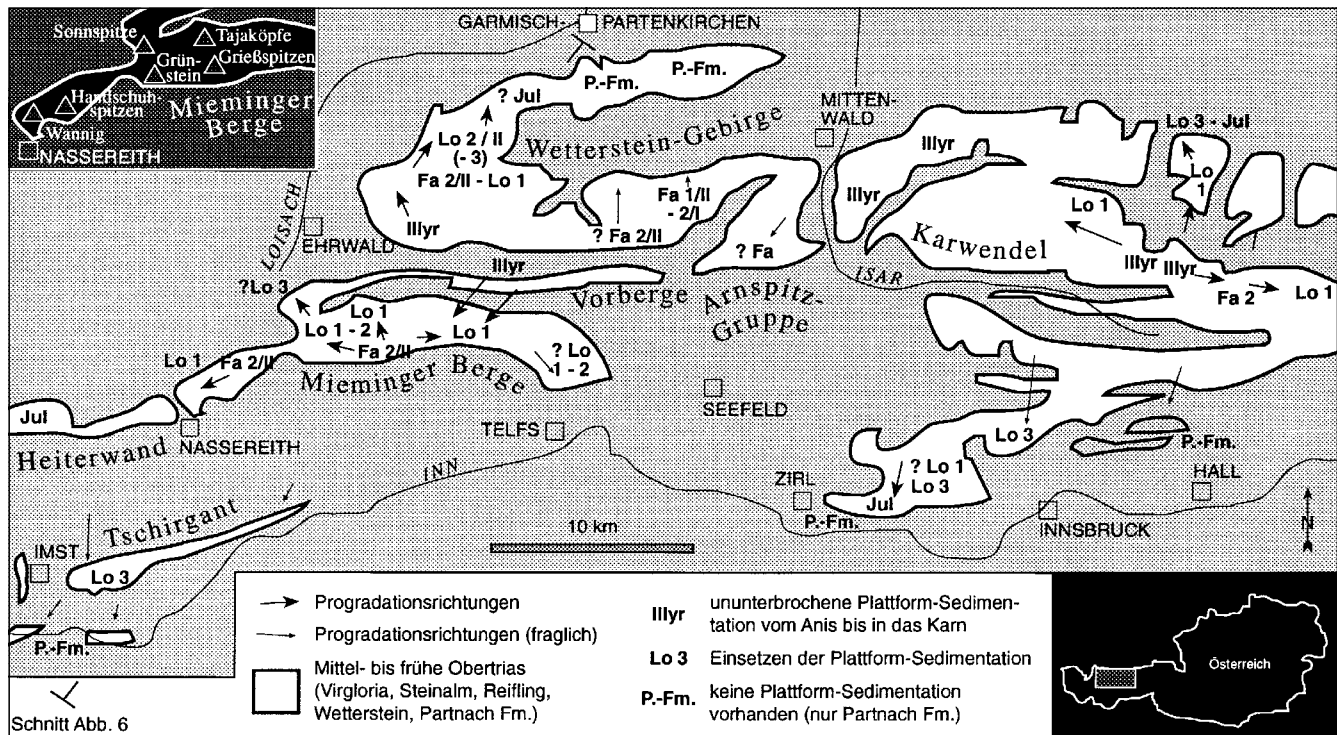


Abb. 3. Verbreitung von Mitteltrias und früher Obertrias im Arbeitsgebiet mit Beginn der Wetterstein Formation und Progradationsrichtungen der Plattformen im Ladin und unterem Karn.

- 3 Der Tonanteil innerhalb der unterfassenischen Reiflinger Kalke ist im Norden der Mieminger Berge (Tajakopf) und im zentralen Wannig deutlich höher als im Süden und Südosten der Mieminger Berge. Terrigener Eintrag fand also weiterhin von Norden und Nordwesten statt.
- 4 Geländedaten für Schüttungsrichtungen von Turbiditen sind widersprüchlich; zumindest ab dem unteren Langobard ist eine Progradation der Plattform von Süden nach Norden gesichert (Tab. 1).
- 5 Die Becken(rand)-Sedimentation weist im Verlauf des Fassan im Süden der Mieminger Berge eine deutliche Komponentenzunahme, im Norden dagegen eine (geringfügige) Komponentenabnahme auf.
- 6 Die Wetterstein Formation begann in den zentralen südlichen Mieminger Bergen um Grießspitze, Grünstein und östlichen Wannig im oberen Fassan mit der Sedimentation von basalem Plattformhang (siehe Punkt 2.). Von diesem Bereich ausgehend, setzte die Plattformhang-Sedimentation in den südöstlichen, zentralen nördlichen und zentralen westlichen Mieminger Bergen ungefähr gleichzeitig im unteren Langobard ein (Abb. 3). Diese Plattform-Progradation von Süden nach Norden ist seit BECHSTÄDT & MOSTLER

Tabelle 1.

Progradations- und Schüttungsrichtungen im Ladin der Mieminger Berge.

Stufe	Formation (Faziesbereich)	Region (Profil)	Progradations- und Schüttungsrichtungen nach ...
Fassan 2 - Langobard 1	obere Reifling Fm. (Beckenrand)	östlicher Wannig (Handschuhspitze)	NE
Fassan 2 - Langobard 1	basale Wetterstein Fm. (Unterer und Oberer Plattformrand)	zentrale südliche Mieminger Berge (Grießspitze)	S/SW/W (Unterer Plattformrand) bis SW/S/SE (Oberer Plattformrand)
Langobard 1	basale Wetterstein Fm. (Plattformrand)	östlicher Wannig (Handschuhspitze)	N
ca. Langobard 1	basale Wetterstein Fm. (Plattformrand)	nordwestliche Mieminger Berge (Sonns Spitze)	N / NW (Mitteilung FERREIRO MÄHLMANN 1992)
Langobard ?2	Wetterstein Fm. (Plattformrand und Innere Plattform)	westlicher Wannig (Wannig Gipfel)	N(W), d.h. Plattformrand im S(E)
ab ca. Langobard 2	mittlere Wetterstein Fm. (Innere Plattform)	westlicher Wannig (Wannig Westfuß)	Schüttungen innerhalb der Inneren Plattform meist von N nach S

(1976) bekannt. Daneben fand auch eine Progradation vom Bereich Griespitz/Grünsteinscharte in die Richtungen Ost und Nordwest statt.

Diese zunächst recht widersprüchlichen Daten zeigen, daß im Fassan andere Progradationsmuster bestanden haben als im Langobard. Der terrigene Eintrag während des unteren Fassan belegt die zu diesem Zeitpunkt weiterhin existierende Anbindung des Sedimentationsraumes an ein im Nordwesten gelegenes Liefergebiet. Der Eintrag von flachmarinem Detritus fand im Fassan ausschließlich von Norden her statt; zu dieser Zeit existierte im Bereich der Wetterstein-Vorberge Plattform-Sedimentation. Da die strukturelle Zugehörigkeit der Wetterstein-Vorberge zu den Mieminger Bergen unumstritten ist, muß es sich bei diesem Hochgebiet um das Herkunftsgebiet des Plattform-Detritus in den Reiflinger Beckenkarbonaten des unteren Fassan handeln (Abb. 3). Ab dem obersten Fassan ist darüberhinaus eine Progradation der Wetterstein-Plattformen in entgegengesetzter Richtung zu beobachten. Es muß demnach mindestens ab diesem Zeitpunkt eine zweite Plattform südlich der Mieminger Berge bestanden haben. Aus der Position zwischen zwei Plattformen erklärt sich auch das teilweise eingeschränkte Environment in den oberfassanischen bis unterlangobardischen Becken der Mieminger Berge. Mit höheren Subsidenzraten im Norden und geringeren Subsidenzraten im Süden läßt sich die unterschiedliche Entwicklung der Beckenrandfazies innerhalb der Mieminger Berge erklären (Abb. 4). Der Ausgangspunkt der starken Progradation von Süden, d.h. der Nukleus der südlichen Plattform, müßte demnach im Raum Imst – Nassereith – Telfs gelegen haben.

Bereits das mittlere Langobard war, mit Ausnahme des Bereichs Schwärze, in den gesamten Mieminger Bergen als Wetterstein-Formation ausgebildet. Weitere Bereiche, die unbestritten zur gleichen tektonischen Einheit wie die Mieminger Berge gerechnet werden, sind u.a. Tschirgant und Heiterwand. In allen diesen Regionen war bis in das obere Langobard und z.T. bis in das basale Jul karbonatische und siliziklastische Beckensedimentation vorhanden. Daraus resultiert zusätzlich zu den Progradationsrichtungen nach Norden und Süden eine westgerichtete Komponente (bezogen auf die heutige geographische Situation).

3.3. Siliziklastische Sedimentation im späten Ladin und frühen Karn

Innerhalb des Untersuchungsgebietes beschränken sich Vorkommen von Partnach-Formation auf wenige Randgebiete (Abb. 5):

- das Inntal, wobei Vorkommen mit und ohne Wetterstein-Formation im Hangenden in allen drei tektonischen Einheiten vorkommen, die hier engräumig nebeneinander liegen: Inntaldecke (Zirl: Martinsbühel – Plattleck, Region Imst), Karwendelschuppenzone (Thaur) und Lechtaldecke (Inntal bei Landeck/Imst);
- das nordwestliche Wetterstein-Gebirge (Lechtaldecke) und der nordwestliche Teil der Region Mieminger Berge/Heiterwand (Inntaldecke), wobei auch hier wieder Vorkommen mit und ohne Wetterstein-Formation im Hangenden folgen;
- Bereiche nördlich des Wetterstein-Gebirges (Lechtaldecke, ohne Wetterstein-Formation im Hangenden);
- Bereiche im nördlichen Karwendel innerhalb von Karwendelschuppenzone und Lechtaldecke (überlagert von Wetterstein-Formation).

Darüberhinaus tritt Partnach-Formation in benachbarten Regionen außerhalb des Untersuchungsraumes in der Krabachjochdecke (u.a. am Larsenn), in der Lechtaldecke (Arlberg, Region Reutte – Füssen – Achenpaß mit Ammergebirge, Vilser, Tannheimer, Allgäuer und angrenzenden Lechtaler Alpen) und in der Karwendelschuppenzone (östliches Karwendel/Achensee) auf.

Kernpunkt des Modells zweier Plattformen im Untersuchungsgebiet ist die Existenz von Lechtaldecke in Beckenfazies im Inntal. Die tektonische Zuordnung dieser lückenhaften Aufschlüsse ist allerdings noch unbefriedigend; das gilt insbesondere für den Bereich südwestlich der Mieminger Berge. Es bleibt völlig unklar, nach welchen Kriterien eine Abgrenzung der Decken erfolgte. Auffällig ist jedenfalls, daß einige ursprünglich als Lechtaldecke interpretierte Gebiete südlich des Karwendels mittlerweile zur Inntaldecke und zur Karwendelschuppenzone gerechnet werden (HEISSEL, 1978, DONOFRIO et al., 1979). Neuere Arbeiten im Bereich südwestlich der Mieminger Berge existieren nicht. NIEDERBACHER (1981) erkannte aber, daß die Einheiten der südlichen Inntaldecke (Tschirgant) und der benachbarten Lechtaldecke im Inntal faziell ähnlich sind: „der Deutung, daß (diese) Zonen ... ursprünglich einen Zusammenhang hatten, kann aus faziellen Gründen nicht widersprochen werden“. Sollte sich der „Trend“ der Umwidmung in gleichem Umfang auch in diesem Bereich fortsetzen, würde es keine Lechtaldecke südlich der Inntaldecke mehr geben und damit die Notwendigkeit entfallen, die Decken über mehrere Zehnerkilometer „abzuwickeln“. Ähnlicher Ansicht, wenn auch auf anderer Datenbasis, sind BRANDNER & POLESCHINSKI (1986). Sie argumentieren mit „faziellen und vor allem auch tektonischen Gründen“ für eine Inntaldecke, die aus dem

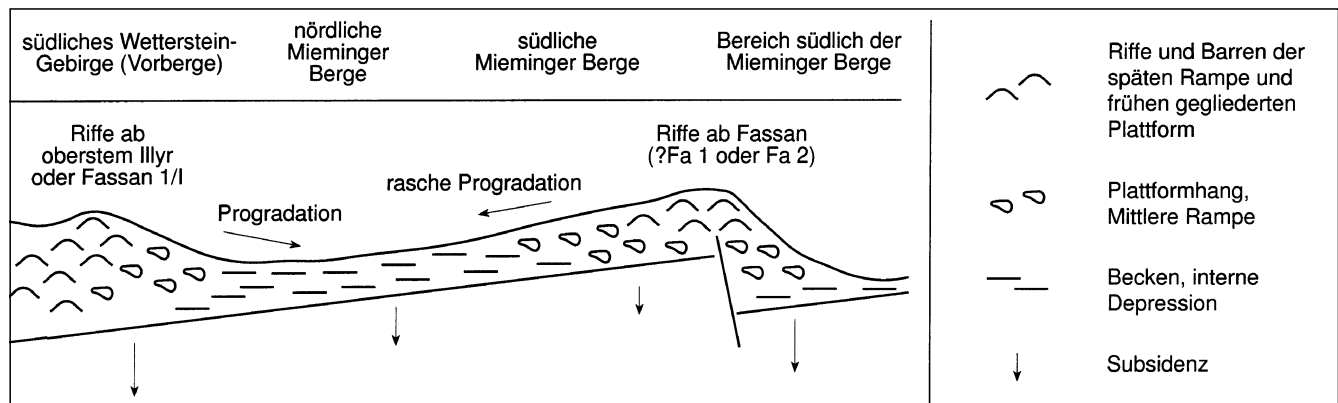


Abb. 4. Modell zweier Plattformränder im Bereich der Mieminger Berge während des Fassan.

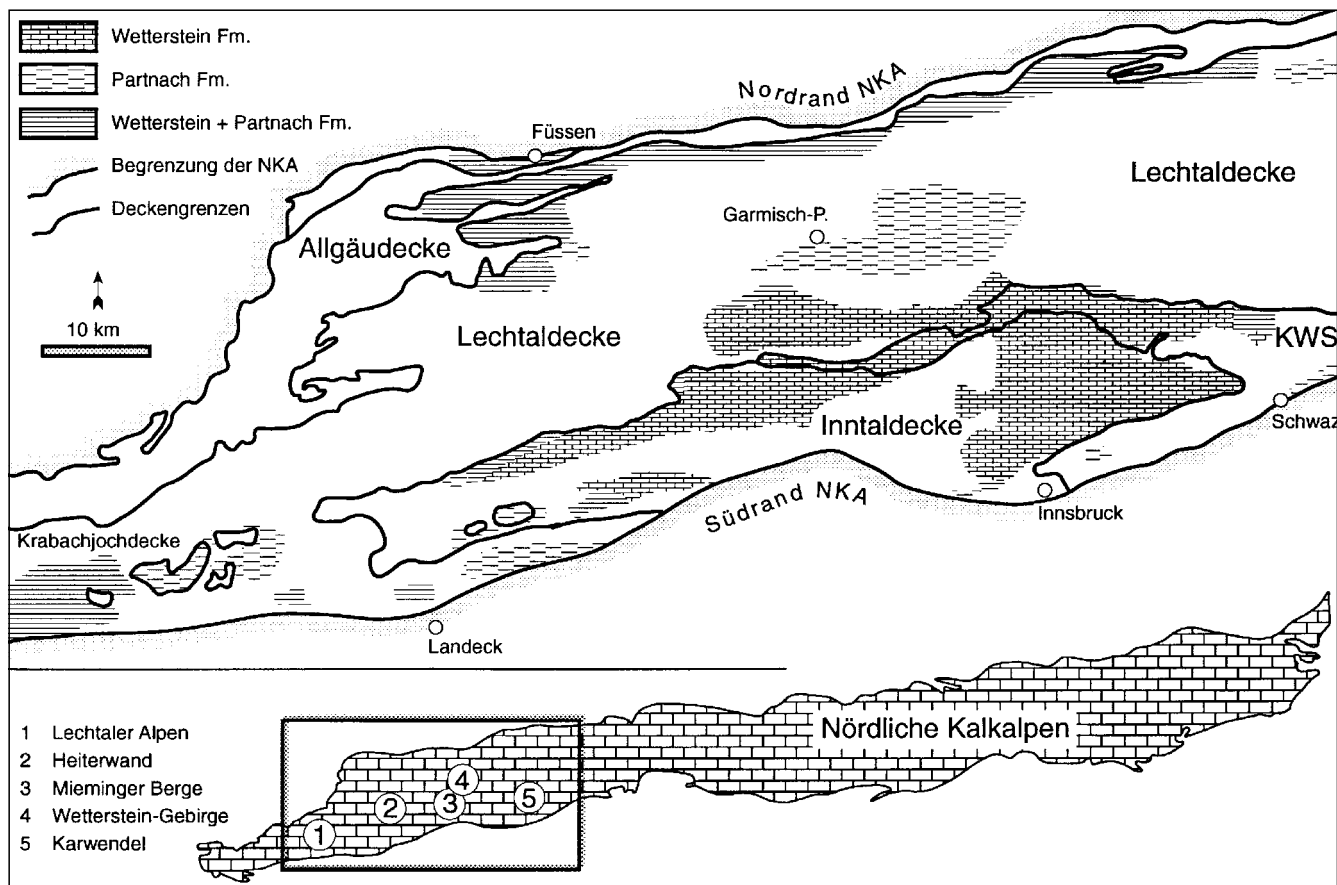


Abb. 5.

Partnach- und Wetterstein-Formation in den westlichen Nördlichen Kalkalpen.

Geringfügig verändert nach BECHSTÄDT & MOSTLER (1976); Deckengrenzen nach BECHSTÄDT & MOSTLER (1976) und HEISSEL (1977).

KWS = Karwendelschuppenzone.

Südteil der Lechtaldecke „tektonisch herausgepreßt“ wurde. Ohne die Notwendigkeit einer Abwicklung entfiel aber auch die Legitimation für die Annahme zweier, durch Reifling- und Partnach-Formation getrennter Plattformen.

Nach allgemeiner Auffassung werden die triassischen Vorkommen im Raum Brixlegg (Nördliche Kalkalpen südlich des Inn bei Wörgl) zur Lechtaldecke gestellt (TOLLMANN, 1985).

Vorausgesetzt, diese Interpretation ist richtig, gelangen diese Abfolgen zwischen die mächtigen Plattformen der Inntaldecke im Süden und des südlichen Teils der Lechtaldecke im Norden. Nach SCHÖBER (1988) besteht die gesamte Mittel- bis frühe Obertrias in diesem Raum aus einer primär sehr geringmächtigen Abfolge von Reiflinger Kalken, Partnach-Tonschiefern und Ramsau-Dolomiten (60 bis 80 m Ladin, 30 m Jul). Entweder, die heute vorhandene Abfolge umfaßt nur einen kleinen Teil des Zeitraumes, ist also tektonisch reduziert (was SCHÖBER, 1988 ablehnt); oder sie ist primär so geringmächtig. Dann aber kann diese Abfolge nicht unter den gleichen Bedingungen sedimentiert worden sein, wie die sonstigen Vorkommen der westlichen Nördlichen Kalkalpen.

Eine Position im Zentrum des nordalpinen Becken/Plattform-Systems ist daher abzulehnen, eine randliche Position wäre wahrscheinlicher.

Unabhängig davon fällt auf, daß zwischen Inntal- und Lechtaldecke nie Partnach-Formation auftritt („es ergibt sich erstaunlicherweise ein geschlossenes paläogeographisches Bild“: BECHSTÄDT & MOSTLER, 1976). Das in der Rekonstruktion von BECHSTÄDT & MOSTLER (1976) wiedergegebene „Partnachbecken“ zwischen Mieming- und

Wetterstein-Plattform ergibt sich ausschließlich aus der tektonischen Interpretation.

Unter Verwendung dieser Interpretation begehen FERREIRO MÄHLMANN & MORLOK (1992) einen Zirkelschluß. Sie interpretieren zunächst aus tektonischen Gründen zwei stabile Plattformen (Mieming- und Wetterstein-Plattform). Obwohl sie gleichzeitig erkennen, daß „eine offene Wasserstraße (Infrariff-Becken) oder Einbuchtung zwischen den Riffatollen des Mieminger Gebirges und des Wettersteingebirges fehlt“, gehen sie in der Folge von einem „Partnachbecken im Süden des Wettersteintolls“ aus. Daraufhin wird dieses „tektonisch oder erosiv fehlende Infrariff-Becken im Norden der Mieminger Berge“ wiederum zur Untermauerung des tektonischen Modells herangezogen: die Heraushebung des Wetterstein-Gebirges mit der ca. 20° Süd gerichteten Aufschiebung wird als Auspressung der rigiden Riffkalke in einer mergeligen Beckenfazies interpretiert („Partnachbecken im Norden in der Wamberg-Sattelzone und im Süden des Wettersteintolls“), die von der nordwärtsdrängenden Inntaldecke ausgelöst wurde („vielleicht kann ... das ... tektonisch oder erosiv fehlende Infrariff-Becken im Norden der Mieminger Berge als die für die Abscherung der Inntaldecke notwendige Schwächezone ... angenommen werden“ [FERREIRO MÄHLMANN & MORLOK, 1992]). Genau diese fazielle Schwächezone fehlt aber an den Deckengrenzen, es gibt keinen Hinweis auf Partnach-Formation, der als Argument für zwei getrennte Plattformen dienen könnte. Die Faziesdaten deuten auf einen zusammenhängenden karbonatischen Ablagerungsraum zwischen nördlichem Wetterstein-Gebirge und südlichen Mieminger Bergen hin.

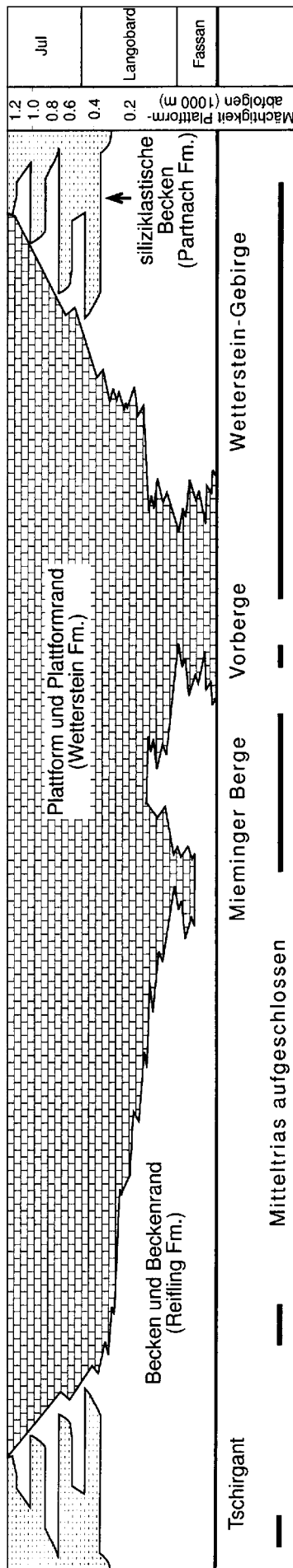


Abb. 6.
NNE-SSW-Schnitt durch die westlichen Nördlichen Kalkalpen.

3.4. Fazit

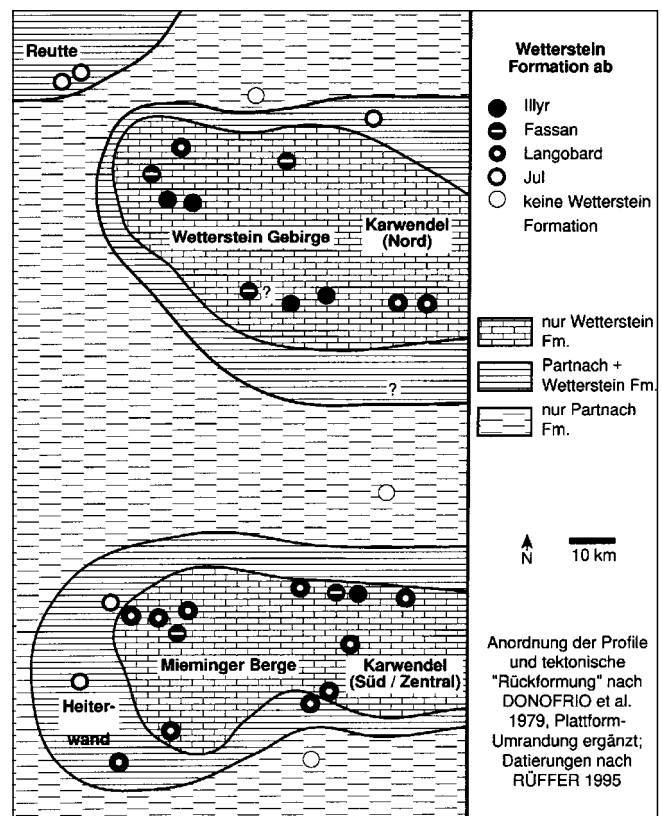
Ausgehend von den diskutierten Faziesvergleichen ergibt sich folgender NNE-SSW-Schnitt im Bereich westliches Wetterstein-Gebirge, westliche Mieminger Berge und Tschirgant (Abb. 6):

- Wamberger Sattelzone: mächtige Partnach-Formation ohne Wetterstein-Formation;
- Höllental: nach Süden geringmächtiger werdende Partnach-Formation, Einsetzen der Plattform-Karbonate im obersten Langobard (*Regoledanus*-Zone);
- Riffelwände: Partnach-Formation auskeilend, ausschließlich karbonatische Beckensedimente, flachmarine Sedimente ab ca. mittlerem Langobard;
- Wetterwände/Gatterlköpfe: durchgehend flachmarin vom oberen Anis bis in das untere Karn;
- Deckengrenze zwischen Lechtaldecke im Norden und Inntaldecke im Süden;
- südlichstes Wetterstein-Gebirge (Vorberge): durchgehend flachmarin vom oberen Anis bis in das untere Karn;
- nördliche Mieminger Berge: erster Plattformdetritus im unteren Fassan, Wetterstein-Formation ab Langobard 1 bis 2;
- südliche Mieminger Berge: kein Plattformdetritus im unteren Fassan, Wetterstein-Formation bereits ab oberem Fassan;
- Tschirgant/Inntal: nach Süden progradierende Wetterstein-Formation, Wetterstein-Formation frühestens ab Langobard 2 bis 3.

Nach den Rekonstruktionen von BECHSTÄDT & MOSTLER (1976) und DONOFRIO et al. (1979) existieren wie schon ausgeführt in diesem Bereich zwei Plattformen, die durch ein Partnach-Becken getrennt werden. DONOFRIO et al. (1979) gehen von internen Überschiebungsweiten innerhalb der Nördlichen Kalkalpen von 80 km aus (Inntal- zu Lechtaldecke), wobei der primär tektonisch begründete Anteil nach Angaben der Autoren nur 19 km beträgt. Durch eine Erweiterung des Sedimentationsraums von 40 km „auf mindestens 140 km ... ohne Allgäudecke“ (DONOFRIO et al., 1979) und die Positionierung der Karwendelschuppenzone ungefähr in der Mitte zwischen beiden Decken werden aus den bei BECHSTÄDT & MOSTLER (1976) noch E-W-streichenden Plattformen gleichförmige „Atolle“ (Abb. 7).

Sowohl EISBACHER et al. (1990) als auch FERREIRO MÄHLMANN und MORLOK (1992) lehnen die von DONOFRIO et al. (1979) postulierten großen Überschiebungsweiten ab. Sie gehen statt dessen übereinstimmend von einer Position der Inntaldecke nur wenige Kilometer südlich der Lechtaldecke aus. Trotzdem folgen zumindest FERREIRO MÄHLMANN und MORLOK (1992) der Paläogeographie von DONOFRIO et al. (1979) weitgehend. Diese Rekonstruktion basiert aber auf einer Reihe von recht willkürlichen Annahmen und kompliziert das sedimentologische Bild zudem stark.

Abb. 7.
Paläogeographische Rekonstruktion nach DONOFRIO et al. (1979). Die nördliche Plattform wird aus Abfolgen der Lechtaldecke und der Karwendelschuppenzone, die südliche aus der Inntaldecke gebildet.



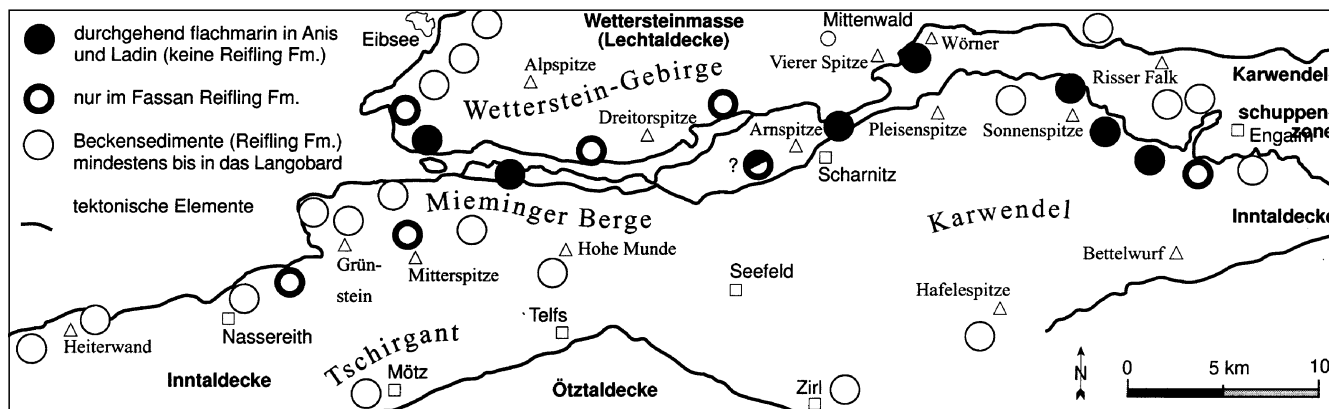


Abb. 8.

Becken und Plattform-Sedimentation im Fassan in Beziehung zur tektonischen Gliederung.

Dargestellt sind folgende tektonische Elemente: Nordrand von Inntal- und Ötztaldecke, Aufschubung der Wettersteinmasse und Begrenzung der Karwendelschuppenzone (vereinfacht nach FERREIRO MÄHLMANN & MORLOK, 1992 und HEISSEL, 1978).

Zum einen gibt es nicht den geringsten Hinweis auf Partnach-Formation zwischen Inntal- und Lechtaldecke; es gibt keinen Fazies-Trend, der vermuten ließe, daß Partnachschichten in der jeweiligen Richtung bald folgen könnten (vgl. 3.3). Zum anderen gelangen durch diese Rekonstruktion Gebiete mit durchgehend flachmariner Sedimentation in der Mitteltrias (d.h. ohne Reifling-Formation) in völlig beliebige Position, nämlich in das Zentrum und den Südteil der nördlichen Plattform und an den Nordrand der südlichen Plattform (Abb. 7). Ununterbrochene flachmarine Sedimentation in der Mitteltrias findet sich in dem westlichen Teil der Nördlichen Kalkalpen in allen tektonischen Einheiten, ist dort aber jeweils nur auf wenige Lokalitäten beschränkt (Abb. 8): im südlichsten Randbereich der Lechtaldecke (südwestliches Wetterstein-Gebirge mit Gatterlköpfen und Wetterwänden), in der Karwendelschuppenzone zwischen Lechtal- und Inntaldecke (nordöstliches Karwendel mit Brunnstein und Dasanderkar, sowie Wetterstein-Vorberge), und im nördlichsten Randbereich der Inntaldecke (zentrales Karwendel um die Laliderer Wände). Während die heutige geographische Verteilung dieser Bereiche denkbar einfach ist (es handelt sich um eine schmale E-W-verlaufende Zone im zentralen Teil der Nördlichen Kalkalpen), gehören die drei Gebiete nach der gängigen tektonischen Gliederung drei verschiedenen tektonischen Einheiten an.

Das Verteilungsmuster des Einsetzens der Wetterstein-Formation zeigt also über Deckengrenzen hinausgehende Strukturen an. Bei einem zusammengehörigen Sedimentationsraum mit einer Plattform ergibt sich das folgende Bild: der Bereich mit frühestem „Riffwachstum“ und durchgehend flachmariner Sedimentation liegt im südlichen Wetterstein-Gebirge und im zentralen Karwendel. Von diesem Nukleus aus erfolgt eine Progradation nach Norden und Süden (Abb. 9).

4. Schlußfolgerungen für den tektonischen Bau

Ausgangspunkt der Decken-Gliederung war zunächst also die „Sortierung“ nach bestimmten Sedimentationsabfolgen, um damit eine Vereinfachung der Sedimentationsräume zu erreichen. Das heutige sedimentologische und biostratigraphische Wissen ist mit dieser tektonischen Gliederung aber nur noch dann in Einklang zu bringen, wenn eine höchst komplizierte Paläogeographie angenommen wird.

Mit sedimentologischen Arbeitsmethoden allein kann kein struktureller Bau geklärt werden. Andererseits geben die Sedimente der Mitteltrias keinen Hinweis auf die Richtigkeit des etablierten tektonischen Modells. Vielmehr macht das Modell fernüberschobener Decken die sedimentologische Rekonstruktion in vielen Punkten sehr kompliziert; Passendes wird auseinandergerissen. Auch die Leithorizonte innerhalb der Raibler Gruppe geben keinen Anhaltspunkt für eine isolierte Stellung der Inntaldecke (Abb. 10). Weitere stratigraphische Horizonte sind im Arbeitsgebiet nur sehr lückenhaft vorhanden und eignen sich daher nicht für paläogeographische Rekonstruktionen.

Wie lassen sich nun die sedimentologischen Hinweise mit den tektonischen Interpretationen vereinbaren, und welche direkten Folgerungen auf den tektonischen Bau der westlichen Nördlichen Kalkalpen können gezogen werden?

- ① Die lückenhaften Vorkommen von Partnach-Formation im Inntal können nicht der gleichen tektonischen Einheit angehören wie Wetterstein-Gebirge und nördliches Karwendel. Die Interpretation dieser Inntal-Aufschlüsse als Teil der Lechtaldecke ist ein Relikt der von AMPFERER begründeten Faziesgebundenheit der Tektonik. Diese „Faziesgebundenheit“ war eines der Hauptargumente für die Abgrenzung der Decken. Dieses Argument wird heute nicht mehr anerkannt (TOLLMANN, 1969): „... generell kann nicht von Faziesgebundenheit der Tektonik gesprochen werden ...“ (HEISSEL, 1977), „so fällt die unerwartet reiche und keineswegs an tektonische Einheiten gebundene Faziesdifferenzierung der Mitteltrias im Bereich der westlichen Nördlichen Kalkalpen auf“ (DONOFRIO et al., 1979). Dies geht auch aus der Auflistung über die Verbreitung der Partnach-Formation in Abschnitt 3.3. hervor.
- ② Die Inntaldecke ist auf die Lechtaldecke überschoben, liegt aber nicht isoliert auf dieser. Damit hat das sedimentologisch begründete Modell einer einzigen Plattform in Wetterstein-Gebirge und Mieminger Bergen nur quantitativen, aber keinen qualitativen Einfluß auf die tektonische Interpretation. Es bleibt bei einem nordalpinen Deckensystem aus mehreren Decken. Allerdings sind die Decken nicht pyramidenartig gestapelt (TOLLMANN, 1969: die Inntaldecke „hebt ... vorbildlich als eine ... allseits frei eingelagerte Decke aus“), sondern nur mehr randlich überfahren, wie dies bereits NIEDERBACHER (1981) für „möglich“ gehalten hat. Diese Annahme

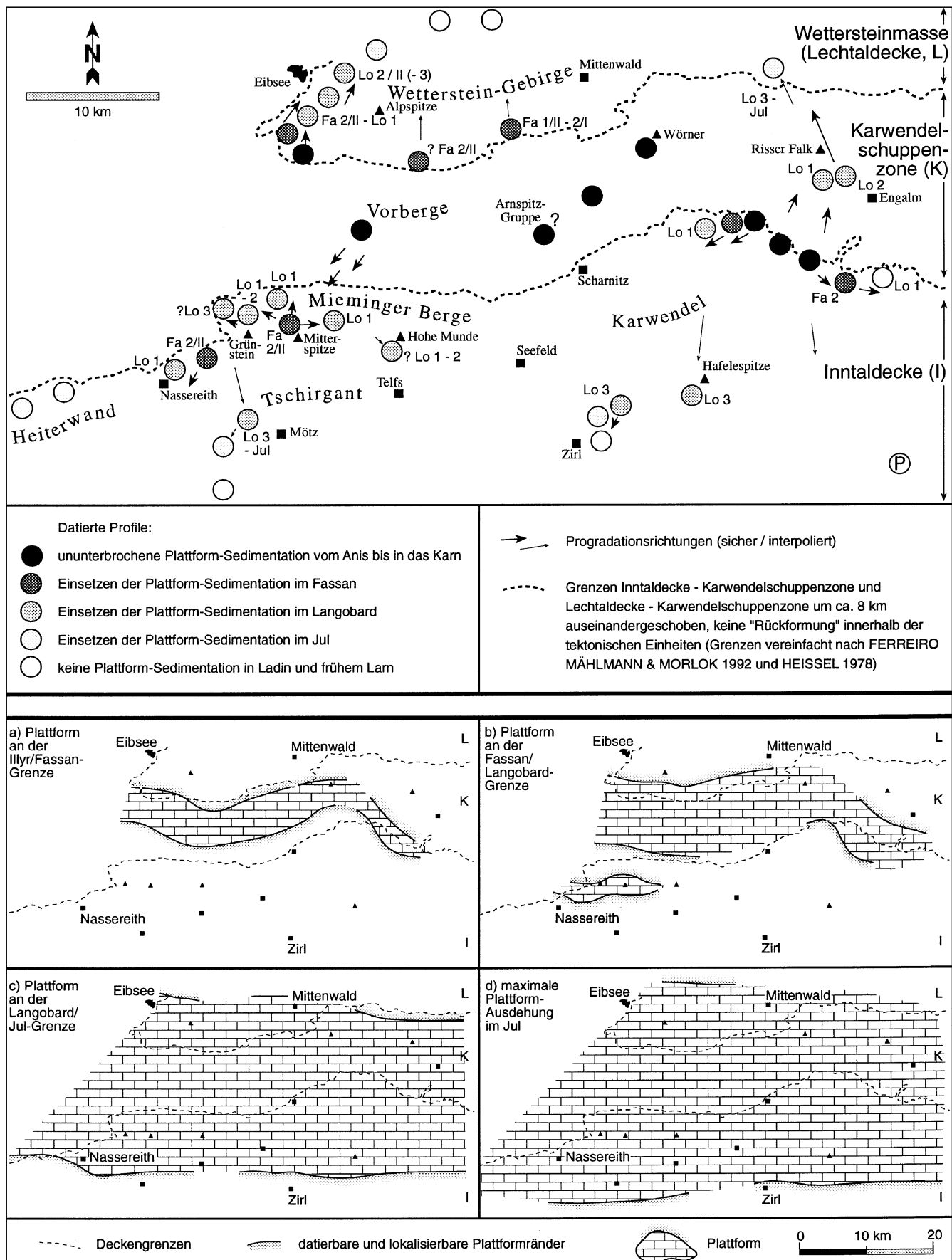


Abb. 9.

Plattform-Konfiguration und Tektonik.

Rekonstruktion auf der Basis der Fazies-Interpretation von Wetterstein-, Reifling- und Partnach-Formation (Inntaldecke auf Lechtaldecke geschoben, aber nicht vollständig überschoben); a-d = Plattform-Entwicklung in der Zeit auf der Basis dieser Rekonstruktion; die Lokalitäten der unteren Abbildungen entsprechen denen im oberen Teil der Abbildung.

Abb. 10.
Leithorizonte der Raibler Gruppe nach SCHWEIZER (1990), vereinfacht gezeichnet.
Die Inntaldecke ist in diesen Abbildungen in ihrer heutigen Position gezeichnet worden. Die Aufschlußsituation der Raibler Gruppe ist nicht in allen Bereichen gut; dies gilt insbesondere für den schmalen Bereich südlich der Inntaldecke.

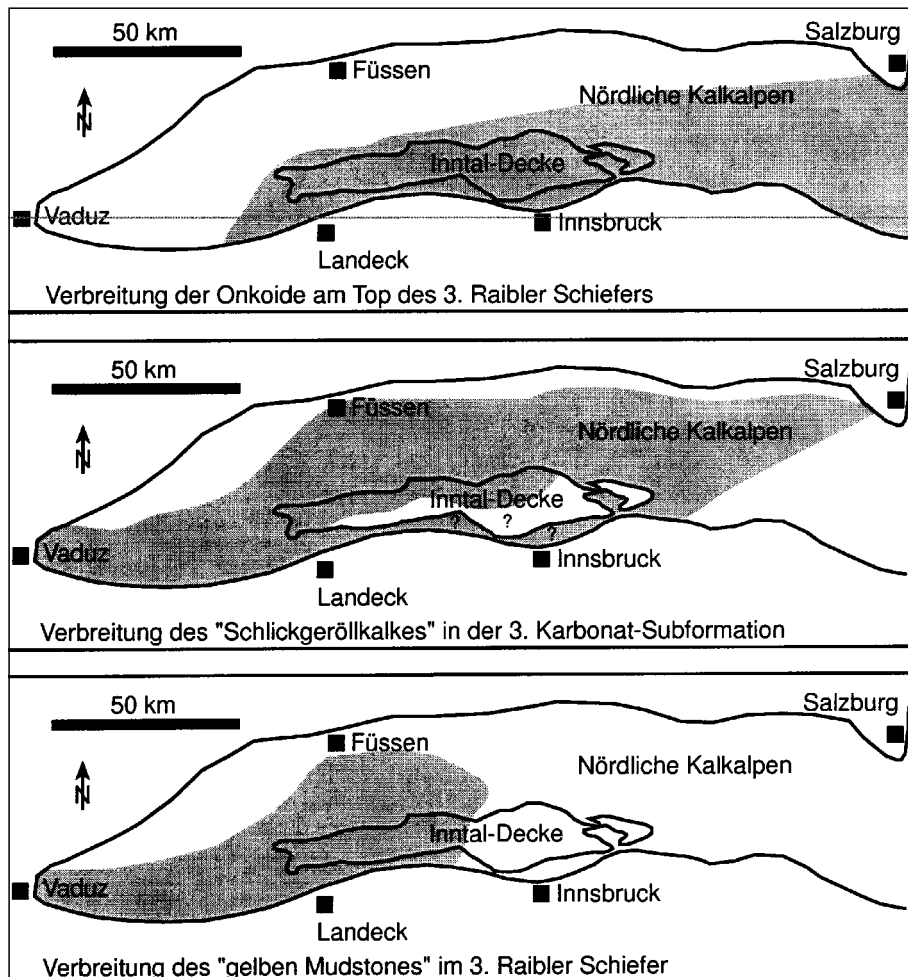
me wurde u.a. auch von BRANDNER & POLESCHINSKI (1986) favorisiert. Durch eine maximal wenige Kilometer weite Überschiebung wird zum einen dem strukturgeologischen Inventar Rechnung getragen, zum andern werden zusammengehörende Faziesräume nicht voneinander getrennt.

Dank

Teile der Geländeuntersuchungen wurden finanziert von der Deutschen Forschungsgemeinschaft und dem Deutschen Akademischen Austauschdienst. Von Leopold KRISTYN (Wien) stammen die Conodonten-Datierungen.

Literatur

- BECHSTÄDT, T. & MOSTLER, H.: Mikrofazies und Mikrofauna mitteltriadischer Beckensedimente der Nördlichen Kalkalpen Tirols. – *Geol. Paläont. Mitt. Innsbruck*, **4**, 1–74, Innsbruck 1974.
- BECHSTÄDT, T. & MOSTLER, H.: Riff-Becken-Entwicklung in der Mitteltrias der westlichen Nördlichen Kalkalpen. – *Z. dt. geol. Ges.*, **127**, 271–289, Hannover 1976.
- BERNOULLI, D., BERTOTTI, G., PICOTTI, V. & CASTELLARIN, A.: History of extension of the Mesozoic South-Alpine continental margin. – *Terra abs., Suppl. 1 to Terra Nova* **5**, **11**, Oxford 1993.
- BRANDNER, R. & POLESCHINSKI, W.: Stratigraphie und Tektonik am Kalkalpensüdrand zwischen Zirl und Seefeld in Tirol. – *Jber. Mitt. oberrhein. geol. Ver.*, N.F. **68**, 67–92, Stuttgart 1986.
- DERCOURT, J., RICOU, L.E. & VRIELYNCK, B.: Atlas Tethys Palaeoenvironmental Maps. Explanatory Notes. – 307 S., Paris (Gauthier-Villars) 1993.
- DONOFRIO, D.A., HEISSEL, G. & MOSTLER, H.: Zur tektonischen und stratigraphischen Position des Martinsbühels bei Innsbruck. – *Geol. Paläont. Mitt. Innsbruck*, **7**, 1–43, Innsbruck 1979.
- EISBACHER, G.H., LINZER, H.-G., MEIER, L. & POLINSKI, R.: A depth-extrapolated structural transect across the Northern Calcareous Alps of western Tirol. – *Eclogae geol. Helv.*, **83**, 711–725, Basel 1990.
- ENDERS, P.: Beiträge zur Lithofazies und Paläogeographie des Wettersteinkalkes der nördlichen Kalkalpen zwischen Isar und Lech. – Unveröffentl. Diss. TU München, 152 S., München 1974.
- FERREIRO MÄHLMANN, R. & MORLOK, J.: Das Wettersteingebirge, Widerlager der allochthonen Inntaldecke und die Ötztalmasse, Motor tertiärer posthumer NW-Bewegungen im Mieminger Gebirge, Nordtirol, Österreich. – *Geol. Paläont. Mitt. Innsbruck*, **18**, 1–34, Innsbruck 1992.
- FRISCH, J.: Sedimentologische, lithofazielle und paläogeographische Untersuchungen in den Reichenhaller Schichten und im Alpinen Muschelkalk der Nördlichen Kalkalpen zwischen Lech und Isar. – Unveröffentl. Diss. der TH München, 133 S., München 1968.
- FRISCH, J.: Sedimentologische, lithofazielle und paläogeographische Untersuchungen in den Reichenhaller Schichten und im Alpinen Muschelkalk der Nördlichen Kalkalpen zwischen Lech und Isar. – *Jahrb. Geol. B.-A.*, **118**, 75–117, Wien 1975.
- JACOBSHAGEN, V. & HELMCKE, D.: Zur Struktur der Allgäuer Alpen. Gebundene Tektonik oder Deckenbau? – *N. Jb. Geol. Paläont. Abh.*, **148**, 185–214, Stuttgart 1975.
- HABER, G.: Bau und Entstehung der bayerischen Alpen. – 132 S., München (Beck) 1934.
- HEISSEL, G.: Die geologische Neuaufnahme des Karwendelgebirges und seine tektonische Ausdeutung. – Unveröffentl. Diss. Univ. Innsbruck, 371 S., Innsbruck 1977.
- HEISSEL, G.: Karwendel – geologischer Bau und Versuch einer tektonischen Rückformung. – *Geol. Paläont. Mitt. Innsbruck*, **8**, 227–288, Innsbruck 1978.
- KOCKEL, C.W.: Der Zusammenbruch des kalkalpinen Deckenbaues. – *Ztschr. Dt. Geol. Ges.*, **108**, 264, Hannover 1956.
- KRAUS, E.: Die Entstehung der Inntaldecke. – *N. Jb. f. Min., Geol. u. Paläont. Abt. B*, **90**, 31–95, Stuttgart 1949.
- KRAUS, O. & SCHMIDT-THOMÉ, P.: Faziesverteilung in der alpinen Trias des Heiterwand-Gebietes (östliche Lechtaler Alpen, Tirol). – *N. Jb. Geol. Paläont., Mh.* **1967**, 117–127, Stuttgart 1967.
- MICHALÍK, J.: Comments on Mesozoic palinspastic interpretations of the Western Carpathians: *Acta Geologica Hungarica*, **35**, 39–47, Budapest 1992.



- MILLER, H.: Die tektonischen Beziehungen zwischen Wetterstein- und Mieminger Gebirge (Nördliche Kalkalpen). – N. Jb. Geol. Paläont. Abh., **118**, 291–320, Stuttgart 1963.
- MILLER, H.: Die Mitteltrias der Mieminger Berge mit Vergleichen zum westlichen Wettersteingebirge. – Verh. Geol. B.-A., **1965**, 187–212, Wien 1965.
- MÜLLER-WOLFSKEIL, P.: Neue Ergebnisse zum Bau der Vilser, Tannheimer, Allgäuer und angrenzenden Lechtaler Alpen. – Unveröffentl. Diss. TU München, 108S., München 1986.
- MYLIUS, H.: Ein Beitrag zum geologischen Bau des Wettersteingebirges. – N. Jb. Min. Geol. Paläont., **1916**, 10–40, Stuttgart 1916.
- NIEDERBACHER, P.: Geologisch-tektonische Untersuchungen in den südöstlichen Lechtaler Alpen (Nördliche Kalkalpen, Tirol). – Unveröffentl. Diss. Univ. Innsbruck, 110 S., Innsbruck 1981.
- OTT, E.: Segmentierte Kalkschwämme (Sphinctozoa) aus der alpinen Mitteltrias und ihre Bedeutung als Riffbildner im Wettersteinkalk. – Bayer. Akad. Wiss. Math. – Nat. Kl. Abh. N. F., **131**, 108 S., München 1967.
- REIS, O.M.: Eine Fauna des Wettersteinkalkes, 1. Theil. Cephalopoden. – Geognost. Jh., **13** (1900), 71–105, München 1901.
- REIS, O.M.: Erläuterungen zur Geologischen Karte des Wettersteingebirges. – Geognost. Jh., **23**, 61–114, München 1911.
- RICHTER, M.: Die Struktur der nördlichen Kalkalpen zwischen Rhein und Inn. – N. Jb. Mineral. etc., Abt. B, **63**, 1–62, Stuttgart 1930.
- RICHTER, M.: Die deutschen Alpen und ihre Entstehung. – Dtsch. Boden, **5**, 179 S., Berlin (Bornträger) 1937.
- ROTHPLETZ, A.: Das Karwendelgebirge. – Ztsch. des Deutschen und Österreichischen Alpenvereins, **19**, 401–470, München 1888.
- RÜFFER, T.: Entwicklung einer Karbonat-Plattform: Fazies, Kontrollfaktoren und Sequenzstratigraphie in der Mitteltrias der westlichen Nördlichen Kalkalpen (Tirol, Bayern). – Gaia heidelbergensis, **1**, 1–286, Heidelberg 1995.
- SARNTHEIN, M.: Versuch einer Rekonstruktion der mitteltriadischen Paläogeographie um Innsbruck, Österreich. – Geol. Rdsch., **56**, 116–127, Stuttgart 1967.
- SCHLAGINTWEIT, O.: Die Mieminger-Wetterstein Überschiebung. – Geol. Rdsch., **3**, 73–92, Leipzig 1912.
- SCHNEIDER, H.-J.: Facies differentiation and controlling factors for the depositional lead-zinc concentration in the Ladinian geosyncline of the Eastern Alps. – Dev. Sed., **2**, 29–45, Amsterdam (Elsevier) 1964.
- SCHÖBER, C.: Faziesheteropie in der Mittel- und Obertrias im Raum Brixlegg (Tirol). – Geol. Paläont. Mitt. Innsbruck, **14**, 169–196, Innsbruck 1988.
- SCHWEIZER, T.: Die klastisch/karbonatische Raibler Gruppe und ihr Unterlager (Vorarlberg & Drauzug, Österreich) – Ein Hinweis auf Meeresspiegelschwankungen. – Unveröffentl. Diss. Univ. Freiburg, 162 S., Freiburg 1990.
- TOLLMANN, A.: Tektonische Karte der Nördlichen Kalkalpen. 3. Teil: Der Westabschnitt. – Mitt. Geol. Ges. Wien, **62**, 78–170, Wien 1969.
- TOLLMANN, A.: Zur Gliederung der triadischen Faziesregionen in den Ostalpen. – Schriftenr. Erdwiss. Komm. Österr. Akad. Wiss., **2**, 183–193, Wien 1974.
- TOLLMANN, A.: Geologie von Österreich. Bd. II – Außerzentralalpiner Anteil, 710 S., Wien (Deuticke) 1985.
- VEEVERS, J.J.: Middle/Late Triassic (230±5 Ma) singularity in the stratigraphic and magmatic history of the Pangean heat anomaly. – Geology, **17**, 784–787, Boulder 1989.
- ZACHER, W.: Fazies und Tektonik im Westabschnitt der Nördlichen Kalkalpen. – Jber. u. Mitt. oberr. geol. Ver., **44**, 85–92, Stuttgart 1962.
- ZIEGLER, P.A.: Evolution of the Arctic-North Atlantic and the Western Tethys. – AAPG Mem., **43**, 198 S., Tulsa 1988.