

Mitt. österr. geol. Ges.	73 1980	S. 55—94 12 Abb., 2 Tab., 5 Taf.	Wien, Dezember 1980
--------------------------	-------------------	-------------------------------------	---------------------

Beiträge zur Kenntnis der Partnachsichten (Trias) des Tor- und Rontales und zum Problem der Abgrenzung der Lechtaldecke im Nordkarwendel (Tirol)

Von D. A. DONOFRIO, G. HEISSEL und H. MOSTLER *

Mit 12 Abbildungen, 2 Tabellen und 5 Fototafeln

Zusammenfassung

Aufgrund einer Detailkartierung des Gebietes Rontal-Tortal (Nördliche Kalkalpen, Karwendelgebirge, Tirol, Österreich) konnte die Grenze der Lechtaldecke zur tektonisch höheren Karwendelschuppenzone neu festgelegt werden. Gestützt auf tektonische und fazielle Gesichtspunkte wurde eine theoretische Rückwicklung der einzelnen tektonischen Einheiten versucht, und ein neues Modell ihrer Entstehung entwickelt, was vor allem die Karwendelschuppenzone betrifft.

Das Partnachsichtenprofil Torscharte, aufgenommen im obengenannten Gebiet, läßt sich zwanglos in fünf lithologische Einheiten aufgliedern. Innerhalb dieser konnte eine sich öfters wiederholende Sedimentabfolge festgestellt werden, die auch für das gesamte Profil Gültigkeit beansprucht und den Bereich um die Torscharte als vermittelnden Raum von distalem Riffschutt zum Becken ausweist.

Die mikrofaunistische Untersuchung verfolgte nicht nur stratigraphische Ziele, sondern sollte auch zur Rekonstruktion der Lebensbedingungen in den einzelnen Faziesgebieten beitragen.

Summary

Based on detailed mappings of the area including the valleys Rontal-Tortal (Nördliche Kalkalpen, Karwendel range, Tirol, Austria) the course of the southern boundary of the "Lechtaldecke" could be defined in detail for the first time. With the help of tectonic and facial aspects an attempt of a palinspastic analysis of the particular tectonic units was made. A new tectonic pattern, especially concerning the "Karwendelschuppenzone", was developed.

The "Torscharte"-section of "Partnachsichten", situated in this region, could be divided into five lithological units. The five units consist of sedimentary sequences repeating each other several times. The area around the "Torscharte" seems to be the linking environment from the distal reef detritus to the basin.

* Anschriften der Verfasser: Dr. Donato Antonio DONOFRIO,
Dr. Gunther HEISSEL,
Univ.-Prof. Dr. Helfried MOSTLER,
Institut für Geologie und Paläontologie, Universitätsstraße 4,
A-6020 Innsbruck.

Microfaunistic work was not done only for stratigraphic reasons but also to reconstruct the living-conditions in the particular facies-regions.

RIASSUNTO

L'area compresa tra le valli Rontal-Tortal (Alpi Calcareae Settentrionali, Monti di Karwendel, Tirolo, Austria) è stata oggetto di un rilevamento geologico di dettaglio che ha permesso di delimitare più precisamente la Coltre di Lechtal nei confronti dell'unità tettonica superiore (Zona a Scaglie di Karwendel). Si è tentato, in base a dati tettonici e di facies, di dare un quadro palinospastico delle varie unità tettoniche e di elaborare un nuovo modello della loro evoluzione soprattutto per quanto riguarda la Zona a Scaglie di Karwendel.

La sezione di Torscharte, compresa nel rilevamento suddetto, è stata sottoposta ad uno studio particolare. Uno dei caratteri litologici facilmente leggibili è la suddivisione in cinque unità con un ritmo di sedimentazione qualificante per l'intera sezione tanto da caratterizzare l'area che la comprende come zona di transizione per l'afflusso detritico proveniente dalla parte distale della scogliera e diretto verso il bacino.

L'esame delle microfaune ha perseguito non solo obiettivi stratigrafici ma dovrebbe anche contribuire ad una ricostruzione della situazione ecologica delle diverse zone caratterizzate da facies differenti.

INHALT

1. Problemstellung	56
2. Geologische Übersicht	57
2.1. Bisherige Ansichten zum geologischen Aufbau	57
3. Bemerkungen zum Profil Torscharte	58
4. Mikrofauna und deren stratigraphische Einstufung	64
5. Organismenverteilung	71
6. Tektonik	72
6.1. Allgemeines	72
6.2. Die Neuerkenntnisse über den geologischen Bau	75
6.3. Tektonische Rückformung und paläogeographische Rekonstruktion	77

Danksagung

Literatur

Tafelerläuterungen

1. Problemstellung

Im Unterschied zum Raum Martinsbühel-Plattleck westlich von Innsbruck (s. D. A. DONOFRIO, G. HEISSEL & H. MOSTLER, 1979) lag der Anstoß zur Bearbeitung der Partnachsichten im Tortal und Rontal nicht etwa in einer etwaigen fraglichen Position derselben. Die Zuordnung dieser Partnachsichten in den Südflügel der Mittenwalder Karwendelmulde der Lechtaldecke war, sieht man von der Ansicht von J. FRISCH (1975: 81) ab, in letzter Zeit eindeutig.

Der Grund für eine detaillierte Bearbeitung der Partnachsichten im Gebiet der Torscharte (s. Abb. 1, 2, 6) ist hingegen das großräumige Verzahnen von

Riff- und Beckensedimenten in diesem Bereich. Hierzu wurden mehrere Profile aufgenommen, von denen das Profil Torscharte in der vorliegenden Arbeit behandelt wird.

Im Zuge dieser Arbeiten zeigten sich Probleme mit der Abgrenzung der Lechtaldecke gegen Süden. Durch eine genaue Geländeaufnahme wurden alle derartigen Fragen einer Klärung zugeführt.

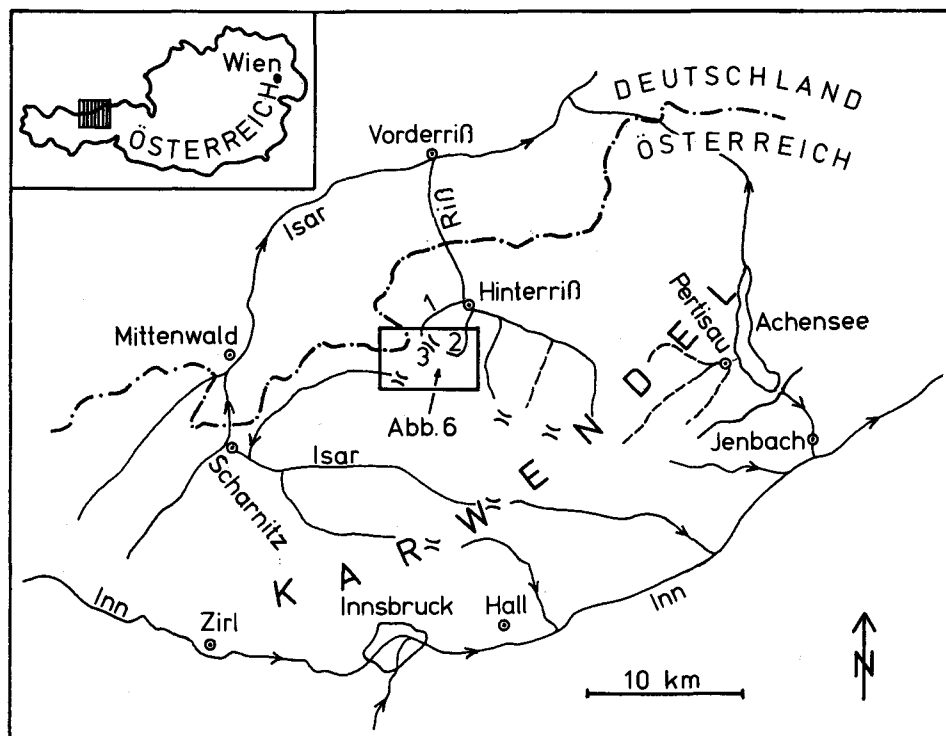


Abb. 1:

1 = Rontal, 2 = Tortal, 3 = Torscharte

2. Geologische Übersicht (s. a. Abb. 6)

Der Raum um die Torscharte liegt etwa auf halbem Weg zwischen dem Südrand und dem Nordrand der Nordtiroler Kalkalpen im Meridian von Innsbruck. Sieht man von zwei kleinen Vorkommen von vermutlichen Aptychenschichten westlich des Karwendelhauses ab, sind am geologischen Bau des Arbeitsgebietes lediglich unter- bis obertriadische Schichtglieder (von den Reichenhaller Schichten bis zum Hauptdolomit) beteiligt. Der Alpine Buntsandstein fehlt tektonisch. Unweit östlich des Arbeitsraumes sind obertriadische und jurassische Schichtfolgen relativ verbreitet, nördlich des Mahnkopfs wird auch Buntsandstein beschrieben.

2.1. Bisherige Ansichten zum geologischen Aufbau:

Bereits 1888 lieferte A. ROTHPLETZ eine recht genaue Karte des nördlichen Karwendelgebirges samt einem geologischen Querschnitt, der auch die Geologie im

Bereich der Torscharte zeigt. 1903 und später war es O. AMPFERER, der hier maßgebende geologische Arbeiten durchführte. Nach ihm ist das Karwendel tektonisch zweigeteilt, nämlich in die tiefere Lechtaldecke und die höhere Inntaldecke. Dieser Gliederung schlossen sich in der Folge alle weiteren Geologen an, wobei allerdings in der Frage der Autochthonie oder Allochthonie der Inntaldecke Uneinigkeit herrschte. Schon O. AMPFERER (z. B. 1903, 1928, 1929) konnte das Auftreten von mehreren Schuppen zwischen der im Norden aufgeschlossenen Lechtaldecke und der südlicheren Inntaldecke nachweisen. A. TOLLMANN (1970, 1976) ordnete einen Teil der Schuppen der Lechtaldecke zu (z. B. Falkschuppe), den Rest bezeichnete er als „Karwendel-Stirnschuppe der Inntaldecke“. G. HEISSEL (1976 a, b) kam zu ähnlichen Ergebnissen wie AMPFERER und TOLLMANN, doch zeigte sich im Zuge weiterer Aufnahmearbeiten, daß eine Zuordnung der einzelnen Schuppen zur einen oder anderen Decke vorerst unmöglich und unhaltbar war. Deshalb wurde als neutraler Begriff die Karwendelschuppenzone eingeführt. Sie schien als mittleres tektonisches Stockwerk eine vermittelnde Stellung zwischen Lechtaldecke und Inntaldecke herzustellen (s. G. HEISSEL, 1977, 1978, und Diss., sowie Abb. 10 der vorliegenden Arbeit).

War man sich bisher über die Nordgrenze der Inntaldecke oftmals uneinig, so zeigte sich in jüngster Vergangenheit, daß die Südgrenze der Lechtaldecke, also ihre Abgrenzung zur Karwendelschuppenzone einer Klärung bedurfte und teilweise heute noch bedarf (s. a. G. HEISSEL, in Druck). Es war gerade der Raum Rontal-Tortal, in dem sich die Lechtaldecken-Südgrenze in ihrem bisher angenommenen Verlauf nicht bestätigen ließ (s. a. Kapitel 6, Tektonik).

3. Bemerkungen zum Profil Torscharte (s. Abb. 2 und 3)

Im Gebiet der Torscharte wurde ein Profil durch die Partnachschichten aufgenommen. Bei überkippter Lagerung der Schichten liegt das Liegende des Profils im Süden (Reiflinger Bankkalke des Alpenen Muschelkalks), das Hangende im Norden (Wettersteinkalk, Raibler Schichten).

Das Torschartenprofil läßt sich zwanglos in 5 lithologische Einheiten (unit) untergliedern. Die basale Einheit (1) setzt sich aus einer Wechselfolge von Tonschiefern und Kalken zusammen, die zu gleichen Teilen am Aufbau dieser beteiligt sind. Typisch für die Abfolge ist der hohe Anteil an Knollenkalken; dünnbankige Kalke herrschen gegenüber dickbankigen vor, wobei erstere durch einen weitaus höheren unlöslichen Rückstand sich von den sehr reinen dickbankigen Kalken unterscheiden. Die Tonschieferhorizonte (member) sind fossilarm bis fossilleer und weisen örtlich einen Karbonatgehalt auf, der bis zu 30% betragen kann (Tonmergel).

In den meisten Fällen beginnt die Kalkentwicklung über einem Tonschieferhorizont mit einer fein-detritischen Schüttung; es handelt sich hierbei um Detritus, der von Flachwasserkalken stammt. Echte Anzeichen für Riffdetritus fehlen in der basalen Einheit. Gelegentlich sind auch größere Komponenten zu beobachten, die sich eindeutig als nichtriffogene Kalke des Flachwassers ansprechen lassen (Taf. 2, Fig. 2). Allerdings könnten diese Komponenten aus mud-mount-Ablagerungen beziehbar sein, die das unmittelbar Liegende von Riffen darstellen (Vorbereitungsphase von Riffen).

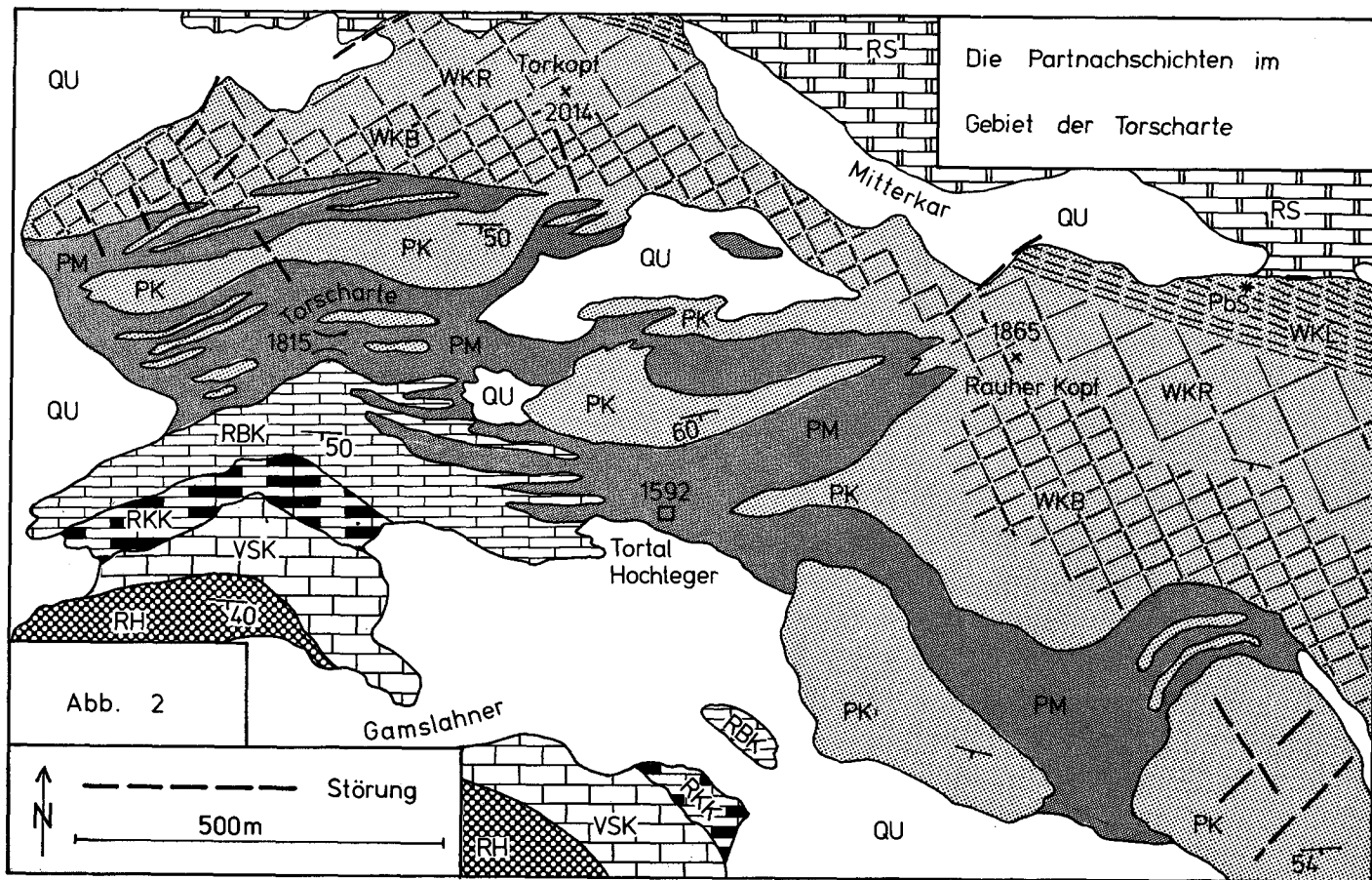
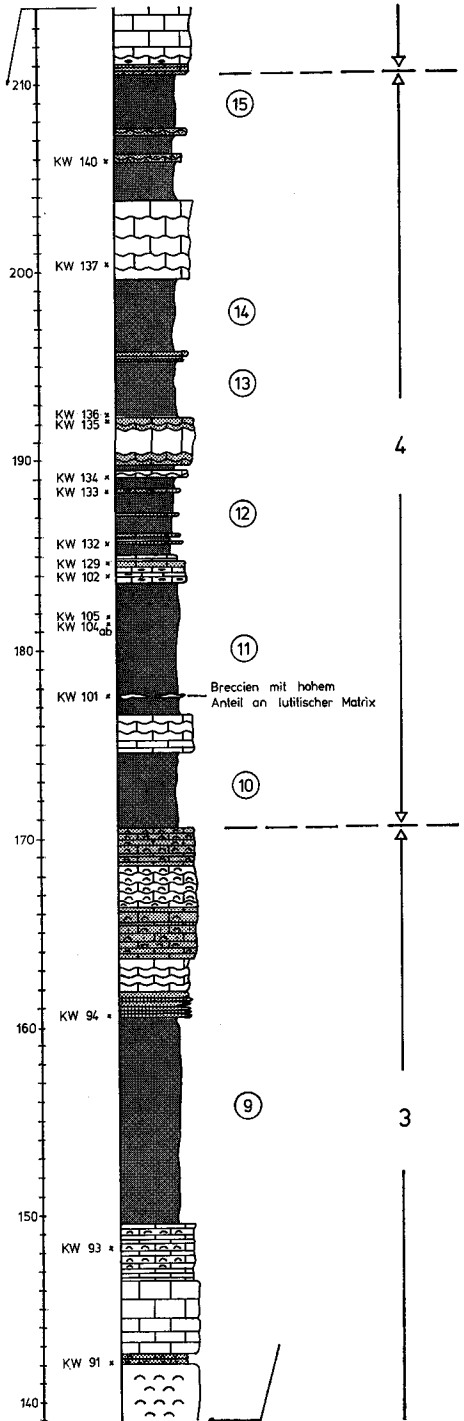
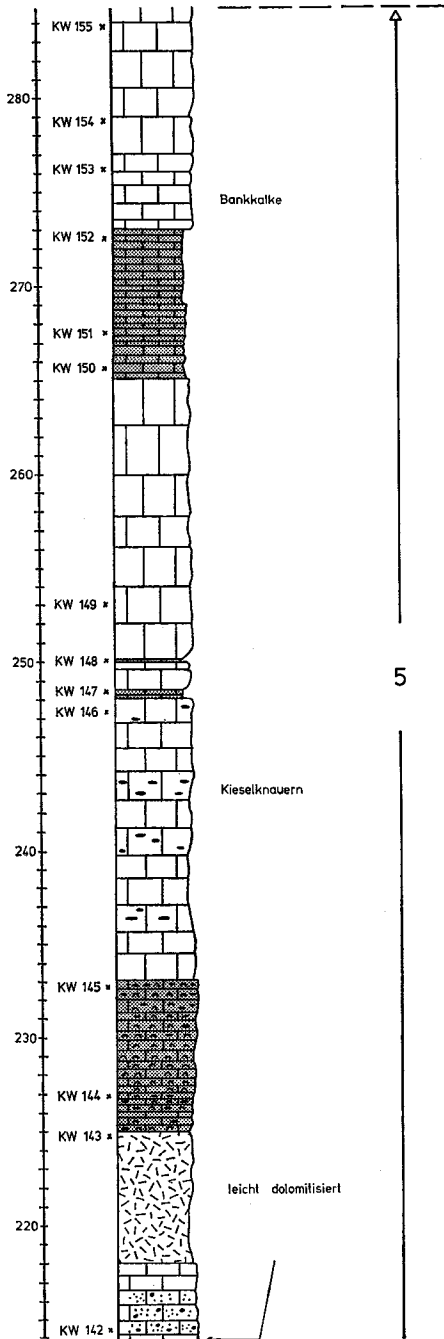


Abb. 2
Signaturen siehe Kapitel 6.1.

PARTNACHSCHICHTEN, PROFIL - TORSCHARTE / KARWENDEL



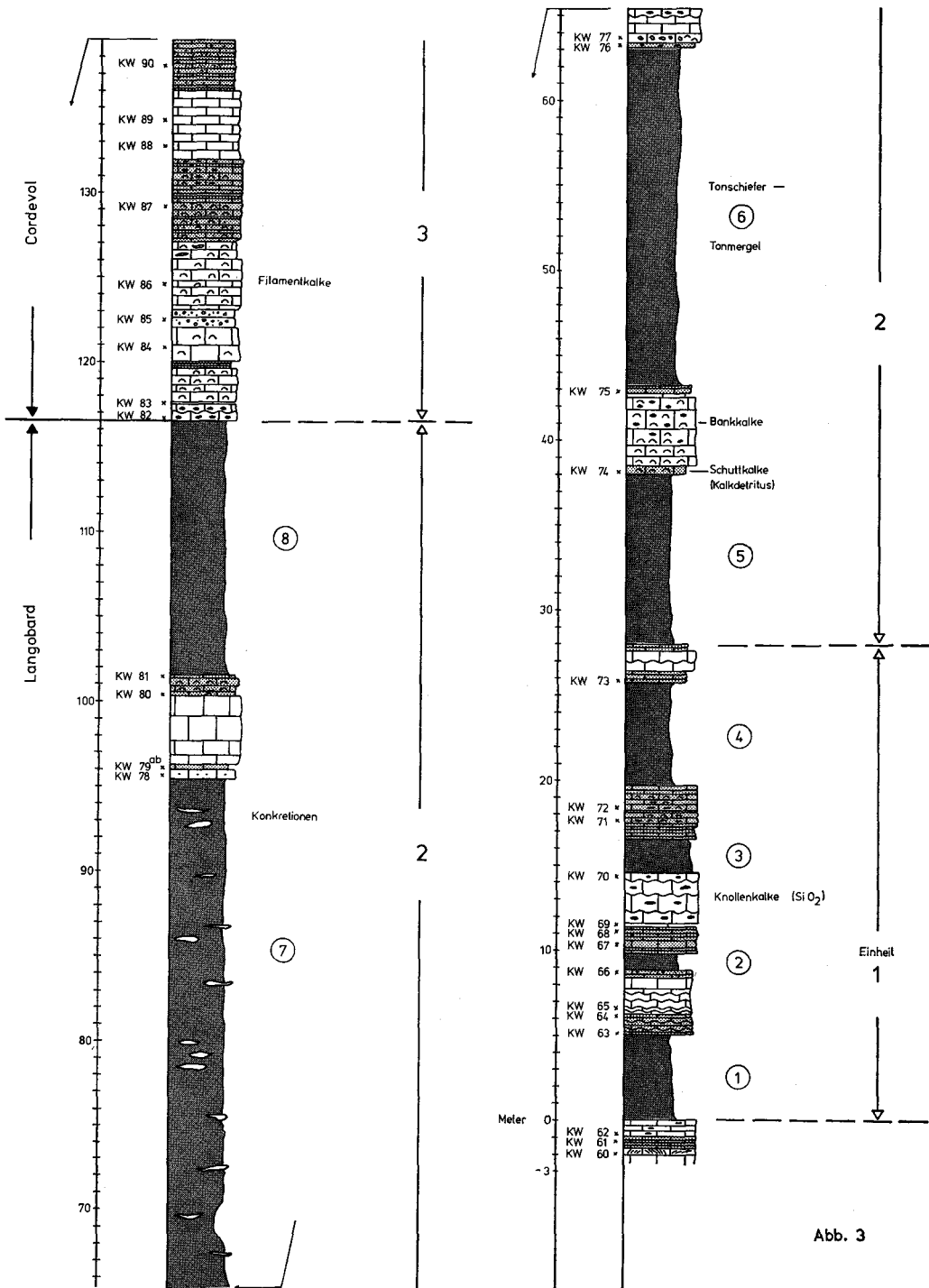


Abb. 3

Einheit 2 zeichnet sich durch vier sehr mächtige Tonschieferhorizonte aus, denen geringmächtige Kalke zwischengeschaltet sind. Auf die Tonschiefer fallen 73%, die Karbonate sind mit nur 27% vertreten. Von einer Bank abgesehen fehlen Knollenkalke; an ihre Stelle treten filamentführende Bankkalke, etwa den Reiflinger Bankkalke *sensu* BECHSTÄDT & MOSTLER, 1974, entsprechend.

Sehr ausgeprägt sind Kalkdetritusschüttungen, die über Tonschiefern einsetzen (Taf. 1, Fig. 3; Taf. 3, Fig. 3). Hier läßt sich zum ersten Mal der Nachweis führen, daß der Schutt aus dem Riff stammt. Neben dem meist gut aufbereiteten Kalkdetritus treten Breccienlagen auf, mit z. T. verschieden großen Komponenten, sowohl aus dem Riff als auch aus dem Becken stammend (Taf. 1, Fig. 1–2, 6). Die einzelnen Komponenten (wenige sehr große und sehr viele kleine) schwimmen in einer lutitischen Grundmasse und sind somit nicht unmittelbar geschüttet, sondern haben sich bezüglich der Dynamik einem Schlammstrom entsprechend verhalten. Ein Charakteristikum der Einheit 2 ist das Auftreten von Konkretionen im Tonschieferhorizont 7 (siehe Profil), womit belegt werden konnte, daß auch hier Karbonat im tonigen Sediment vorhanden war, daß sich auf diagenetischem Weg konzentrierte.

Einheit 3 ist durch die dominierende Vormacht des karbonatischen Anteils gekennzeichnet (80% Karbonat, 20% Tonschiefer). Über dem Tonschieferhorizont 8 setzt eine mächtige Karbonatgesteinsfolge ein, die wiederum mit Kalkdetrituslagen beginnt. In dieser Einheit sind Knollenkalke wiederum recht häufig. Zwischen den Knollenkalke sind dünnbankige Filamentkalke mit örtlich starker Anhäufung von Filamenten eingeschaltet (Taf. 2, Fig. 3). Bedingt durch wühlende Organismen wird das an sich gut separierte autochthone Beckensediment mit dem geschütteten allochthonen Sediment im Zuge eines vielphasigen Bioturbationsprozesses vermengt (Taf. 2, Fig. 4). In den seltensten Fällen kann man den einzelnen Phasen der Verwühlung noch nachspüren (Taf. 3, Fig. 2). Wenn man von den fecal pellets (*Bactryllium*) in den Tonschiefern absieht, konnte in keinem Bereich der sichere Nachweis von Crustaceen-Kotpillen, etwa vom Typ *Favreina*, geführt werden. Es war nicht möglich, die in den Stopfgängen dicht gepackten fecal pellets einer bestimmten Tiergruppe zuzuordnen (Taf. 1, Fig. 4; Taf. 3, Fig. 2).

Obwohl die Einheit 4 zu 70% aus tonigen Sedimenten besteht, und somit dem Tonschiefer/Karbonat-Verhältnis der 2. Einheit entspricht, ist diese durch die enge Wechsellagerung von Kalke und Tonschiefern besonders gekennzeichnet. Die tonige Sedimentation wird immer wieder durch Schüttungen (geringmächtig) unterbrochen. Verbunden mit den Schüttungen sind z. T. auch stärkere Strömungen, die den bereits abgelagerten Feinschutt umlagern, und somit Kalkbänke mit Schrägschüttungskörpern aufbauen (Taf. 3, Fig. 4), die ihrerseits wiederum von der nächstfolgenden Schüttung gekappt werden können.

Schlammstromartige Körper treten nun unmittelbar in den tonigen Schichten auf, die wohl auf das Zergleiten der geringmächtigen Kalklagen in dem an sich plastischen Material zurückgehen, und verbunden mit Schüttungen aus dem Riff (Grobkomponenten) zu polymikten Breccien (aus Beckensedimenten und Riffdetritus bestehend) werden (z. B. KW 101 im Profil).

Mit den Riffschuttlagen, die sich nun zusehends mehren, jedoch eher geringmächtige Körper aufbauen, kommt nun auch vor allem viel Material aus der

Riffhalde, insbesondere der Schutt von Biogenen, so besonders solcher von Echiniden (Taf. 2, Fig. 1), Gastropoden (Taf. 1, Fig. 5) und Crinoiden.

Die letzte und somit 5. Einheit wird nur mehr aus Karbonatgesteinen zusammengesetzt, wobei die dünnbankigen Schichtfolgen mehr dem autochthonen Sediment entsprechen, obwohl auch diese von feindetritären Schüttungen tangiert werden (Taf. 3, Fig. 1).

Mit dieser Einheit, in der Tonschiefer fehlen, tritt dem kartierenden Geologen ein Karbonatgesteinskomplex entgegen, der nach den megaskopischen Merkmalen einem gut gebankten Wettersteinkalk entspricht, jedoch aufgrund seiner Entstehung im Becken nicht so ohne weiteres in die Definition des Wettersteinkalkes eingebracht werden kann. Man unterscheidet einen Wettersteinvorriffkalk, einen Wettersteinriffkalk und jenen der Lagunenfazies als Wettersteinbankkalk. Unter Vorriffkalk ist jener gemeint, der sich ausschließlich aus Riffschutt zusammensetzt, und damit jenem Bereich entspricht, der von uns als proximaler Riffschutt bezeichnet

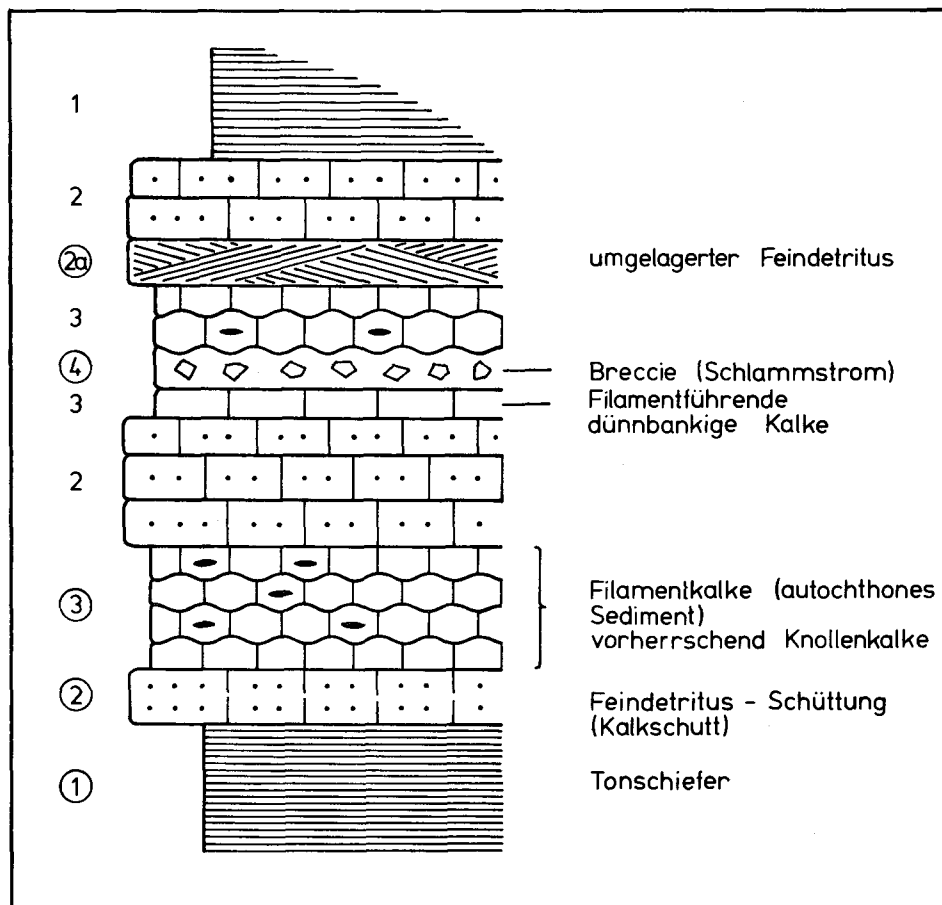


Abb. 4

Genereller Sedimentationsablauf, wie er sich mehrmals über das gesamte Profil vollzieht.

wird. Im Falle Torscharte jedoch handelt es sich eindeutig bei den dünnbankigen Kalken um autochthone Beckensedimente, die mit dem Riffschutt (distaler Bereich) wechsellagern, und damit eigentlich als Partnachkalke angesprochen werden müßten. Im Zuge der Redefinition durch BECHSTÄDT & MOSTLER, 1974, versteht man unter Partnachkalk nur jenen Kalk, der den Partnachtonschiefen zwischengeschaltet ist, und unter Reiflinger Bankkalk jenen Teil, der von der karbonatischen Beckenentwicklung zum Wettersteinriffkalk vermittelt. Konsequenterweise müßte man den die Einheit 5 aufbauenden Bankkalk als Reiflinger Bankkalk bezeichnen, eine für den kartierenden Geologen relativ schwierige Situation, zumal man zwei Reiflinger Bankkalke sehr unterschiedlichen Alters in der geologischen Karte aushalten müßte (Reiflinger Bankkalk des Fassans und Reiflinger Bankkalk des hohen Cordevols). Um die genannte Problematik für das Gelände zu lösen, wurde bei der Aufnahme der geologischen Karte (Abb. 2 und 6) die Einheit 5 als Wettersteinkalk (Verzahnungsbereich Beckensedimente mit distalem Riffschutt) (= WKB) ausgeschieden.

4. Mikrofauna und deren stratigraphische Einstufung

Mit Ausnahme der Foraminiferen, Ostracoden und Scolecodonten wurde die gesamte Mikrofauna bearbeitet. Vorangestellt sind die stratigraphisch gut verwertbaren Mikrofossilien wie Conodonten, Holothuriensklerite und Mikroproblematika. Da die sonst stratigraphisch sehr gut verwertbaren Schwebcrinoiden infolge Fehlens von gut erhaltenen Centrodorsalen, bedingt durch eine sehr starke Korrosion, nicht artlich bestimmt werden konnten, werden sie pauschaliter nur als Roveacriniden ausgewiesen; analog wurde mit den polyänen Kalkspiculae verfahren.

Über die Verteilung der einzelnen Mikrofossilgruppen informiert die Tabelle 1.

Conodonten

Chirodella dinodoides (TATGE)

Enanthiognathus petraeviridis (HUCKRIEDE)

E. zieglerei (DIEBEL)

Gladigondolella malayensis NOGAMI

G. tethydis (HUCKRIEDE)

Gondolella excelsa (MOSHER)

G. navicula HUCKRIEDE

G. noah (HAYASHI)

G. polygnathiformis BUDUROV & STEFANOV (Übergangsform von *G. noah*)

Hibbardella magnidentata (TATGE)

Hindeodella (Metaproniodus) pectiniformis HUCKRIEDE

H. (M.) suevica (TATGE)

Metapolygnathus cf. *diebeli* KOZUR & MOSTLER

M. hungaricus (KOZUR & VEGH)

M. mungoensis (DIEBEL)

M. cf. japonicus (HAYASHI)

Ozarkodina saginata HUCKRIEDE

Prioniodina (Cypridodella) venusta HUCKRIEDE

Pr. (C.) muelleri (TATGE)

Pr. tatica (ZAWIDZKA)

KW Torscharte	CORDEVOL												
	Foraminiferen	Radiolarien	Poriferenspiculae	Anneliden	Gastropoden	Ostracoden	Schwebcrinoiden	Ophiuren	Echiniden	Holothurien	Fischreste	Conodonten	Mikroproblematika
92	-	-	x	-	-	-	x	-	-	x	-	x	-
91	-	x	-	-	-	x	x	x	-	x	-	-	-
90	-	-	x	x	-	x	-	-	-	x	x	-	-
89	x	x	-	-	-	x	x	-	-	x	-	-	-
88	x	x	x	-	-	-	x	x	x	-	-	-	x
87	x	x	x	x	-	x	x	x	-	x	x	x	x
86	x	x	x	-	-	-	x	-	-	-	x	x	-
85	x	x	-	-	-	x	x	x	x	x	x	x	-
84	x	x	x	-	-	x	x	-	-	-	-	-	-
83	x	-	-	-	-	x	x	x	x	-	-	-	-
82	-	-	-	-	-	-	x	x	-	-	-	-	-
81	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
80	-	-	-	-	-	x	x	-	x	x	-	x	x
79a	x	-	-	-	-	x	x	-	-	-	-	x	-
79b	-	-	x	-	-	-	x	x	-	x	-	x	x
78	x	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
77	-	-	-	x	-	-	-	-	-	-	-	-	-
76	x	-	-	-	-	-	x	-	-	-	-	-	-
75	x	-	x	-	-	x	x	x	-	x	-	x	x
74	x	x	x	-	-	-	x	x	x	x	-	-	x
73	-	-	x	-	-	-	x	-	x	-	-	-	-
72	x	-	-	-	x	-	x	x	-	-	-	-	-
71	x	-	x	x	-	-	x	x	x	x	-	x	-
70	x	-	x	x	-	x	x	x	-	x	-	x	-
69	-	x	-	-	-	x	-	-	-	-	x	-	-
68	x	x	x	-	-	x	x	x	x	x	-	x	-
67	x	x	x	x	-	x	x	x	x	x	-	-	-
66	-	x	x	x	-	x	x	x	-	x	x	x	-
65	x	-	-	-	-	-	x	-	-	-	x	-	-
64	-	-	x	-	-	-	x	x	-	x	-	-	-
63	-	-	-	-	-	-	x	-	-	-	x	-	-
62	-	-	-	-	-	-	x	-	-	-	-	-	-
61	-	-	-	x	-	x	-	-	-	-	-	-	-
60	-	-	-	x	-	-	-	-	-	-	-	x	-

Tabelle 1 (I)

CORDEVOL		KW Forscharte	Foraminiferen	Radiolarien	Poriferenspiculae	Anneliden	Gastropoden	Ostracoden	Schwebcrinoiden	Ophiuren	Echiniden	Holothurien	Fischreste	Conodonten	Mikroproblematika
155		-	-	X	-	-	-	-	X	X	-	X	X	X	X
154		-	-	X	-	-	-	-	X	X	X	X	X	X	X
153		-	-	X	-	-	-	X	X	X	-	-	-	-	-
152		-	-	X	-	-	-	X	X	X	-	X	-	-	-
151		-	X	X	-	-	-	-	X	X	-	X	-	X	-
150		-	-	X	-	-	-	X	X	-	-	X	-	-	-
149		X	-	X	-	-	-	-	X	X	-	X	-	-	-
148		X	-	-	-	-	-	-	X	-	X	-	X	-	X
147		-	-	X	-	X	-	X	-	X	-	-	-	-	-
146		-	-	-	-	-	-	-	X	-	-	-	-	-	-
145		-	-	-	-	-	-	-	-	-	X	-	-	-	-
144		-	X	X	-	-	-	-	X	-	-	X	-	-	-
143		-	-	X	-	-	-	X	X	X	-	-	-	-	-
142		X	X	-	-	-	-	-	X	-	-	X	-	X	X
140		X	-	-	-	X	-	-	X	-	-	-	-	-	-
137		-	X	-	-	X	X	-	X	X	X	X	-	-	-
136		-	-	-	-	-	-	-	-	-	X	-	-	-	-
135		X	X	X	-	X	-	X	X	-	-	X	-	-	-
134		X	X	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
133		X	-	-	-	-	-	X	-	X	-	-	-	-	-
132		-	-	X	-	-	-	-	X	-	-	-	-	-	-
131		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
130		-	-	X	-	X	-	-	-	X	-	X	-	X	-
129		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
102		-	-	-	-	-	-	X	X	-	-	X	-	-	-
104		X	-	-	-	X	X	-	-	X	X	-	-	-	-
101		X	-	-	-	-	-	X	X	X	X	-	-	-	-
100		X	-	X	-	-	-	X	-	X	X	-	-	X	-
99		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
98		X	-	-	-	-	-	X	-	X	X	X	X	-	-
97		X	-	-	X	-	-	X	-	X	-	-	X	-	-
96		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
95		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
94		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
93		X	-	-	-	-	-	-	X	-	-	X	-	-	X

Tabelle 1 (II)

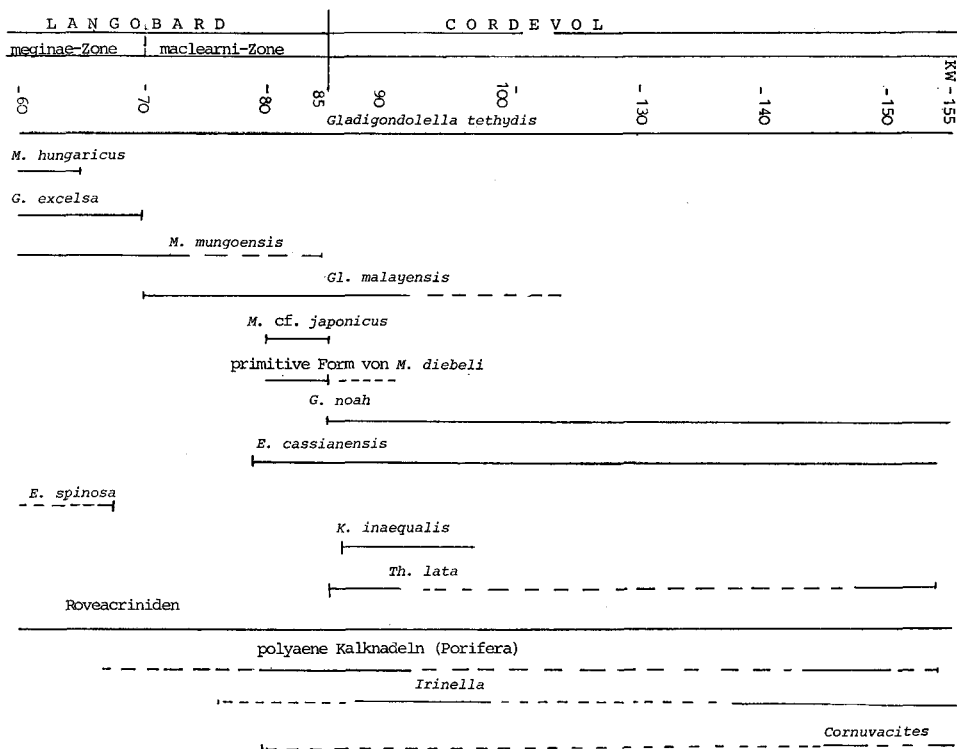


Tabelle 2

Aufgrund der Conodonten setzt die Partnachtschieferentwicklung des Tor-schartenprofils im Vergleich zu anderen Profilen erst im höheren Teil der meginiae-Zone * (Langobard) ein, zumal *M. hungaricus* unmittelbar über dem ersten Ton-schieferhorizont zum letzten Mal auftritt.

Mit dem Erlöschen von *G. excelsa* und erstmaligen Auftreten von *Gl. malayensis* läßt sich der Grenzbereich zwischen meginiae-Zone und maclearni-Zone sehr gut erfassen. Auffallend ist das auf einen kurzen Bereich beschränkte Vorkommen von *M. cf. japonicus* und einer primitiven Form von *M. diebeli* im höchsten Langobard, während *G. noah*, eine Art, die man bisher zu *G. polygnathiformis* stellte *, mit Beginn des Cordevols einsetzt. Die nun sehr eng gefaßte *G. polygnathiformis* konnte nur einmal im Profil nachgewiesen werden und wurde aus diesem Grund nicht mit in die Tabelle 2 aufgenommen.

Bemerkungen zu einigen Conodontenarten

Nach KOVÁCS & KOZUR, 1980, ist der Holotypus von *G. polygnathiformis* BUDUROV & STEFANOV durch eine gerade verlaufende Oberseite der Carina gekennzeichnet. Von den meisten Autoren jedoch wurde unter *G. polygnathiformis* jene Form verstanden, die eine stark aufsteigende Carina aufweist, die jedoch

* nach KOVÁCS & KOZUR, 1980

bestens mit *G. noab* (HAYASHI) übereinstimmt. Nur in einem Fall wurde eine Form gefunden, die einigermaßen mit dem Holotypus von *G. polygnathiformis* übereinstimmt (siehe Taf. 4, Fig. 11), und als Übergangsform zwischen *G. noab* und *G. polygnathiformis* ausgewiesen wurde. Eine recht extreme Form von *G. noab* ist auf Taf. 5, Fig. 14 abgebildet, die durch eine scharfe Kante an der Stelle, wo die Plattform abrupt schmaler wird, gekennzeichnet ist. Die eben erwähnte Kante zeigt den Ansatz eines Knotens und somit gewisse Ähnlichkeit zu *Gondolella leveni* KOZUR, MOSTLER & PJATAKOVA.

Im gesamten Profil konnten im Gegensatz zu anderen Profilen durch Partnachschichten keine sicher ansprechbaren Formen von *M. diebeli* gefunden werden, sondern nur sehr primitive Formen (siehe Taf. 5, Fig. 3).

Ebenso entspricht die unter *M. cf. japonicus* laufende Form nicht ganz dem gewohnten Typus, es fehlt vor allem das deutlich spitz entwickelte Hinterende der Plattform (siehe Taf. 5, Fig. 8 und 9).

Holothuriensklerite

- Acanthotheelia triassica* SPECKMANN
Calclamna germanica FRIZZELL & EXLINE
C. nuda (MOSTLER)
Eocaudina cassianensis FRIZZELL & EXLINE
E. spinosa MOSTLER
Kuebnites acanthoheeloides MOSTLER
K. inaequalis MOSTLER
Kuebnites sp.
Praeuephronides multiperforatus MOSTLER
Priscopedatus triassicus MOSTLER
Staurocumites bartensteini FRIZZELL & EXLINE
Tetravirga imperforata FRIZZELL & EXLINE
T. perforata MOSTLER
Theelia immissorbicula MOSTLER
Tb. lata MOSTLER
Tb. cf. multiplex SPECKMANN
Tb. planata MOSTLER
Tb. planorbicula MOSTLER
Tb. polydentata MOSTLER & PARWIN
Tb. undata MOSTLER

Stratigraphisch gut verwertbar sind *E. cassianensis* und *E. spinosa*; diese tritt zum letzten Mal im mittleren Langobard auf, während *E. cassianensis* bereits im hohen Langobard einsetzt, massenhaft aber erst im Cordevol verbreitet ist. Bemerkenswert ist das Auftreten von *Tb. polydentata* im hohen Cordevol, da diese Form bisher nur aus dem hohen Cordevol der Hallstätter Kalke des Siriuskogels nachgewiesen wurde (MOSTLER & PARWIN, 1973). Wichtig für die Grenzziehung Langobard und Cordevol sind die häufig vertretenen Arten wie *K. inaequalis* und *Tb. lata*, die innerhalb der Nördlichen Kalkalpen immer nur aus dem sicheren Cordevol (ab basalem Cordevol) nachgewiesen werden, und auch hier, kontrolliert durch Conodonten, erst ab dem Cordevol auftreten.

Bemerkungen zu einzelnen Formen von Holothurienskleriten

Zum ersten Mal konnte ein Exemplar einer Form nachgewiesen werden, das *Theelia multiplex* sehr ähnelt. Jedoch muß eine sichere Zuordnung zu dieser Art offen bleiben. Bisher wurden nämlich *Theelia multiplex* SPECKMANN und *Theelia tuberculata* KRISTAN-TOLLMANN nur aus den Südalpen bzw. jenem Bereich, der mit den Südalpen einer Faunenprovinz zuordenbar ist, bekanntgemacht.

Ebenso auffallend ist eine Theelienart, die durch kleine dornenartige Fortsätze am Felgenrand eher an *Acanthotheelia* erinnert und starke Ähnlichkeit mit *Theelia zankli* KOZUR & SIMON aufweist. Bei *Th. zankli* handelt es sich um eine Form, die bisher noch nicht aus den Nördlichen Kalkalpen bekannt war. Nachdem es sich auch hier nur um ein einziges Exemplar handelt, soll von einer sicheren Zuordnung zu *Th. zankli* Abstand genommen werden.

Th. cf. doreckae KOZUR & MOSTLER (Taf. 5, Fig. 10) stimmt zwar recht gut mit der genannten Art überein, unterscheidet sich aber von dieser nicht nur durch die völlig plane Nabe, sondern die gesamte Unterseite des Rädchens ist plan und entspricht in diesem Merkmal mehr einer *Theelia planata*.

Es würde hier zu weit führen, das Problem des Formenkreises um *Kuebnites* ausdiskutieren (darüber soll eine ausführliche Studie, die in Vorbereitung steht, informieren). Jedoch sei hier festgehalten, daß alle Übergänge von *Acanthotheelia* über *Kuebnites* bis zu *Eocaudina* schrittweise verfolgt werden konnten. So stellen die auf Taf. 4, Fig. 5; Taf. 5, Fig. 4 und 12, zwar stark umkristallisierte und korrodierte Sklerite dar, aber doch einwandfrei *Kuebnites* mit deutlichem Umschlag zuordenbar, während Fig. 6 auf Taf. 5 (keine Spur eines Umschlags, der auf eine ursprüngliche Felge zurückgeht) *Eocaudina spinosa*, ein Endglied der schon von MOSTLER, 1968, diskutierten Reihe, darstellt. Daß nicht jeder Umschlag aus einer Felge eines Rädchens hervorgehen muß, zeigt Fig. 12 der Taf. 4 (eine Form von *Kuebnites*, die möglicherweise einer neuen Art zugeordnet werden muß).

Acanthotheelia triassica SPECKMANN ist in der langobardisch/cordevolischen Schichtfolge weit verbreitet. Auf Taf. 5, Fig. 2 und 11, sind extreme Formen dargestellt, während das in Fig. 5 abgebildete Exemplar noch der typischen Form dieser Art entspricht (es schalten sich zu den sechs kräftigen, über den Speichenzwischenräumen entwickelten Dornen noch weitere vier kleine Dornen ein). Auf Taf. 5, Fig. 11, ist eine Form mit extrem langen, kräftigen Dornen, deren Länge das Doppelte der Speichenlänge beträgt, abgebildet, die schon stark an eine Form erinnert, die von KOZUR & MOCK, 1972, als *Acanthotheelia helios* beschrieben wurde. Aufgrund der Sechszahl der Speichen wurde diese als Extremform noch zu *A. triassica* gestellt. Eine *A. triassica* mit Speichenaufspaltung wurde auf Taf. 5, Fig. 2, dargestellt; sie leitet bereits zu jener Gattung über, die dem Formenkreis von *Kuebnites* angehört. Hier stellt sich die Frage, inwieweit es tatsächlich sinnvoll ist, jene Siebplatten, die sich aus Rädchen entwickeln, und noch eine deutliche Nabe erkennen lassen, zu *Schizotheelia* KRISTAN-TOLLMANN, 1973, und diejenigen, die sich ebenfalls aus Rädchen entwickeln, aber keine Nabe mehr erkennen lassen, zu *Kuebnites* MOSTLER, 1969, zu stellen.

Poriferen

Während in den unlöslichen Rückständen Kieselspiculae fehlen (diese wurden sekundär calcifiziert), konnten innerhalb des Profils dünne Bänke ausgehalten werden, die infolge des sehr hohen Spiculaeanteils als Spiculite anzusprechen sind. Nur in einem Fall war es möglich, begünstigt durch eine ideale Schnittlage, eine triaene Schwammnadel (wahrscheinlich dem *Orthodichotriaen* zuordenbar) nachzuweisen, ein Spiculactypus, der auf jeden Fall auf Kieselschwämme zurückgeht, wodurch gesichert ist, daß die Spiculite sich im wesentlichen aus calcifizierten Kieselnadeln zusammensetzen. Während generell im Langobard Kieselschwämme selten sind (MOSTLER, 1976), so wäre es doch auffallend, daß im cordevolischen Anteil des Profils, das außerdem reich an Kieselsäureknauern ist, die in allen Becken zu dieser Zeit weit verbreiteten Kieselschwämme nicht vorhanden wären. Außerdem ist anzunehmen, daß die Kieselknauern auf Umverteilung der Kieselsäure zurückgehen, die von Radiolarien und Kieselschwämmen stammt.

Spiculae der Kalkschwämme sind relativ spärlich vertreten; neben tridentaten Nadeln sind es bereits auf der höheren meginae-Zone polyaene Kalkspiculae, die aber gehäuft erst im Cordevol auftreten, und somit stratigraphisch recht gut brauchbar sind (MOSTLER & PARWIN, 1973; DONOFRIO et al., 1979).

Anneliden (Scolecodonten)

Sie wurden bisher nur im Torscharten-Profil nachgewiesen.

Kleingastropoden

Nur vereinzelt schwach trochispirale Formen; nicht näher bestimmbar.

Ostracoden

Sehr häufig vertreten; allerdings meist nur in Form von Steinkernen. Wenig gut erhaltene sind grob skulpturiert.

Crinoiden

Sessile Crinoiden fehlen im Becken, während sie auf der Riffhalde recht häufig in Erscheinung treten.

Ophiuren

Im Vergleich zu analogen Beckensedimenten sind die Ophiuren sowohl im Langobard als auch im Cordevol im Torschartenprofil häufig vertreten. Allerdings handelt es sich fast ausschließlich um *Lateralia*, was am ehesten auf eine Frachtsonderung zurückzuführen sein dürfte. Ventralschilde und Wirbel sind spärlich vertreten und nur einmal konnten zwei Kronenstacheln nachgewiesen werden.

Echiniden

Relativ häufig; alle aus dem Bereich der Riffhalde eingeschwemmt. Neben vielen Stacheln und Pedicellarien treten vor allem Ambulacralplatten, z. T. zerbrochen, und untergeordnet Rosetten der Ambulacralfüßchen auf. In Becken sind Echiniden generell zur Zeit des Langobards und Cordevols ausgesprochen selten oder überhaupt nicht vertreten.

Asteriden

Fehlen; bisher wurden solche nur aus dem riffnahen Becken an der Martinswand bei Innsbruck nachgewiesen (Plattleck).

Fischreste

Vorherrschend Zähnchen (*Saurichtys* und *Colobodus*) und selten Placoidschuppen.

Mikroproblematika

Neben den häufig verbreiteten Arten von *Irinella* und *Cornuacites* sind sporadisch auch Formen der Gruppe *Erinea* und *Venerella* vertreten. Völlig überraschend war der Nachweis von *Irinella* im hohen Langobard, da diese Form bisher ohne Ausnahme nur ab dem Cordevol bekannt war, d. h. als sehr gute Stütze für die Langobard/Cordevol-Grenzziehung herangezogen wurde.

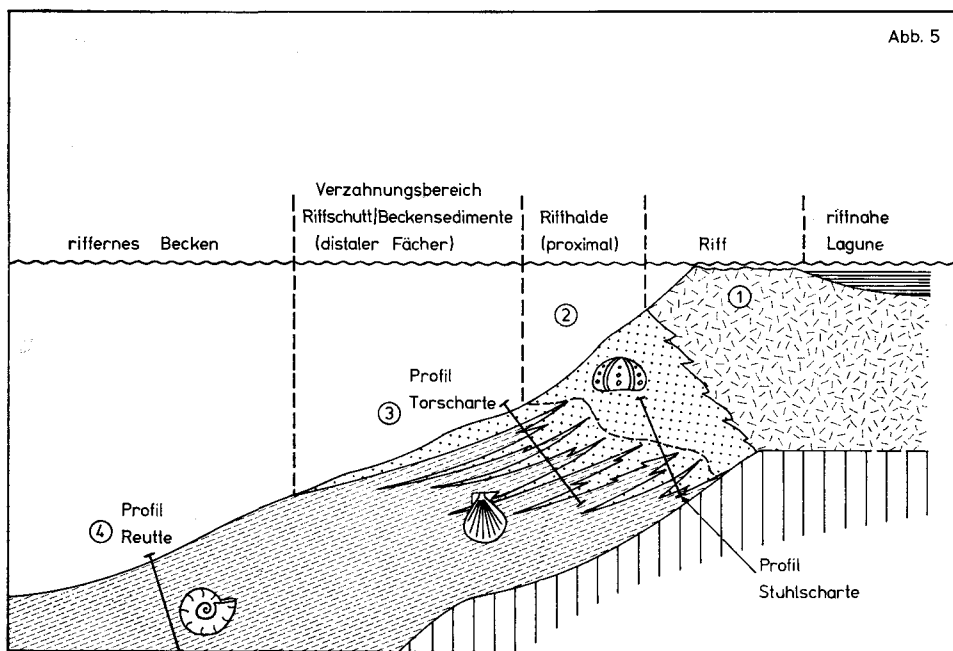
5. Organismenverteilung im Bereich der proximalen Riffhalde bzw. im Verzahnungsareal zwischen Riffhalde und Becken sowie des riffernen Beckenbereichs (Versuch einer Rekonstruktion aufgrund der Faunenanalyse)

(s. Abb. 5)

Aussagen über die Riffstruktur sind nicht möglich; hiezu fehlen auch die nötigen Studien. Auf der Riffhalde findet sich eine ganze Reihe von Riffgerüstbildern, unter denen ungegliederte Kalkschwämme, Solenoporaceen und porostromate Blaualgen sowie Mikroproblematika, insbesondere *Tubiphytes*, sehr häufig auftreten, während Korallen, Hydrozoen und gegliederte Kalkschwämme so gut wie fehlen. Dieser aus dem Riff stammende Schutt baut den proximalen Teil des Riffschuttareals auf, der besonders den Echiniden, aber auch den Crinoiden als Lebensraum diente, die somit zu den wichtigsten nachweisbaren Riffhaldebewohnern zu zählen sind. Weiters siedelten hier auch Brachiopoden und Gastropoden, die im blockigen Schutt Kleinhöhlen und Nischen als Lebensraum nutzten; z. T. sind auch die Holothurien als Bewohner der proximalen Riffschuttbereichs mit anzuführen.

Sobald man den proximalen Riffschutt verläßt, verändert sich die Organismenzusammensetzung sehr einschneidend. Dies hängt damit zusammen, daß, wie aus Abb. 5, Bereich 3, hervorgeht, sich im Verzahnungsbereich zwischen Riffschuttächer und eigentlichem Beckenraum wenigstens zeitweise bereits autochthones Beckensediment aufzubauen vermag. Dies spiegelt sich auch in der Mega- und Mikrofauna wieder. So ist vor allem das häufige Vorkommen von Daonellen bemerkenswert (z. T. Massenvorkommen). Die in der Riffhalde so reichlich vertretenen Echiniden fehlen völlig. Dafür nehmen die Holothurien, was die Artenvielfalt betrifft, zu. Die Poriferen des tieferen Wassers (sowohl Kiesel- als auch Kalkschwämme) finden hier einen günstigen Lebensraum, was besonders gut an den öfters auftretenden Spiculiten ablesbar ist. Allerdings sind diese Poriferen eben noch artenarm. Die Ostracoden selbst sind ihrem Schalenbau nach noch relativ robust entwickelt (knotenreiche, dickschalige Formen). Häufiges Auftreten von Scolecodonten in Verbindung mit dem Vorherrschen von Flachwasserholothurien, die zum tieferen Wasser vermitteln, ist auffallend.

Randlich wird der distale Riffschuttächer bereits von Planktonten besiedelt. Schwebcrinoiden und Radiolarien sind in diesem Bereich noch relativ spärlich vertreten.



Versucht man, sich aus dem Dargelegten ein Bild über die Wassertiefe zu machen, kann man aufgrund der Scolecodonten, Poriferen, dickschaligen Ostracoden, etwa eine Wassertiefe zwischen 50 und 150 m anführen; mit den Holothurien kann man die Wassertiefe etwas besser in den Griff bekommen, zumal Formgattungen wie *Praeuphronides* und *Kuebnites*, beides Tiefwasserformen, vertreten sind, die, an heutigen Holothurien-Tiefenverteilungskurven orientiert, aus dem völlig undurchlichteten Bereich bis etwa 250 m Wassertiefe heraufreichen können (siehe hierzu MOSTLER, 1977).

Mit dem Profil von Reutte ist man bereits in dem vom Riff unbeeinflussten Becken (Bereich 4), das sich wiederum recht gut vom distalen Riffschuttbereich bzw. vom Randbecken abhebt. Einmal ist dieses Profil reich an Ammoniten. Das Plankton nimmt mengenmäßig schlagartig zu (massenhaft Roveacriniden und Radiolarien). Die Anzahl der Tiefwasserholothurien (*Praeuphronides*, *Stichopitella*, *Kuebnites*, Eocaudinen des Tiefwassers) nimmt abrupt zu, vor allem gesellen sich zu diesen vereinzelt bereits psychrosphärische Ostracoden. Die bisher nicht erwähnten Conodonten sind in diesem Abschnitt sehr spärlich vertreten. Vor allem sind nun auch die typischen Tiefwasserspongien weit verbreitet. Danach müssen wir für das rifferne Becken mit Wassertiefen rechnen, die von 250 m bis in die Psychrosphäre, also unter 500 m, hinunterreichen.

6. Tektonik

6.1. Allgemeines

Schon O. AMPFERER (z. B. 1903, 1912, 1928, 1929) erkannte den ausgeprägten nordvergenten Bau der Mittenwalder Karwendelmulde (überkippte bis inverse

Schichtfolge im Südflügel). Südlich dieser Synklinale treten mehrere Schuppen auf. Ihre Zahl ist regional verschieden. Betrachtet man den Bau zwischen Bärälpl und Laliderertal, so zeigt sich, daß viele dieser Schuppen ebenfalls eine überkippte bis inverse Schichtlagerung besitzen, und zwar jene Schuppen mit einer Schichtfolge von den Reichenhaller Schichten bis in den Wettersteinkalk. Der Schichtbestand der restlichen Schuppen besteht bei aufrechter Lagerung aus Hauptdolomit und jüngeren Gesteinen. AMPFERER (1928, 1929, 1942, 1944) glaubte, hier typische Reliefüberschiebungen nachweisen zu können. Die Schuppen mit überkippter bis inverser Schichtlagerung wären demnach im Erosionsrelief der Lechtaldecke hängen gebliebene Teile der Inntaldecke.

Nach O. AMPFERER (1912, 1924) und W. HEISSEL (1958) verläuft die Südgrenze der Lechtaldecke von West nach Ost im zur Diskussion stehenden Gebiet von der Steinlochscharte über die Torscharte, durch das obere Tortal, über die Stuhlscharte und durch die Steinrinne hinunter ins Johannestal und von dort durch eine Rinne südlich am Risser Falk vorbei zum Laliderertal. Somit würden die Partnachschichten auf der Torscharte und der Stuhlscharte als südlichste Gesteine der Lechtaldecke direkt an deren Deckensüdgrenze liegen.

Nach A. TOLLMANN liegt in diesem Gebiet die Grenze der Lechtaldecke etwas südlicher, und zwar verläuft sie demnach vom Bärälpl gegen Osten durch die Nordwände der Nördlichen Karwendelkette entlang der Obergrenze des von allen Autoren beschriebenen charakteristischen Bandes von Reichenhaller Schichten bis knapp nördlich der Grabenkartürme. Ab hier zieht die Deckengrenze durch die Torwände zum Gipfel 2180 und durch die Lebendige Reise ins Johannestal. Von dort führt die Grenze weiter knapp südlich an der Steinspitze (Südlicher Falk) vorbei und durch die Steinbruchrinne ins Laliderertal. Das Gebiet unmittelbar nördlich dieser so gezogenen Deckengrenze sieht A. TOLLMANN als Schuppe innerhalb der Lechtaldecke an (Falkschuppe).

G. HEISSEL (1976 a, b) kehrt zur Grenzziehung von O. AMPFERER (1912) und W. HEISSEL (1958) zurück. Er zählt ab 1978 auch den Südlichen Stuhlkopf, den Risser Falk, den Turmfalk und die Roßkopfspitze nicht mehr zur Lechtaldecke, sondern zur Karwendelschuppenzone. Gleichzeitig werden die Schuppen mit großteils neuen Namen belegt.

Wie sich im folgenden zeigte, besitzt jede der oben wiedergegebenen Ansichten entscheidende Mängel (s. a. G. HEISSEL, im Druck).

Legende zu den Abbildungen 2, 6—12:

BS = Alpiner Buntsandstein, RH = Reichenhaller Schichten, MK = Alpiner Muschelkalk, UMK = unterer Alpiner Muschelkalk, OMK = oberer Alpiner Muschelkalk, VSK = Virglorkalk und Steinalmkalk (= unterer Alpiner Muschelkalk), RKK = Reiflinger Knollenkalk (= oberer Alpiner Muschelkalk), RBK = Reiflinger Bankkalk (= oberer Alpiner Muschelkalk), PS = Partnachschichten i. A., PM = Tonschiefer-Mergel der Partnachschichten, PK = Kalke der Partnachschichten, WK = Wettersteinkalk i. A., WKB = Wettersteinkalk (Verzahnungsbereich Beckensedimente mit distalem Riffschutt), WKR = Wettersteinkalk-Riff- und Schuttfazies, WKL = Wettersteinkalk-Lagunenfazies, RS = Nordalpine Raibler Schichten, HD = Hauptdolomit, JS = Jungschichten im allgemeinen (jünger als Hauptdolomit), AP = Aptychenschichten, QU = Quartär (Moränen, Hangschutt, ...), AD = Allgäudecke, LD = Lechtaldecke, KSZ = Karwendelschuppenzone, ID = Inntaldecke, GWZ = Grauwackenzone, OOA = Oberostalpin, MOA = Mittelostalpin, UOA = Unterostalpin.

6.2. Die Neuerkenntnisse über den geologischen Bau (s. Abb. 2, 6–12)

Der südlichste Abschnitt der geologischen Karte (Abb. 6) wird vom Nordflügel der Pleisenspitz-Birkkarspitzantiklinale der Inntaldecke gebildet. Über dem Muschelkalk (im Raum südöstlich des Karwendelhauses fehlen die Reiflinger Knollenkalke) folgt Wettersteinkalk (nach E. OTT, 1967, rifferne Lagunenfazies).

(Anmerkung: Auf den Profilen 1–3 der Abb. 7–8 sind die Reichenhaller Schichten und der Muschelkalk durch einen zeichnerischen Irrtum leicht diskordant dargestellt. In der Natur handelt es sich jedoch, wie auch auf den Profilen 4–6 der Abb. 8–9 abgebildet, um eine unge störte Abfolge.)

Durch eine vom Karwendelhaus in westliche Richtung eindeutig zu verfolgende Störung ist die aufrecht liegende Schichtfolge der Inntaldecke von der verkehrt gelagerten der Bäralpkopf-Kuhkopfschuppe der Karwendelschuppenzone getrennt. Zwei Schürflinge von vermutlichen Aptychenschichten westlich des Karwendelhauses (Blechlahn, Schlauchkargaben) untermauern die tektonische Selbständigkeit der Bäralpkopf-Kuhkopfschuppe von der Inntaldecke. Die Schichtfolge der Bäralpkopf-Kuhkopfschuppe reicht von den Reichenhaller Schichten über den Alpinen Muschelkalk bis zum Wettersteinkalk in Riffschutt-, Riff- und Lagunenfazies. Von der Vogelkarspitze bis etwa zur Schlichtenkarspitze ist die Bäralpkopf-Kuhkopfschuppe von mehreren schuppeninternen Bewegungsbahnen zerschert. Diese Bewegungsbahnen sind vielfach durch das Auftreten von hochgeschürften Reichenhaller Schichten gekennzeichnet. Am großartigsten treten diese Schürflinge im Gebiet der Grabenkartürme auf (s. a. O. AMPFERER, 1928, 1944, sowie Abb. 6–8 der vorliegenden Arbeit), und dürften der unterlagernden Lechtaldecke entstammen. Das bereits erwähnte Band von Reichenhaller Schichten, das vom Gebiet westlich des Bäralpls (Glaidsteig) durch die Nordwand der Nördlichen Karwendelkette über die Steinlochscharte bis in das Steinloch zu verfolgen ist, bildet die Nordgrenze der Bäralpkopf-Kuhkopfschuppe, und entstammt möglicherweise ebenfalls der Lechtaldecke. Diese Nordgrenze führt nun gegen Osten weiter etwa 250 m südöstlich des Gipfels 2025 (südlich der Torscharte) vorbei in den oberen Gamslahner und von dort in das untere Gamskar. Von hier zieht die Nordgrenze der Schuppe durch die Torwände zum Gipfel 2180 (westlich der Tälelespitze), führt durch die Lebendige Reise ins Johannestal und ist jenseits davon am Südrand der Erzklamm über den Grat nördlich des Falkenstandes und durch die Steinbruchrinne bis ins Laliderertal zu verfolgen (s. a. G. HEISSEL, in Druck).

Nördlich dieser eben beschriebenen Nordgrenze der Bäralpkopf-Kuhkopfschuppe, die in diesem Gebiet gleichzeitig auch die Nordgrenze der Karwendelschuppenzone darstellt, herrscht entgegen bisheriger Ansichten (z. B. O. AMPFERER, 1912, 1928, W. HEISSEL, 1958, A. TOLLMANN, 1976, G. HEISSEL, 1978) nahezu ungestörte Schichtabfolge, und wir befinden uns im überkippten Südflügel der Mittenwalder Karwendelmulde der Lechtaldecke, wie Abb. 6 zeigt.

Lediglich im Gebiet um die Tälelespitze treten innerhalb der Lechtaldecke mehrere Störungsbündel auf. Die bedeutendsten von ihnen verlaufen SW-NE,

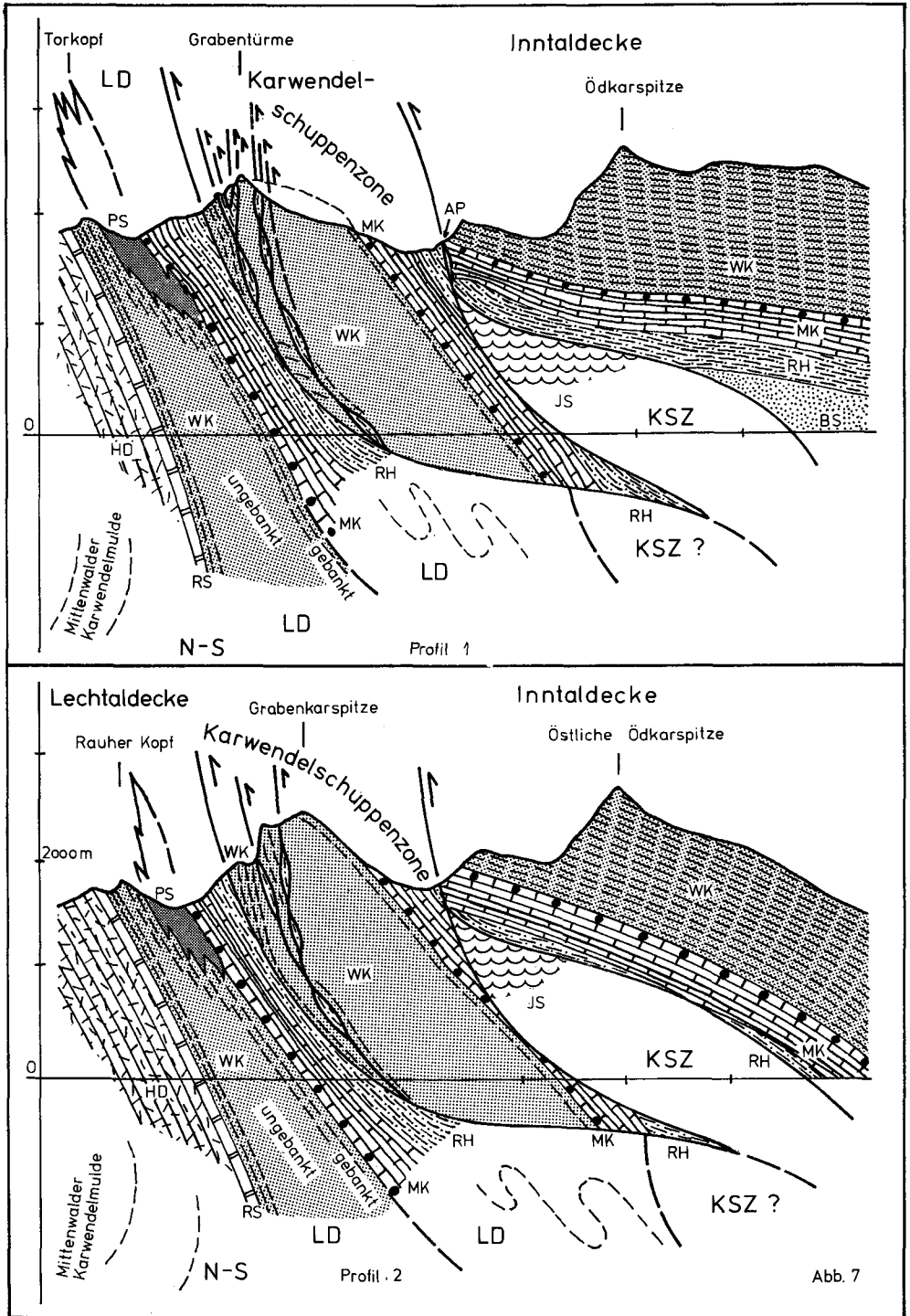


Abb. 7

untergeordnet N-S. Sie verschieben die Gesteine der Lechtaldecke mehrfach, wobei die Versetzungsbeträge jeweils 100 m kaum überschreiten. Stets werden die westlicher gelegenen Abschnitte gegenüber den östlicheren relativ nach Norden versetzt, wobei auch Vertikalbewegungen zum Tragen kommen. Hinzu kommt ein weiteres Störungsbündel, das, in WSW-ENE-Richtung beginnend, an der Deckengrenze in den östlichen Torwänden südlich an der Stuhlscharte vorbeizieht und bis in den unteren Abschnitt der Steinrinne führt. Eine dieser Störungen verläßt in nord-östlicher Richtung die Steinrinne, um am Fuß der Stuhlrinne auszulaufen. Dieses letztgenannte Störungsbündel versetzt die Gesteinspakete etwa in E-W-Richtung, wobei die südlicheren Pakete gegenüber den nördlicheren relativ nach Westen bewegt wurden. Die Versetzungsbeträge sind hier ebenfalls kaum größer als 100 m. Auch die schon von O. AMPFERER (1903: 230, Fig. 41) beschriebenen Faltungen in den Torwänden sind Ausdruck kleiner Ost-Westbewegungen. AMPFERER stellt diese Faltungen allerdings stark überdeutet dar. Abgesehen davon befinden sie sich entgegen seiner Darstellung in Reichenhaller Schichten der Lechtaldecke im Grenzbereich zur Bäralplkopf-Kuhkopfschuppe.

Es gibt in der südlichen Lechtaldecke nur noch wenige weitere relativ bedeutungslose Nord-Südstörungen bzw. solche mit südwest-nordöstlichem Verlauf. Eine dieser Störungen befindet sich am Fuß der Torwände unweit östlich von Punkt 1402 unterhalb des Gamskares. Sie versetzt die Reiflinger Knollenkalke des oberen Alpinen Muschelkalks um 100 bis 120 m nach Norden. Ähnliche Störungen treten beiderseits des Risser Falks auf. Hinzu kommen im Gebiet der Falken noch Störungen, die durch das Ablösen der inkompetenten Schichten (Alpiner Muschelkalk und Reichenhaller Schichten) vom kompetenten Wettersteinkalk (Riff- und Riffschuttfazies) bedingt sind (s. a. G. HEISSEL, in Druck). Letztgenannte Störungen wurden von uns auch auf den Profilen der Abbildungen 7–9 angenommen, da auch in diesem Gebiet in der Tiefe vor allem am Südrand der Lechtaldecke mit ähnlichen Bedingungen gerechnet werden kann.

Abgesehen von den eben beschriebenen Störungen, die also lediglich südlich der Stuhlscharte etwas gehäuft auftreten, sind – wie schon gesagt – im Arbeitsgebiet innerhalb der Lechtaldecke keine bedeutenden Störungen zu beobachten! Erst östlich des Laliderertals treten innerhalb der Lechtaldecke große Störungen mit Überschiebungscharakter auf. Hier scheinen sich Schuppen der Karwendelschuppenzone direkt aus der Lechtaldecke herauszuentwickeln (G. HEISSEL, in Druck). Eine ausführlichere Veröffentlichung der Ergebnisse aus diesem Gebiet ist nach Abschluß der Geländearbeiten durch einen der Verfasser (G. HEISSEL) geplant.

Diese neuen Erkenntnisse ziehen für die tektonische Rückformung etc. weitreichende Konsequenzen nach sich.

6.3. Tektonische Rückformung und paläogeographische Rekonstruktion

Vom Gebiet unweit östlich von Mittenwald gegen Osten können wir den von den Schuppen der Karwendelschuppenzone einmal mehr, einmal weniger stark tektonisch reduzierten überkippten Südflügel der Mittenwalder Karwendelmulde der Lechtaldecke bis östlich der Falkengruppe beobachten. Will man die Lechtal-

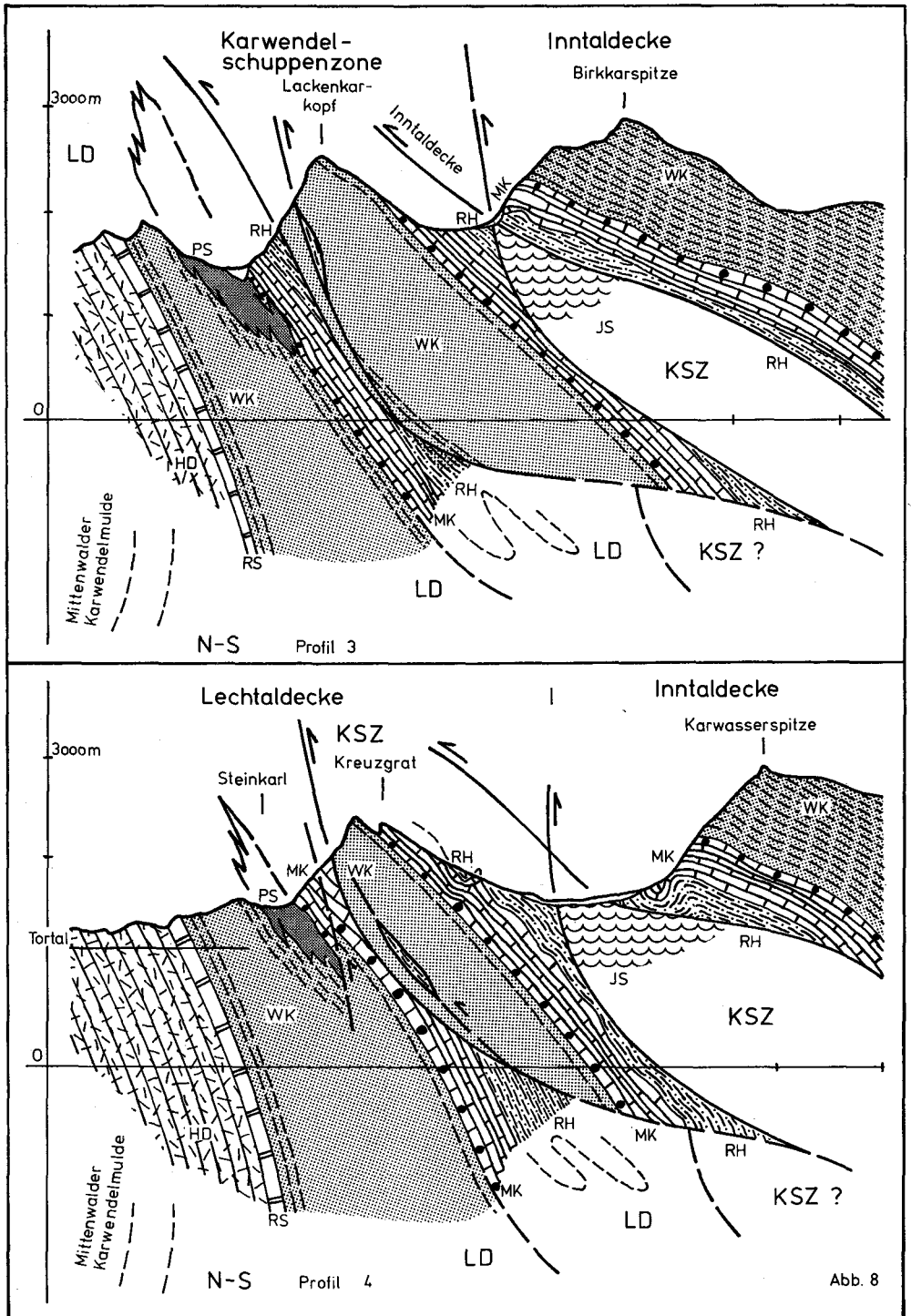
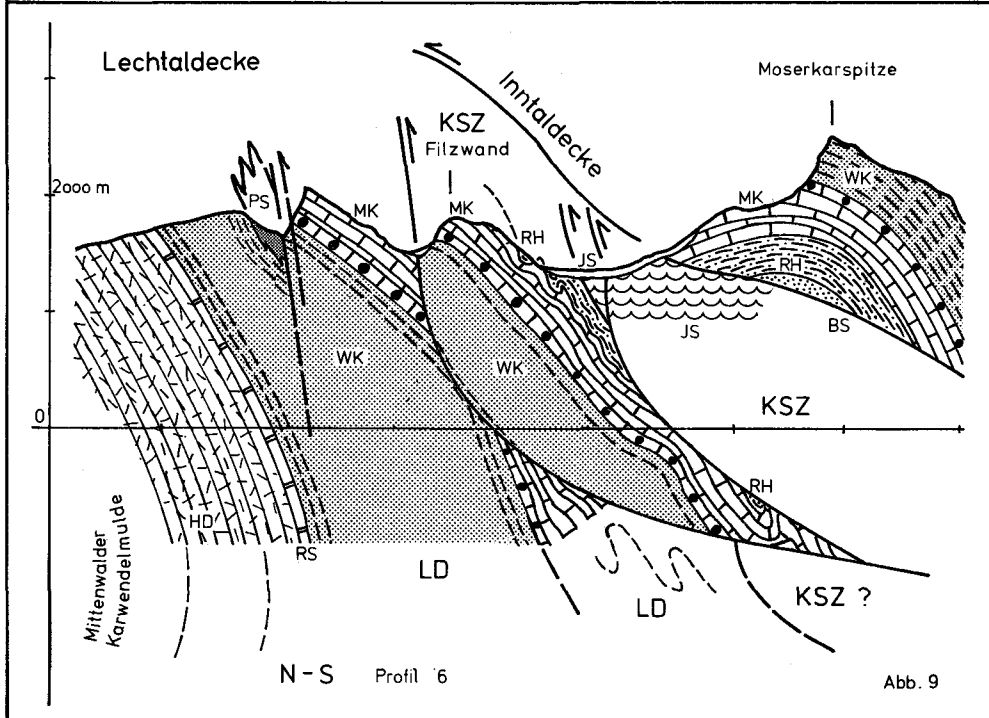
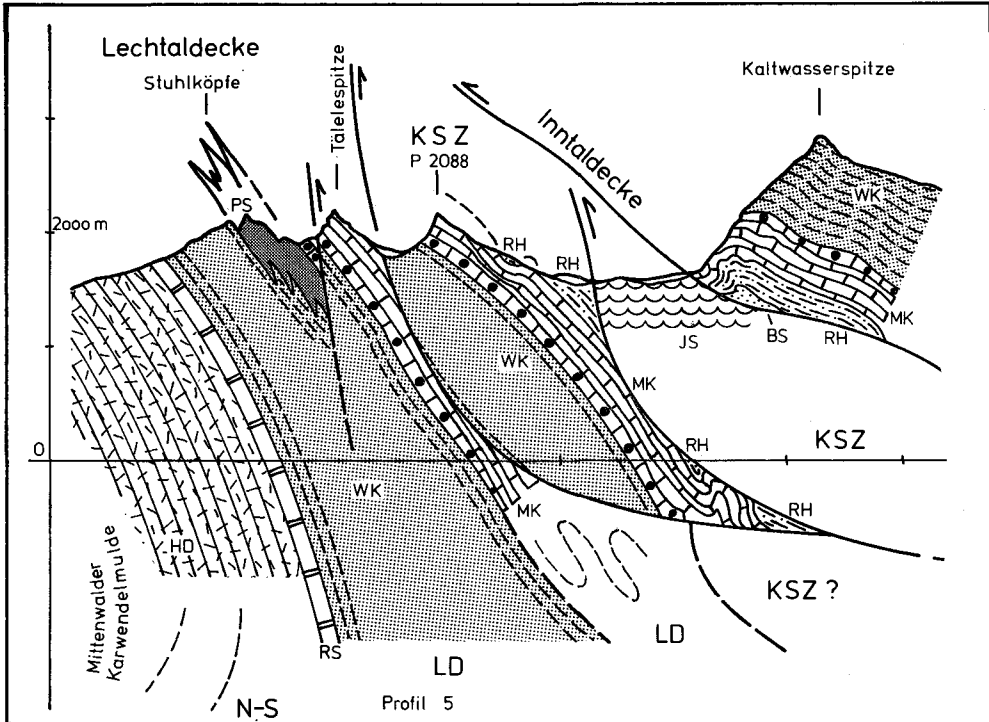


Abb. 8



decke auch noch unter den tektonisch höheren Einheiten des Karwendelgebirges (Karwendelschuppenzone, Inntaldecke) annehmen, wie es in irgendeiner Form die meisten Autoren tun (z. B. O. AMPFERER, 1924, 1942, W. HEISSEL, 1958, D. RICHTER, 1974, H. BÖGEL & K. SCHMIDT, 1976, A. TOLLMANN, 1970, 1973, 1976, G. HEISSEL, 1977, 1978), so müßte sich an die Mittenwalder Karwendelmulde eine Sattelstruktur gegen Süden anschließen, was allerdings im hier besprochenen Gebiet nicht der Fall ist. Wie schon G. HEISSEL (in Druck) schreibt, existiert daher die Falk-Antiklinale von A. TOLLMANN (1970, 1976) nicht. Ebenso nicht vorhanden ist die Tälelespitz-Gamsjoch-Staner Joch-Schuppe, zumindest nicht in der bisher vermuteten Erstreckung, und inwieweit sich die Tälelespitz-Gamsjoch-Staner Joch-Antiform (G. HEISSEL, 1978) nachweisen läßt, ist noch abzuklären.

Wir kommen daher zu dem recht überraschenden Ergebnis, daß sich die Lechtaldecke nicht so ohne weiteres unter die nächsthöheren Einheiten nach Süden verlängern läßt, wie z. B. auf Abb. 10 dargestellt. Unter anderem aufgrund neuer Geländeergebnisse (G. HEISSEL, in Druck) zeigt sich – gestützt auf Ähnlichkeiten des tektonischen Inventars zwischen den überkippt bis invers gelagerten südlichsten Anteilen der Lechtaldecke einerseits und den Schuppen der Karwendelschuppenzone mit ebenfalls invers gelagerter Schichtfolge andererseits –, daß diese Schuppen im nördlichen Teil der Schuppenzone paläogeographisch nicht allzuweit südlich der Mittenwalder Karwendelmulde einzuordnen sind (Transportweiten trotzdem im Bereich von mehreren Kilometern), wohl aber sehr weit nördlich der Inntaldecke. Unterstützt wird diese Vermutung auch durch die schon erwähnte Bildung von Schuppen der Karwendelschuppenzone aus der Lechtaldecke heraus, und zwar sowohl östlich des Laliderertals als auch östlich von Mittenwald (G. HEISSEL, 1978; in Druck).

Folgendes neues Modell bietet sich daher für die Entstehung der Karwendelschuppenzone an (s. Abb. 11 und 12):

1) Lechtaldecke und Inntaldecke liegen im ursprünglichen Sedimentationsraum noch hintereinander, und zwar ist die Inntaldecke paläogeographisch weiter im Süden.

2) Infolge der S-N-gerichteten orogenen Bewegungen beginnt sich ein nordvergenger Sattel-Muldenbau herauszubilden, der vom Bereich der Mittenwalder Karwendelmulde gegen Süden bzw. weiter im Osten südlich der Montscheinantiklinale und der Güttenbergmulde, also im Bereich der späteren Karwendelschuppenzone, am ausgeprägtesten ist. In diesem Gebiet stärkster Einengung kommt es in der Folge z. B. zur tektonischen Ausquetschung von Liegend-schenkeln großer Falten (Entstehung der Bäralkopf-Kuhkopfschuppe aus der Arnsnitz-Hochwörnerschuppe, G. HEISSEL, 1976, 1978), oder auch zum Ausquetschen von Hangendschenkeln. Das kräftige Zerschneiden der Faltenkerne führt in der Folge teilweise zu starken Basal- und/oder Hangendamputationen der Schuppen, örtlich zu zahlreichem Auftreten von Schürflingen und vor allem zur Ausbildung größerer Überschiebungsbahnen mit z. T. beträchtlichen Transportweiten. Da und dort mag die Transportweite auch etwas geringer angenommen werden. Das teilweise Auftreten mächtiger disharmonischer und potenziertes Fal-

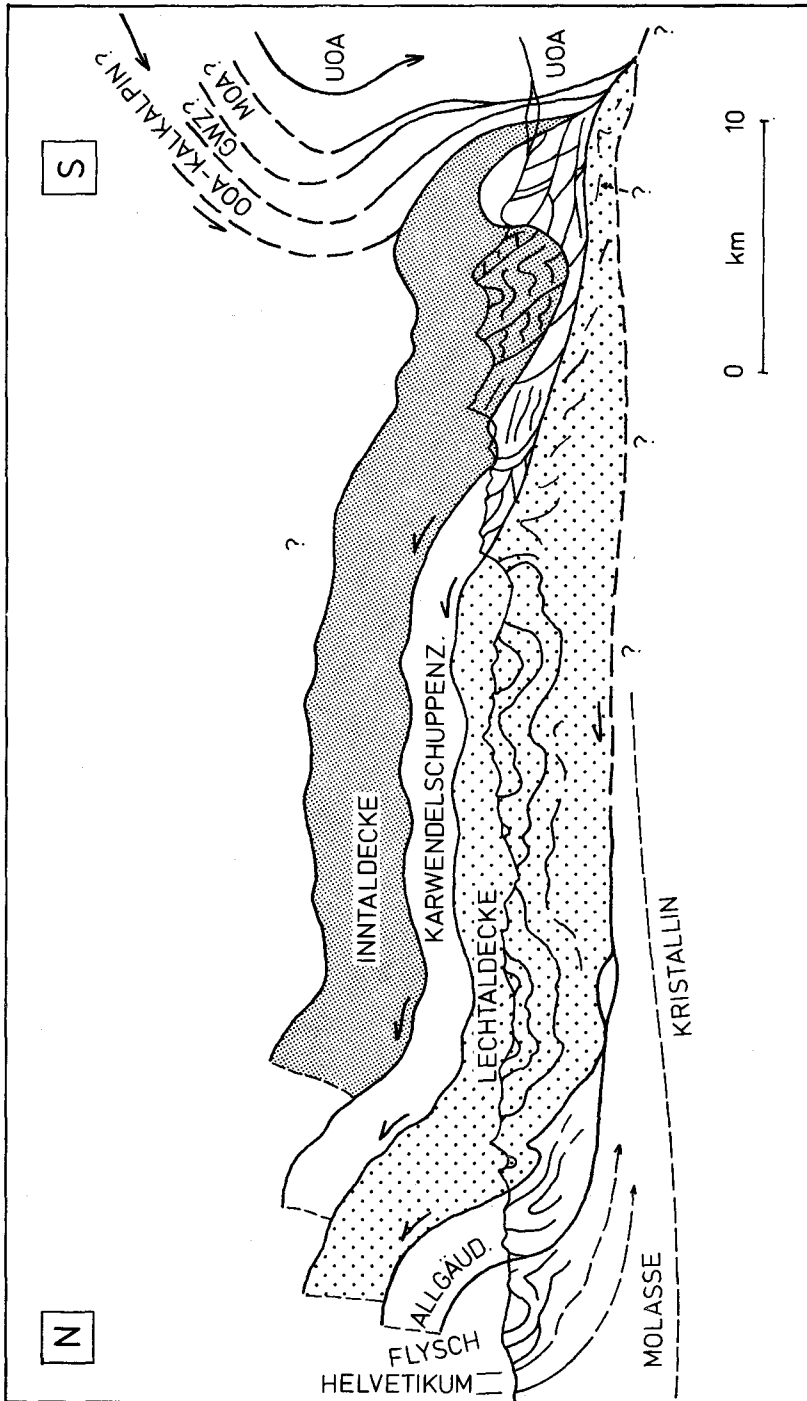


Abb. 10
 Rekonstruktion des Decken- und Schuppenbaus der Nördlichen Kalkalpen im Meridian von Hall in Tirol (nach G. HEISSEL, 1978).

tungen, hervorgerufen durch den Wechsel von kompetenten und inkompetenten Gesteinen südlich des Risser Falks (siehe Kapitel 6.2.) oder im Raum Mahnkopf etc. könnte, ähnlich wie in der südlichen Inntaldecke in der Solsteinantiklinale, an ehemalige Sattelkerne gebunden sein (s. a. G. HEISSEL, 1978). Es wäre also möglicherweise der Südflügel der Mittenwalder Karwendelmulde der überkippte Rest einer sich nach Süden in einen Sattel fortzusetzenden und von den tektonischen Vorgängen völlig zerstörten Falte. Ein anderes Beispiel wäre die Arnspitz-Hochwörnerschuppe, die den durch aufrechte Schichtfolge gekennzeichneten Nordflügel einer großen Mulde darstellt, deren Kern noch in der Larchetkarsynklinale und in der Bäralplstörungszone sichtbar ist. Die Bäralpkopf-Kuhkopfschuppe bildet den durch verkehrte Schichtfolge charakterisierten Südflügel dieser Mulde (s. a. G. HEISSEL, 1978). Die zahlreichen Schuppen mit Schichtfolgen vom Hauptdolomit aufwärts dürften aufgrund ihrer aufrechten Schichtlagerung ebenfalls etwa den Muldenkernen oder den aufrechten Schenkeln großer Falten entsprechen.

3) Nun überfährt die Inntaldecke mindestens die gesamte Karwendelschuppenzone und möglicherweise auch noch große Abschnitte der Lechtaldecke (s. Abb. 11, 12). Dabei kommt es sicherlich innerhalb der Karwendelschuppenzone zu weiteren starken Einengungsprozessen und starker tektonischer Reduktion.

4) Abschließend kommt es durch das Nachdrängen unter- bis zum Teil oberostalpiner Einheiten (im Sinn von A. TOLLMANN) zu einer gemeinsamen Faltung, zumindest des gesamten südlichen Decken- und Schuppenbaues der Nordtiroler Kalkalpen im Bereich des Karwendelgebirges, zu deren Abtauchen in das Inntal unter die von Süden nachdrängenden (ursprünglich tektonisch tieferen) Einheiten, zur teilweise beobachtbaren Steilstellung von Decken- und Schuppengrenzen und zu Vergenzabweichungen, vor allem am Kalkalpensüdrand, wie etwa von G. HEISSEL (1977, 1978) bereits beschrieben (s. Abb. 11).

So zeigt sich also beim Vergleich der Abbildungen 10 und 11, daß aufgrund des neuen tektonischen Modells, gestützt auf die bisherigen Geländeergebnisse durch G. HEISSEL (1978; in Druck) sowie die Ergebnisse der vorliegenden Arbeit, und unter Berücksichtigung der Erdgas-Tiefenaufschlußbohrung Vorderriß 1 (G. BACHMANN et al., 1979 a, b), daß die Lechtaldecke unter dem Karwendel nicht bis unter das Inntal reichen dürfte. Der Raum unter der Inntaldecke wird vermutlich zur Gänze oder zumindest größtenteils von der Karwendelschuppenzone ausgefüllt. Die Pfeile (Abb. 11) weisen innerhalb der einzelnen tektonischen Einheiten in Richtung des stratigraphisch Hangenden, die Halbpfeile geben die Richtung des jeweiligen tektonischen Transports an. Mit ausgeprägter Allochthonie ist, wie schon bei dem von G. HEISSEL, 1978, vorgeschlagenen Modell generell zu rechnen. So behält auch der Versuch einer tektonischen Rückformung (s. D. A. DONOFRIO, G. HEISSEL & H. MOSTLER, 1979, Abb. 12 a, b) generell seine Gültigkeit, da und dort (wie z. B. zwischen den Profilen Torscharte und Kirchlkar-Hochalmsattel) ist möglicherweise mit etwas geringeren Entfernungen zu rechnen.

Nach der theoretischen Rückwicklung der durch meist große Überschiebungsweiten gekennzeichneten Decken- und Schuppentektonik des Karwendelgebirges zeigt sich von Norden nach Süden folgende paläogeographische Anordnung (ohne

N

NEUES MODELL DES DECKEN- UND SCHUPPENBAUES
DER NÖRDLICHEN KALKALPEN IM MERIDIAN VON
HALL IN TIROL

S

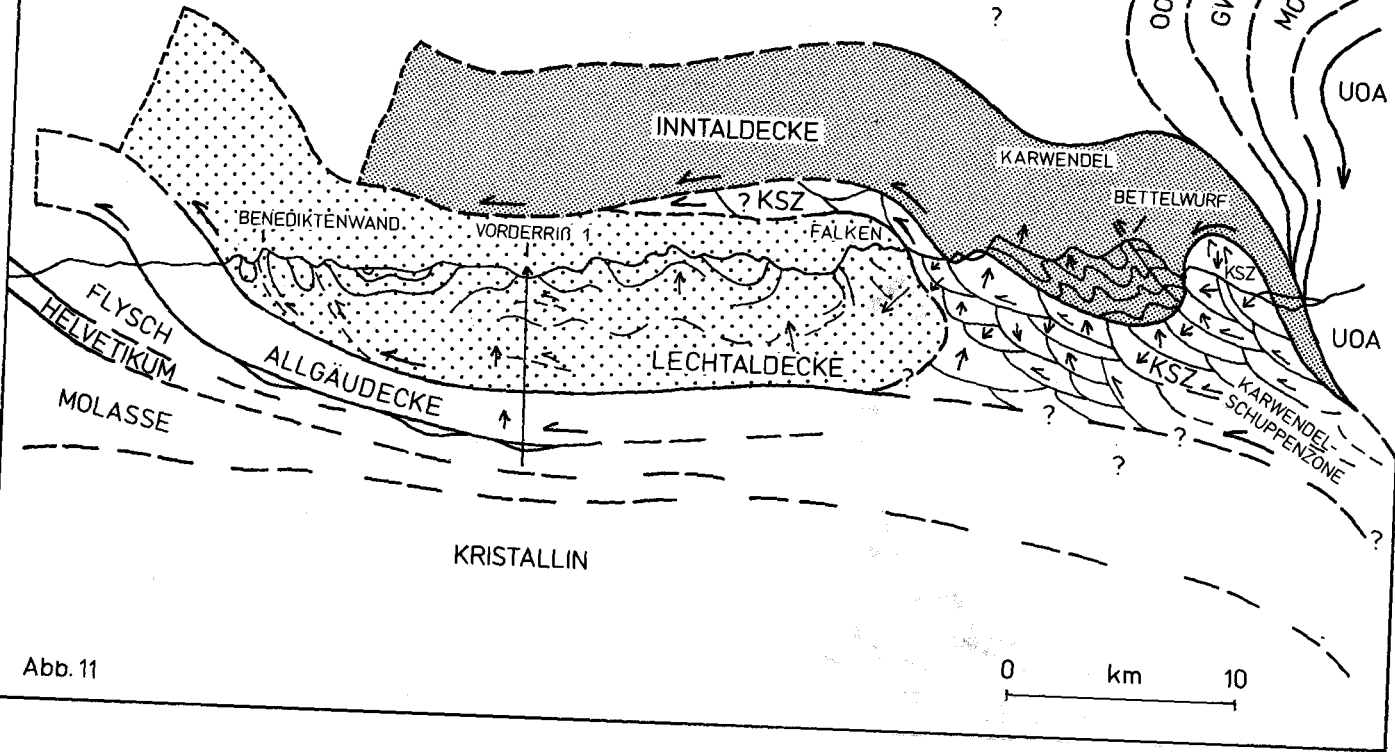
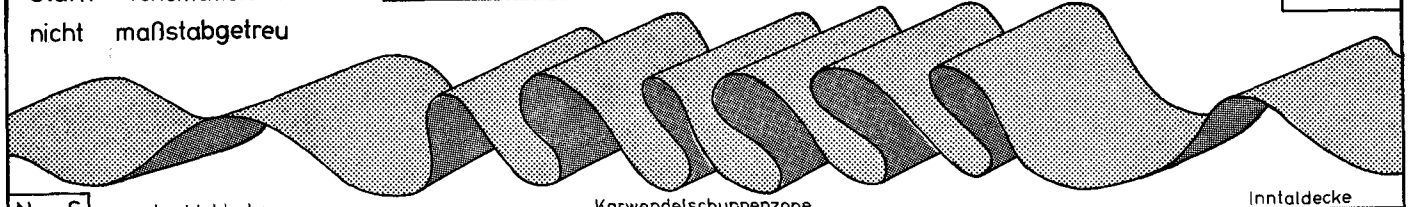


Abb. 11

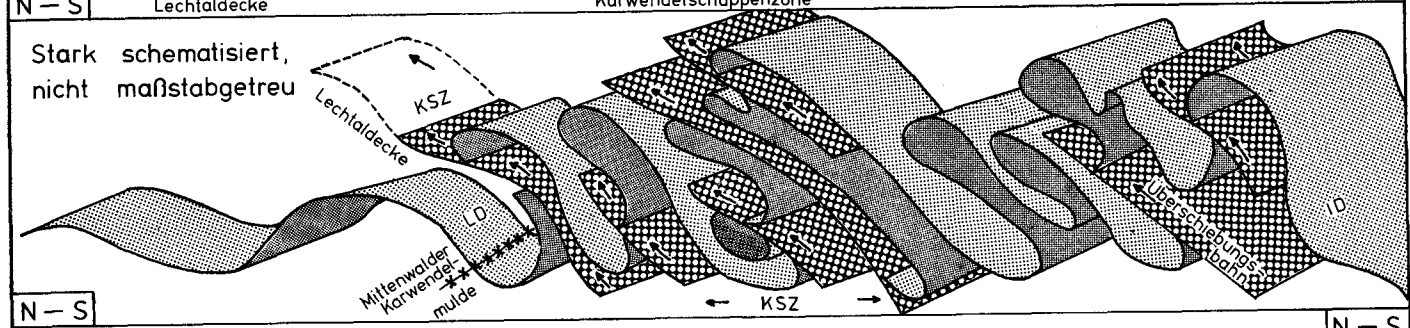
ENTSTEHUNGSMODELL DER KARWENDELSCHUPPENZONE

Abb. 12

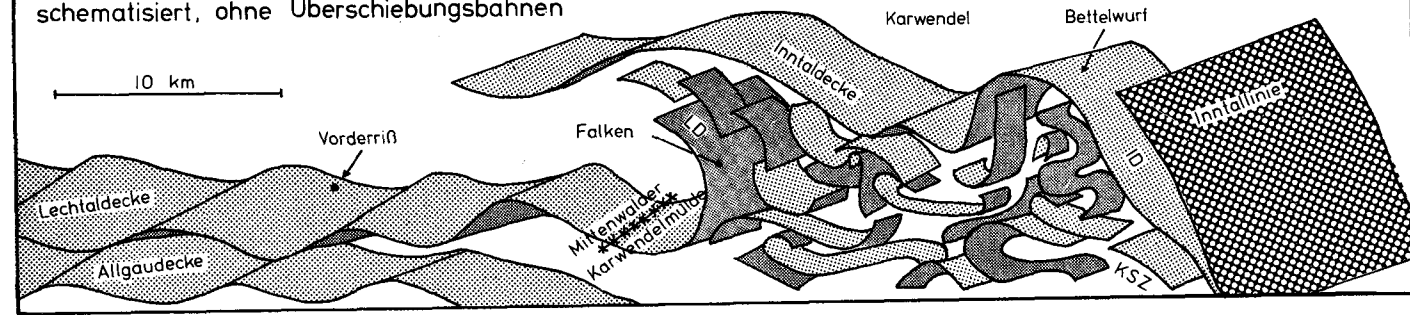
Stark schematisiert,
nicht maßstabgetreu



Stark schematisiert,
nicht maßstabgetreu



etwa maßstabgetreu wie Abb. 11
schematisiert, ohne Überschiebungsbahnen



Berücksichtigung der Allgäudecke): Lechtaldecke, Karwendelschuppenzone, Inntaldecke. Nach ausgeglätteter Tektonik beträgt die zuvor angeführte Nord-Süd-anordnung der einzelnen tektonischen Einheiten mindestens 120 km. Somit wurde dieser ursprüngliche Sedimentationsraum durch die Orogenese auf weit über die Hälfte der ursprünglichen Ausdehnung eingeengt.

Nochmals kurz einige Bemerkungen zu den Partnachschichten: Das Partnachteilbecken im Gebiet Rontal-Tortal in der Lechtaldecke wird sowohl aus dem Süden als auch aus dem Norden von Wettersteinkalk überwachsen. Der nördliche und teilweise auch der südliche Wettersteinkalk-Riff-Lagunenkomplex liegt in der Lechtaldecke und erreicht mit ca. 2000 m im Raum der Falkengruppe, wo das Becken auskeilt, eine sehr große Mächtigkeit. Im Gebiet der Stuhlköpfe, wo das Becken mit Riffschutt verzahnt, wo also bereits Partnachbeckensedimente auftreten, ist der Wettersteinkalk in Lagunen-, Riff- und proximaler Riffschutfazies nur mehr weniger als 500 m mächtig. Wenig westlich des Torkopfs verzahnt nur noch distaler Riffschutt mit dem Partnachbecken. Bei der Steinkarlspitze, also südlich des Steinlochs, wird der Wettersteinkalk mit proximalem Riffschutt und Riffazies sowie Lagunenfazies wieder mächtiger. Seine Gesamtmächtigkeit ist allerdings nicht mehr zu eruieren, da er etwa ab diesem Gebiet durch die Überschiebung der Bäralpkopf-Kuhkopfschuppe tektonisch reduziert ist.

Die südliche Fortsetzung des im Falkengebiet noch erschlossenen südlichen Wettersteinkalks in Riff-, Riffschutt- und Lagunenfazies ist nach dem neuen tektonischen Modell innerhalb der Karwendelschuppenzone zu suchen. Dabei ist zu beachten, daß der Wettersteinkalk der Bäralpkopf-Kuhkopfschuppe hierfür nicht direkt in Frage kommt, weil ja nach tektonischer Rückwicklung die Arnspitz-Hochwörnerschuppe, wohl auch die Gamsangerlschuppe und möglicherweise noch weitere Einheiten zwischen der Lechtaldecke und der Bäralpkopf-Kuhkopfschuppe anzuordnen sind.

Danksagung

In der Reihenfolge der Entstehung der vorliegenden Arbeit wollen wir folgenden Personen und Institutionen herzlich danken:

- Für die Möglichkeit, die einer der Verfasser (G. HEISSEL) hatte, in diesem Gebiet Kartierungsarbeiten durchzuführen: der Geologischen Bundesanstalt, Wien.
- Für die Erlaubnis der Benützung nichtöffentlicher Forstwege mit PKW: den Herren Ing. HEINDL und Dr. DELONG, Österreichische Bundesforste, Revierverwaltung Steinberg und Innsbruck; Herrn GRUBER, Herzoglich Coburgsche Revierverwaltung in Hinterriß.
- Für die Hilfe im Gelände: den Herren B. GLÄTZLE, Dr. G. GASSER, cand. geol. V. APOLLONER, A. SPIELER, Universität Innsbruck.
- Für die unentbehrliche Mitwirkung bei der Bearbeitung des Probenmaterials: Frau E. DONOFRIO.
- Für anregende Diskussion: den Herren Univ.-Doz. Dr. W. RESCH, Dr. R. BRANDNER und Dr. P. GSTREIN, Universität Innsbruck.

- Für die Möglichkeit der Einsichtnahme in das vorhandene Luftbildmaterial: Herrn Hofrat Dipl.-Ing. W. GIERSIG und seinen Mitarbeitern, Photogrammetrisches Institut, Innsbruck.
- Für die hilfreiche Unterstützung am Institut: Frau I. HALAY (Reinzeichnung der Abbildungen), Herrn W. HANKE (Fertigung der Dünnschliffe).
- Für die sorgfältige Erstellung der elektronenmikroskopischen Aufnahmen: Herrn K. ELLER, Elektronenmikroskopie, Univ. Innsbruck.

Literatur

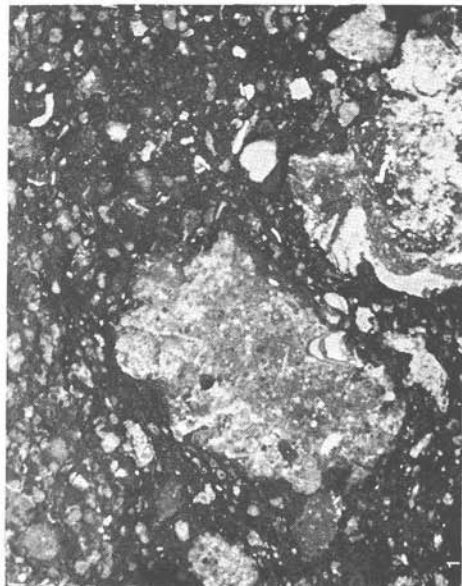
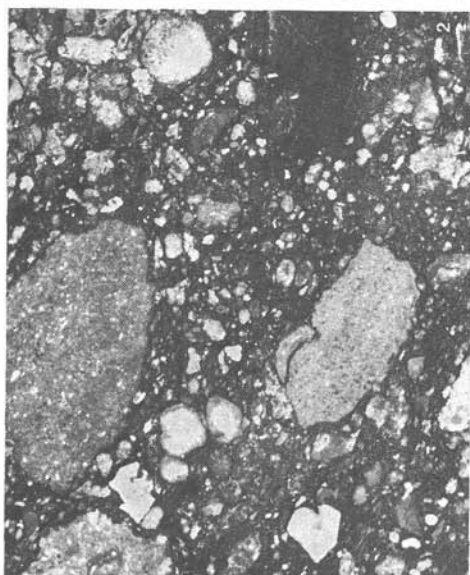
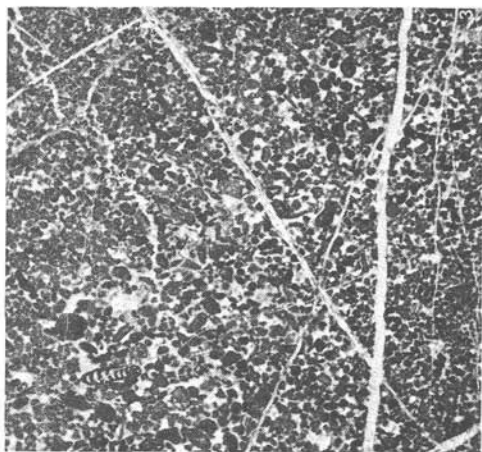
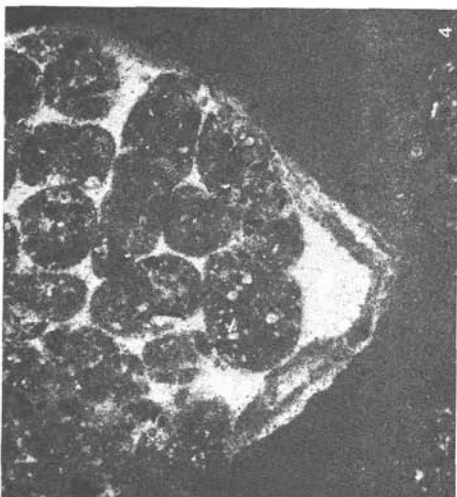
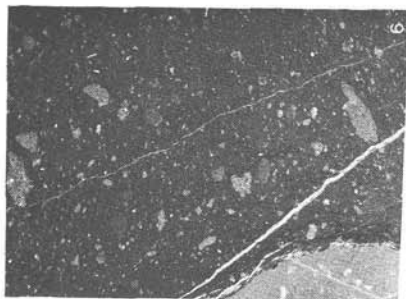
- AMPFERER, O.: Geologische Beschreibung des nördlichen Theiles des Karwendelgebirges. — Jb. geol. R.-A., **53** (1903), S. 169—252, 50 Abb., Taf. 9—10, Wien 1903.
- AMPFERER, O.: Geologische Spezialkarte, Blatt „Innsbruck—Achensee“, 1:75 000. — In: AMPFERER, O. & Th. OHNESORGE, Geol. R.-A., Wien 1912.
- AMPFERER, O.: Erläuterungen zur Geologischen Spezialkarte der Republik Österreich, Blatt „Innsbruck—Achensee“ (5047), 108 S. — In: AMPFERER, O. & Th. OHNESORGE, Geol. B.-A., Wien 1924.
- AMPFERER, O.: Die Relieffüberschiebungen des Karwendelgebirges. — Jb. geol. B.-A., **78**, H. 1 und 2, S. 241—256, 10 Abb., Taf. 5, Wien 1928.
- AMPFERER, O.: Über alte Landformen, welche im Schutz von Überschiebungen aufbewahrt wurden. — Z. Geomorph., **4**, H. 3—4, 1929, S. 139—149, 5 Abb., Taf. 8, Berlin 1929.
- AMPFERER, O.: Geologische Formenwelt und Baugeschichte des östlichen Karwendelgebirges. — Denkschr. Akad. Wiss. Wien, math.-naturw. Kl., **106**, S. 1—95, 103 Abb., Wien 1942.
- AMPFERER, O.: Belastungswirkungen durch die Aufladung der Inntaldecke. — Sitzber. Akad. Wiss., math.-naturw. Kl., Abt. I, **153/154**, 1. bis 10. Heft, S. 17—44, Wien 1944.
- BACHMANN, G. et al.: Die Erdgas-Tiefenaufschlußbohrung Vorderriß 1, ein erster Schritt zur Erschließung der Kalkalpen im Freistaat Bayern. — Compendium **78/79**, Ergänzungsbd. Z. Erdöl und Kohle, Erdgas, Petrochemie, S. 14—40, Industrieverlag von Hernhausen KG, 1979 a.
- BACHMANN, G. et al.: Das stratigraphische und tektonische Ergebnis der Erdgastiefenaufschluß-Bohrung Vorderriß 1. — Erdoel-Erdgas-Z., **95**, S. 209, H. 6, Hamburg 1979 b.
- BECHSTADT, Th. & H. MOSTLER: Mikrofazies und Mikrofauna mitteltriadischer Beckensedimente der Nördlichen Kalkalpen Tirols. — Geol. paläont. Mitt. Innsbruck, **4**, 5/6, S. 1—74, Innsbruck, 1974.
- BECHSTADT, Th. & H. MOSTLER: Riff-Becken-Entwicklung in der Mitteltrias der westlichen Nördlichen Kalkalpen. — Z. dt. geol. Ges., **127**, 271—289, 6 Abb., Hannover, 1976.
- BOGEL, H. & K. SCHMIDT: Kleine Geologie der Ostalpen. Allgemein verständliche Einführung in den Bau der Ostalpen unter Berücksichtigung der angrenzenden Südalpen. — Ott-Verlag Thun, 1976.
- DONOFRIO, D. A.: Mikrofaunistische Untersuchungen der Hallstätter Kalke in den Berchtesgadener Alpen. — Unveröff. Diss. Phil. Fak. Univ. Innsbruck, 162 S., Innsbruck, 1975.
- DONOFRIO, D. A.; HEISSEL, G. & H. MOSTLER: Zur tektonischen und stratigraphischen Position des Martinsbühels bei Innsbruck. — Geol. paläont. Mitt. Innsbruck, **7/7**, S. 1—43, Innsbruck, 1979.
- FRISCH, J.: Sedimentologische, lithofazielle und paläogeographische Untersuchungen in den Reichenhaller Schichten und im Alpinen Muschelkalk der Nördlichen Kalkalpen zwischen Lech und Isar. — Jb. geol. B.-A., **118**, S. 75—117, Wien, 1975.
- HEISSEL, G.: Neues zur Deckentektonik im nördlichen Karwendel. — Geol. paläont. Mitt. Innsbruck, **5**, 5, S. 1—35, Innsbruck, 1976 a.
- HEISSEL, G.: Zur Deckentektonik im nördlichen Karwendel. — Anz. österr. Akad. Wiss., math.-naturw. Kl., **1976**, Nr. 7, S. 75—82, Wien, 1976 b.
- HEISSEL, G.: Die geologische Neuaufnahme des Karwendelgebirges und seine tektonische Ausdeutung. — Unveröff. Diss. phil. natw. Fak. Univ. Innsbruck, 372 S., Innsbruck, 1977.
- HEISSEL, G.: Bericht 1976 über Aufnahmen im Mesozoikum des Karwendelgebirges auf den Blättern 117, Zirl, und 118, Innsbruck. — Verh. geol. B.-A., **1977**, H. 1, S. A105—A108, Wien, 1977.

- HEISSEL, G.: Karwendel — geologischer Bau und Versuch einer tektonischen Rückformung. — Geol. paläont. Mitt. Innsbruck, 8, Festschrift W. HEISSEL, S. 227—288, Innsbruck, 1978.
- HEISSEL, G.: Bericht 1977 über Aufnahmen im Mesozoikum des Karwendelgebirges auf den Blättern 117, Zirl, 118, Innsbruck, und 119, Schwaz. — Verh. geol. B.-A., 1978, H. 1, S. A99—A103, Wien, 1979.
- HEISSEL, G.: Bericht 1978 über Aufnahmen im Mesozoikum des Karwendelgebirges auf den Blättern 117, Zirl, 118, Innsbruck, und 119, Schwaz. — Verh. geol. B.-A., Wien, in Druck.
- HEISSEL, G.: Bericht 1979 über Aufnahmen im Mesozoikum des Karwendelgebirges auf den Blättern 118, Innsbruck, und 87, Walchenseec. — Verh. geol. B.-A., Wien, in Druck.
- HEISSEL, W.: Zur Tektonik der Nordtiroler Kalkalpen. — Mitt. geol. Ges. Wien, 50, S. 95—132, 2 Abb., 1 Taf., Wien, 1958.
- KOVÁCS, S. & H. KOZUR: Stratigraphische Reichweite der wichtigsten Conodonten (ohne Zahnreihenconodonten) der Mittel- und Obertrias. — Geol. paläont. Mitt. Innsbruck, 10, 2, S. 47—78, Innsbruck, 1980.
- KOZUR, H.: Die stratigraphische Stellung der Frankites sutherlandi-Zone in der tethyalen Trias. — Geol. paläont. Mitt. Innsbruck, 6, 4, S. 1—18, Innsbruck, 1976.
- KOZUR, H. & R. MOCK: Neue Holothurien-Sklerite aus der Trias der Slowakei. — Geol. paläont. Mitt. Innsbruck, 2, 12, S. 1—47, Innsbruck, 1972.
- KRISTAN-TOLLMANN, E.: Einige neue mesozoische Holothurien-Sklerite. — Mitt. geol. Ges. Wien, 65, S. 123—136, 5 Taf., Wien, 1972.
- MOSTLER, H.: Holothurien-Sklerite aus oberanischen Hallstätterkalken (Ostalpenraum, Bosnien, Türkei). — Veröff. Univ. Innsbruck, 2, Alpenkundl. Studien II, S. 5—44, 5 Abb., 6 Taf., Innsbruck, 1968.
- MOSTLER, H.: Entwicklungsreihen triassischer Holothurien-Sklerite. — Veröff. Univ. Innsbruck, 18, Alpenkundl. Studien, VII, S. 5—53, 11 Abb., 5 Taf., Innsbruck, 1969.
- MOSTLER, H.: Poriferenspiculae der alpinen Trias. — Geol. paläont. Mitt. Innsbruck, 6, 5, S. 1—42, Innsbruck, 1976.
- MOSTLER, H.: Zur Palökologie triadischer Holothurien (Echinodermata). — Ber. nat-med. Ver. Innsbruck, 64, S. 13—40, Innsbruck, 1977.
- MOSTLER, H. & P. PARWIN: Ein Beitrag zur Feinstratigraphie der Hallstätter Kalke am Sirius-Kogel (Bad Ischl, Oberösterreich). — Geol. paläont. Mitt. Innsbruck, 3, 7, S. 1—47, Innsbruck, 1973.
- OTT, E.: Segmentierte Kalkschwämme (Sphinctozoa) aus der alpinen Mitteltrias und ihre Bedeutung als Riffbildner im Wettersteinkalk. — Abh. bayer. Akad. Wiss., math.-naturw. Kl., N. F. 131, S. 5—96, 10 Taf., 9 Abb., 5 Tab., München, 1967.
- RICHTER, D.: Grundriß der Geologie der Alpen. — 101 Abb., 6 Tab., 2 Taf., Walter de Gruyter, Berlin, New York 1974.
- ROTHPELZ, A.: Das Karwendelgebirge. — Z. dt. österr. Alpenverein, 1888, S. 401—470, 29 Abb., 9 Taf., 1 Kt., München 1888.
- SPECKMANN, P.: Holothurien-Sklerite aus der Mittel-Trias der Ostalpen. — Mitt. bayer. Staatssaml. Paläont. hist. Geol., 8, 197—218, München, 1968.
- TOLLMANN, A.: Tektonische Karte der Nördlichen Kalkalpen. 3. Teil: Der Westabschnitt. — Mitt. geol. Ges. Wien, 62 (1969), 78—170, Taf. 1—3, Wien, 1970.
- TOLLMANN, A.: Grungprinzipien der alpinen Deckentektonik. Eine Systemanalyse am Beispiel der Nördlichen Kalkalpen. — 404 S., 170 Abb., Deuticke, Wien, 1973.
- TOLLMANN, A.: Der Bau der Nördlichen Kalkalpen. Orogene Stellung und regionale Tektonik. — 449 S., 130 Abb., 7 Taf., Anhang, Deuticke, Wien, 1976.

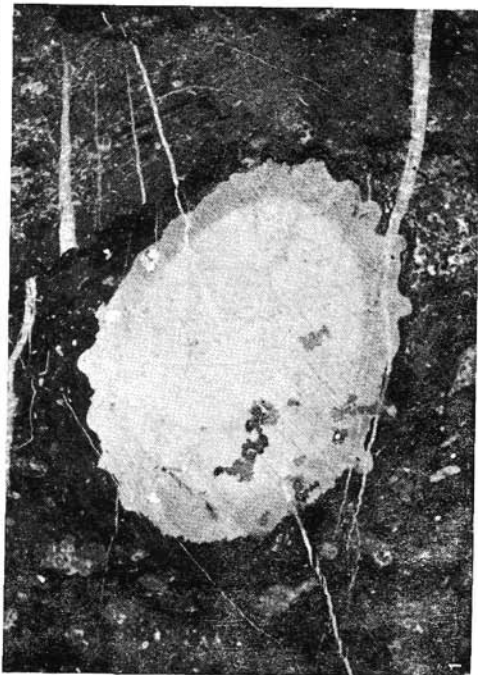
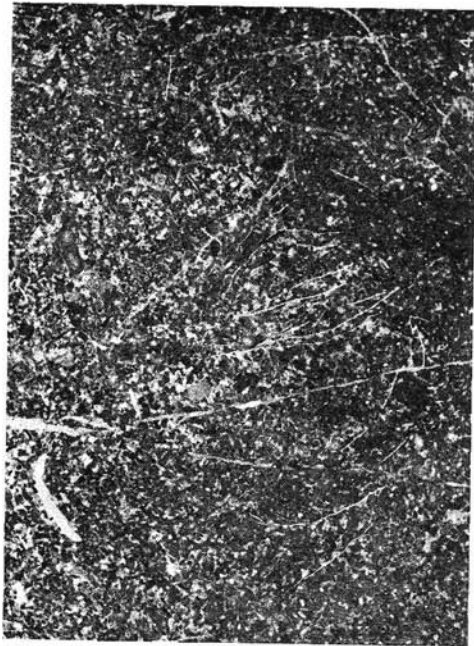
Topographische Karten:

- Osterreichische Karte 1 : 50 000, Blatt 118 Innsbruck. Hrsg.: Bundesamt für Eich- und Vermessungswesen (Landesaufnahme) in Wien. Aufgenommen 1962. Vollständige Kartenrevision 1967, einzelne Nachträge 1974.
- Alpenvereinskarte Karwendelgebirge, Mittleres Blatt, 1 : 25 000, Nr. 5/2, Hrsg.: Deutscher und Österr. Alpenverein, 1935, ergänzt und berichtigt 1962.

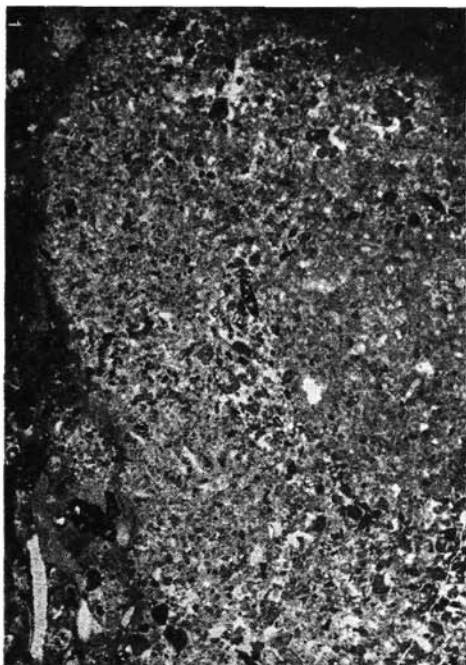
Tafel 1



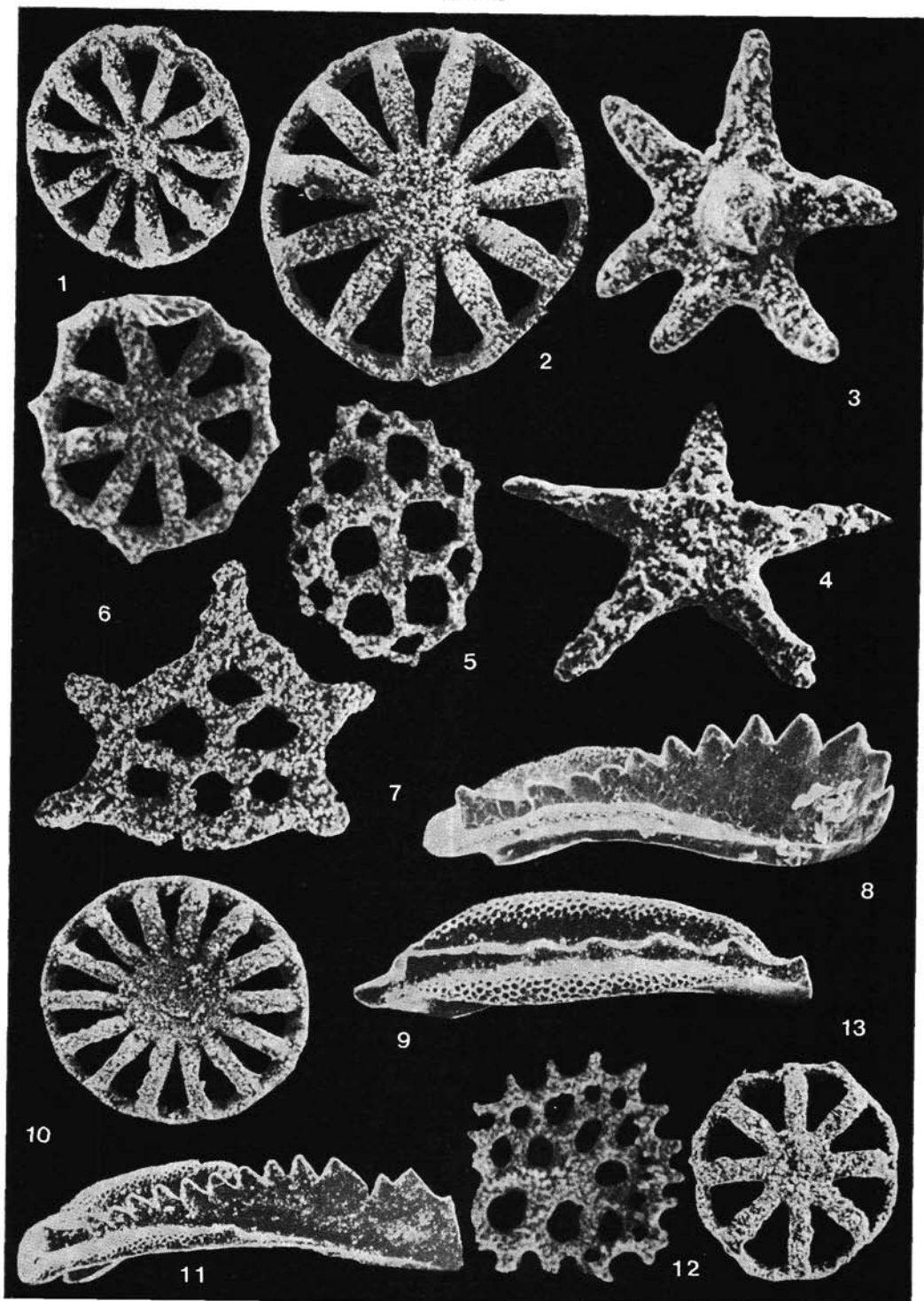
Tafel 2



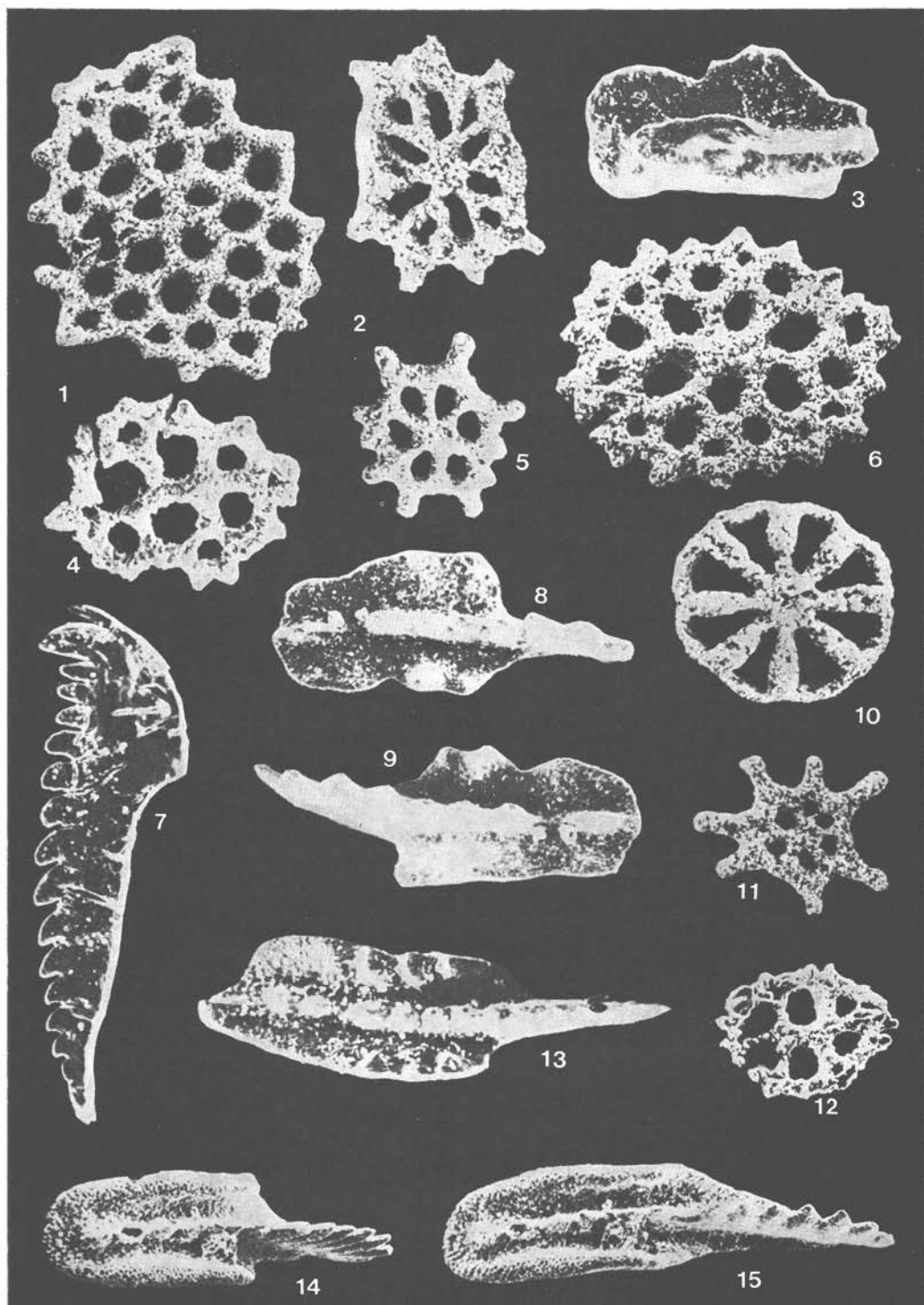
Tafel 3



Tafel 4



Tafel 5



Tafelerläuterungen

TAFEL 1

- Fig. 1: Schuttkalk; sehr polymikt zusammengesetzte sedimentäre Breccie mit verschiedenen großen Komponenten aus Flachwasserkalken (Girvanellenknäuel) und Riffschutt Komponenten (ungegliederte Schwämme, Tubiphyten, Epizoen) sowie aus dem Becken stammende Komponenten (große Komponente in Bildmitte). In der aus Feinschlamm bestehenden Matrix schwimmen sehr viele, wesentlich kleinere Komponenten, die vorwiegend aus zerbrochenen Tubiphyten, Echinodermaten (Echiniden und Crinoiden), dickschaligen Ostracoden, Flachwasserforaminiferen des Riffbereichs zusammengesetzt sind. $4,7 \times$.
- Fig. 2: Schuttkalk; die groben Komponenten stammen aus Beckensedimenten (links oben spiculaereicher, filamentführender Lutit; links unten Pelmikritkomponente). Rechts unten resedimentierter Tonschieferfetzen. Rechts oben sind es kleine Komponenten aus dem Riff; sie setzen sich aus zerbrochenen Rifforganismen, Bryozoen und Echinodermatenschutt zusammen. $4,7 \times$.
- Fig. 3: Bioarenosparit, aus einer basalen Bank über Tonschiefern stammend. Abrupte Schüttung, aus feinkörnigem Riffschutt bestehend, leitet eine neue Karbonatsedimentationsphase ein. Neben reichlich Riffschutt sind relativ viele gut erhaltene Foraminiferen des Flachwassers mit in das Becken gelangt. $4,7 \times$.
- Fig. 4: Stopfgang in einem biogenfreien bis biogenarmen Schlamm, der stark bioturbat verwühlt ist. Im Bild ist der untere Rand des Stopfganges (der wahrscheinlich eingeschleimte Anteil) etwas vom Wirtsgestein abgehoben. Die großen fecal pellets sind sehr inhomogen aufgebaut; sie bestehen aus vielen zerbrochenen Schalen, auf Foraminiferen, Ostracoden, zartschalige Lamellibranchiaten zurückgehend, sowie aus Peloiden. $13,5 \times$.
- Fig. 5: Riffschutt; Gastropodenquerschnitt mit Aufwuchs von Girvanellen und Foraminiferen. Die Komponente unten (weiß) zeigt ebenfalls Bewuchs von Foraminiferen. $4,7 \times$.
- Fig. 6: Spärlich filamentführende biogenarme Lutitkomponente (links unten) in unterschiedlich feinkomponentenführender Grundmasse. In dieser sedimentären Breccie sind meist nur Sedimente des Beckens enthalten, solche des Flachwassers treten stark zurück. $4,7 \times$.

TAFEL 2

- Fig. 1: Schuttkalk; aus vorwiegend Riffschutt bestehend. Das Schliffbild stellt einen Echinidenstachel (aus dem Vorriffbereich stammend), der von Girvanellen und Algenfäden umkrustet ist, dar. Die innere Struktur des Stachels ist infolge der Diagenese völlig verwischt. Nur die von bohrenden Organismen verursachten Gänge sind reliktitisch erhalten. Darunter eine aus feinem Riffdetritus zusammengesetzte Komponente, deren Ausdünnung durch starke Drucklösung (Stylolithen) hervorgerufen wird. $5,4 \times$.
- Fig. 2: Aus dem Flachwasser (nicht Riffbereich) stammende Komponente. Alternierende Lagen von feinlutitischen und groblutitischen Sedimenten, bestehend aus Pellets, Filamenten, Ostracodenschälchen etc.; örtlich sparitisiert. Dieses Sediment wurde noch im Flachwasser umgelagert und dort von Girvanellen, Foraminiferen (Tolypamina) und Polychaeten umwachsen, und ist erst in einem späteren Stadium in das Becken gelangt. $4,7 \times$.
- Fig. 3: Typischer Filamentkalk, wie er in den Partnachkalken weit verbreitet ist; autochthones Sediment nicht vom Riff oder Flachwasser beeinflusst. $6 \times$.
- Fig. 4: Bioturbater, filamentführender Biopelmikrit. Die einzelnen Komponenten sind so klein, daß deren Herkunft nicht sicher ausgemacht werden kann. Die Biogene selber setzen sich nebst Filamenten aus Foraminiferen, Ostracoden und viel Echinodermatenschutt zusammen. Durch die Bioturbation wurde autochthones mit allochthonem Sediment vermengt. $4,7 \times$.

TAFEL 3

- Fig. 1: Bioturbat verwühltes, autochthones Beckensediment. Im Bereich der Verwühlung ist geschüttetes Sediment (Biopelarenit) „nachgeflossen“. Nebst Peloiden sind relativ viele Foraminiferen des Flachwassers vertreten. $5,7 \times$.
- Fig. 2: Durch starke Bioturbation weitgehende Entschichtung. Die beiden Stopfgänge treten innerhalb eines bereits verwühlten Bereiches auf (mehrphasige Bioturbation). Die „Schlammfresser“ haben sich mehr vom groben Material ernährt, wie die Zusammensetzung der fecal pellets innerhalb der Stopfgänge zeigt. $4,7 \times$.

- Fig. 3: Zum Teil sparitisierter Pelmkrit (geschütteter Anteil), wird relativ scharf vom autochthonen Beckensediment (spiculaereicher, filamentführender Lutit) überlagert. 4,7 ×.
- Fig. 4: Stark siltiger (silikatdetritusführender) Lutit, z.T. schräggeschichtet, wird von Fein-detritus erosionsdiskordant übergriffen. 4,7 ×.

TAFEL 4

- Fig. 1: *Theelia* cf. *multiplex* SPECKMANN; 160 ×.
- Fig. 2: *Tb. planorbicula* MOSTLER; 160 ×.
- Fig. 3, 4: Polyaene Kalknadeln; 140 ×.
- Fig. 5: Übergangsform *Kuebnites acanthotheeloides*/*Eocaudina spinosa*; 160 ×.
- Fig. 6: *Tb. cf. zankli* KOZUR & SIMON; 160 ×.
- Fig. 7: *Kuebnites inaequalis* MOSTLER; 160 ×.
- Fig. 8: *Gondolella noah* (HAYASHI); 120 ×.
- Fig. 9: *Gladigondolella malayensis* NOGAMI; 120 ×.
- Fig. 10: *Tb. immisorbicula* MOSTLER (extrem breite Nabe); 160 ×.
- Fig. 11: *G. noah* (Übergangsform zu *G. polygnathiformis* BUDUROV & STEFANOV); 120 ×.
- Fig. 12: *Kuebnites* sp.; 80 ×.
- Fig. 13: *Tb. planata* MOSTLER; 160 ×.

TAFEL 5

- Fig. 1: *Eocaudina cassianensis* FRIZZELL & EXLINE; 160 ×.
- Fig. 2: *Acanthotheelia* cf. *triassica* SPECKMANN (mit Speichenaufspaltung); 160 ×.
- Fig. 3: *Metapolygnathus* cf. *diebeli* KOZUR & MOSTLER; 160 ×.
- Fig. 4: Übergangsform *K. acanthotheeloides*/*E. spinosa*; 160 ×.
- Fig. 5: *A. triassica* SPECKMANN; 160 ×.
- Fig. 6: *E. spinosa* MOSTLER; 160 ×.
- Fig. 7: Scolecodont; 120 ×.
- Fig. 8, 9: *M. cf. japonicus* (HAYASHI); 160 ×.
- Fig. 10: *Tb. cf. doreckae* KOZUR & MOSTLER; 160 ×.
- Fig. 11: *A. triassica* SPECKMANN; 160 ×.
- Fig. 12: Übergangsform *K. acanthotheeloides*/*E. spinosa*; 160 ×.
- Fig. 13: *M. mungoensis* (DIEBEL); 160 ×.
- Fig. 14: *G. noah* (HAYASHI) (sehr extreme Form); 160 ×.
- Fig. 15: *G. noah* (HAYASHI); 120 ×.