

FORSCHUNGSERGEBNISSE IM OST- UND SÜDALPINEN PERM

Fazies-Interpretation der unterpermischen Sedimente in den Karnischen Alpen

Von Erik FLÜGEL

Ein von der DEUTSCHEN FORSCHUNGSGEMEINSCHAFT im Rahmen des Schwerpunktprogrammes „Geodynamik des mediterranen Raumes, Geotransverse 1 a, Alpen“ unterstütztes Forschungsprojekt (Projekte Fl 42/18 und Fl 42/19) behandelt die fazielle und paläogeographische Entwicklung der in den Karnischen Alpen, in einem etwa 11 km breiten, zwischen dem Naßfeldgebiet im Osten und der Schulter im Westen verlaufenden Streifen, aufgeschlossenen permischen Schichtfolgen, die eine Gesamtmächtigkeit von etwa 1150 m erreichen. Während die mittel- und oberpermischen Schichtgruppen durch W. BUGGISCH, Darmstadt, bearbeitet werden, erfolgt die Untersuchung der nach F. KAHLER (1974) in das untere Perm einzuordnenden Rattendorfer Schichten und Trogkofel-Kalke sowie der Tarviser Brekzie und des Treßdorfer Kalkes durch eine aus E. FLÜGEL, F. LEITZ und G.-F. TIETZ bestehende Arbeitsgruppe, wobei die Geländeaufnahmen und die paläontologischen Untersuchungen von W. HOMANN (1968, 1970 und 1972) weitergeführt werden. Abgeschlossene, aber in den Faziesanalysen noch nicht ausgewertete Vorarbeiten stammen von A. BAUER (Korngrößenanalysen), R. MITTMANN (Erfassung der Biofraktionen) und W. SCHULTZ (Korrelationsanalysen).

Die Bedeutung des Jungpaläozoikums der Karnischen Alpen und deren Randgebieten für geodynamische Fragestellungen ergibt sich unter anderem bei der Diskussion der von BOSELLINI (1965, permisch-triassische Schwellen- und Beckensedimentation in den Südalpen), ANGENHEISTER et al. (1972, Bedeutung der periadriatischen Nahtzone) und DEWEY et al. (1973, „Karnische Platte“) behandelten Denkkonzepte. In diesem Zusammenhang sind Untersuchungen über die faziellen Beziehungen zwischen dem Raum der Karnischen Alpen und den nördlich anschließenden Gebieten mit kontinentaler Perm-Entwicklung (Drauzug, Mittelkärnten) sowie Vergleiche mit der marinen Sedimentation im unteren Perm in den südlichen Karawanken und in den Savefalten notwendig. Die in den Karnischen Alpen durchgeführten Arbeiten versuchen, eine möglichst große Anzahl von

bio- und lithofaziellen Parametern qualitativ und quantitativ zu erfassen und Vergleichen zugänglich zu machen. Untersucht werden:

- a) Lithologie, Mächtigkeitsverhältnisse und Verbreitung der Schichtfolgen
- b) Paläogeographisch auswertbare Sedimentstrukturen
- c) Fossilinhalt und Organismen-Assoziationen unter Berücksichtigung der zur Unterscheidung von Biophasen wesentlichen Gruppen (Kleinforminiferen, Fusuliniden, Kalkalgen)
- d) Mikrofazies-Typen der Karbonate (Dünn- und Anschliffe)
- e) Geochemische und petrographische Merkmale (Mineralbestand, Schwerminerale und Korngrößenparameter bei klastischen Sedimenten; Menge und Zusammensetzung des säurelöslichen Rückstandes von Karbonaten; CaCO_3 -, MgCO_3 - und SrCO_3 -Gehalte; Spurenelemente wie Fe, Mn, Cr, Co, Ni, Pb, Zn, Co)

Das bisher erfaßte Datenmaterial stammt aus 32 Detailprofilen und besteht aus etwa 2000 Proben, von welchen etwa 1600 Dünnanschliffe angefertigt und etwa 900 Proben geochemisch untersucht wurden.

Nachfolgend werden die Fazies-Merkmale der unterpermischen Schichtgruppen in generalisierter Weise zusammengestellt:

UNTERE PSEUDOSCHWAGERINEN-SCHICHTEN (UPK)

a) Lithologie: Zyklische Folgen mit einem unteren, überwiegend aus klastischen Sedimenten (quarzitische und pyritische Fein- bis Mittelsandsteine, sporadisch im Grobsandbereich, häufig mit Glimmer-Lamellen) und untergeordnet aus dünn- bis mittelgebankten, dunkelgefärbten Kalken bestehendem Abschnitt, der von einer Wechselfolge von dünngebankten und massigen Kalken überlagert wird. Horizontbeständig oder unregelmäßig verteilt treten in einzelnen Kalkbänken Hornstein-Knollen auf. Die Dolomitisierung ist in auffallender Weise auf wenige Karbonatbänke beschränkt.

Die Gesamtmächtigkeit der UPK beträgt nach HOMANN (1969) etwa 160 m, wobei im Verbreitungsgebiet der Schichtgruppe zwischen der Schulter im W und dem Naßfeldgebiet im E (Treibsdorfer Höhe) kaum signifikante Mächtigkeitsschwankungen zu beobachten sind. Gleiches gilt für die Mächtigkeiten der von HOMANN unterschiedenen Zyklen 1, 3 und 4; innerhalb des Zyklus 2 scheinen größere Mächtigkeitsschwankungen aufzutreten. Es muß jedoch beachtet werden, daß die Existenz von linsenförmigen Sandsteinkörpern (z. B. Treibsdorfer Höhe, Westwand, Profil B) Mächtigkeitsvergleiche erschwert.

b) Sedimentstrukturen: Die Schichtungstypen der Sand- und Siltsteine sind entsprechend dem Schema von FALK et al.

(1972) im Bereich des Zyklus 4 der Treßdorfer Höhe als eben- und wellig-laminiert bzw. seltener als linsig-flaserig laminiert und wellig-horizontalgeschichtet zu bezeichnen. Klein- und mitteldimensionale Schrägschichtung ist verhältnismäßig selten; im mittleren Abschnitt von Zyklus 3 (Profil B, Treßdorfer Höhe) zeigt die Orientierung der Schrägschichtung relativ konstante Werte, die um N—S pendeln. Rippel- und Sohlmarken sind in den UPK — in gleicher Weise wie auch in den Grenzlandbänken — aufgrund der kaum steilgestellten und nie überkippten Lagerung der Schichten selten zu beobachten. — Die in die Klastika eingeschalteten Kalkbänke können auf der Dachfläche ein knolliges Relief tragen, dessen Taschen vom Hangenden her mit Schiefen gefüllt sind (z. B. Bank 148, Profil B, und im Gipfelbereich der Treßdorfer Höhe aufgeschlossene Schichtfläche); es handelt sich um Subsolutionsflächen.

c) **Fossilinhalt:** Das Fossilienpektrum umfaßt Kleinforaminiferen, Fusuliniden, Kalkschwämme, Korallen, Bryozoen, Brachiopoden, Gastropoden, Muscheln, Ostrakoden, Echinodermaten, Kalkalgen und Pflanzenreste. Als Beispiel für die Häufigkeit der Organismengruppen seien die Verhältnisse in drei Sedimentationszyklen der UPK angeführt (Tabelle 1).

Während Kalkalgen, bezogen auf die gesamte Zyklusmächtigkeit, nahezu überall in den UPK dominieren, sind in der quantitativen Bedeutung der übrigen Organismen-Gruppen palökologisch deutbare Unterschiede gegeben, die durch die im Westen und im Osten des Verbreitungsgebietes der UPK verschiedenen Anteile der Klastika am Modalbestand der Zyklen beeinflußt werden.

Einige Fossilgruppen (Kalkschwämme, Korallen) sind selten und auf wenige Fundgebiete konzentriert; dies gilt auch für die in Schliften relativ häufigen, im Gelände seltenen Brachiopoden. Die Zahl der bisher beschriebenen Arten (Fusuliniden 2, Korallen etwa 16, Brachiopoden 12, Kalkalgen 44) spiegelt nur die unterschiedliche Bearbeitung und die zum Teil ungenügende taxonomische Kenntnis wider.

Die Existenz von in der Zeit wechselnden **Biophasen** drückt sich sowohl in der quantitativen Zusammensetzung der Biofraktionen und im Hervortreten bestimmter Organismen-Gruppen bzw. Arten aus als auch in der in verschiedenen Profilen und verschiedenen Bänken wiederholten Assoziation der autochthonen und parautochthonen Organismen. Tabelle 2 zeigt das Ergebnis der Aufteilung von durch Point-Counter-Messungen ermittelten Biofraktionen aus dem UPK-Profil der Höhe 1997 (R. MITTMANN).

Die unterschiedliche Häufigkeit von Algen, Fusuliniden und Kleinforaminiferen dürfte auf Unterschiede in der Bathymetrie der

Häufigkeit (Zahl der Proben)	Biofraktionsgruppen
11	(1) Algen 50—75 %, keine Fusuliniden, im Durchschnitt 8—10 % Kleinforaminiferen
8	(2) Algen 50—75 %, mit Fusuliniden, Kleinforaminiferen und Neoanchicodien in verschiedenen Prozentanteilen
6	(3) Algen 20—50 %, in einigen Proben Fusuliniden, Kleinforaminiferen im Durchschnitt 15 %
5	(4) Wenig Algen (4—20 %), viele Kleinforaminiferen (15—25 %), unterschiedliche Prozentanteile für Fusuliniden
12	(5) Wechselnder Anteil an Kleinforaminiferen und an Fusuliniden, artenreiche Algen-Flora (bis zu 50 %) und Tubiphyten

Tabelle 2: Gruppierung der Biofraktionen (ermittelt aus dem Modalbestand, Point-Counter-Messungen, 300 Treffer; Prozentwerte der Biogene 100 %) im Zyklus 4 der UPK, Westwand der Höhe 1997 SE Schulter.

Siedlungsgebiete zurückzuführen sein; vergleichbare Verhältnisse hat STEVENS (1969) beschrieben.

Die halb-quantitative Erfassung der häufigeren Biogene, deren Erhaltung (Umkrustung, Zerbrechung u. a.) und deren Textur (Größenbereiche des Biodetritus, Lagerung) sowie die Berücksichtigung der quantitativ sehr stark zurücktretenden anorganischen Komponenten der Karbonate (Intraklaste, Pellets) läßt folgende Assoziationstypen erkennen:

Gruppe A — hohe Diversität, mindestens drei Organismen-Gruppen, meist fünf und mehr Faunen- und Floren-Elemente

Assoziationstyp 1: Biomikrit (selten teilweise Biosparit) mit Biogenen in verschiedenen Prozentanteilen (Kleinforaminiferen, Fusuliniden, Bryozoen, Brachiopoden, Gastropoden, Crinoiden und Echinoideen, verschiedene Kalkalgen); einige Biogene im allgemeinen mit deutlichen Algenkrusten. Bioturbate Texturen und terrigene Komponenten im Siltbereich können vorhanden sein.

Assoziationstyp 2: Bioarenosparit mit Biogenen in verschiedenen Prozentanteilen; Echinodermaten, Bryozoen (*Rhombopora*) und Gastropoden im Vergleich mit den übrigen Biogenen stellenweise häufiger. Umkrustung vorhanden, aber bei den einzelnen Biogengruppen verschieden intensiv entwickelt.

Gruppe B — geringe Diversität, eine oder zwei Organismen-Gruppen dominieren

Assoziationstyp 3: Biomikrit mit phylloiden Algen (z. B. *Eugonophyllum*), teilweise mit Epimastoporen. Stellenweise mit terrigenen Komponenten im Siltbereich.

Assoziationstyp 4: Biomikrit mit *Anthracoporella*, teilweise mit sessilen Foraminiferen.

Assoziationstyp 5: Biomikrit mit vielen Gastropoden, teilweise mit Epimastoporen.

Assoziationsstyp 6: Biomikrit, seltener Biosparit mit zahlreichen, teilweise sehr dicht gepackten Fusuliniden.

Die Biogene der Typen 3 bis 6 weisen im allgemeinen nur eine schwache Algenumkrustung auf.

Assoziationsstyp 7: Biosparit und Biomikrit (häufig dolomitisiert) mit großen Echinodermaten-Fragmenten.

Gruppe C — sehr geringe Organismen-Größe, es dominieren sessile Foraminiferen

Assoziationsstyp 8: Biosiltit und Biopelsiltit mit zahlreichen agglutinierten, auf Feinschuttbestandteilen inkrustierenden Foraminiferen (*Ammoverrella* u. a.), zusammen mit vagilen Foraminiferen wie *Palaeotextulariiden* und verschiedenen anderen Biogenen.

Diese Organismen-Assoziationen besitzen innerhalb der Sedimentationszyklen spezielle Verteilungsmuster, die in Anlehnung an die von MOORE (1964) aus dem nordamerikanischen Jungpaläozoikum beschriebenen Verhältnisse auf „trans- und regressive“ Phasen zurückgeführt werden können (HOMANN 1969).

Spuren-Fossilien scheinen in den UPK im Vergleich mit den Grenzland-Bänken seltener zu sein, wenn man von total verwühlten Sandsteinbänken in den basalen Abschnitten der Sedimentationszyklen absieht.

d) Mikrofazies-Typen der Karbonate: Etwa 70 % aller aus den UPK untersuchten Schliffproben sind als Biomikrite, Biopelmikrite und Biosiltite zu bezeichnen. Sparitische Kalke treten im allgemeinen als Echinodermaten-Kalke oder als arenitische Detritus-Kalke (Assoziationsstyp 2) auf und sind an bestimmte Profilabschnitte gebunden. Intrasparite oder Intramikrite sind sehr selten, sodaß eine mikrofazielle Typisierung im allgemeinen mit einer Gruppierung nach Assoziationsstypen parallelläuft. Echte Ooide fehlen in den UPK.

e) Geochemie/Petrographie: Der Mineralbestand der klastischen Basisfolgen der Sedimentationszyklen zeigt nach den bisherigen Untersuchungen nur geringe Schwankungen. Die von HOMANN (1968) untersuchten Sandsteine der Treßdorfer Höhe entsprechen muskovitführenden Quarzsandsteinen mit relativ hohen Pyritgehalten und meist quarzitischem Bindemittel. Von Interesse ist der in nahezu allen Proben zu beobachtende Gehalt an Kohle (etwa zwischen 5 und 10 Vol.-%!). — Schwerminerale und Korngrößen sind bisher nur in Testproben untersucht und für die Fazies-Interpretation noch nicht auswertbar.

Der säureunlösliche Rückstand der Karbonate (bestimmt durch Filtration der karbonatfreien Lösungen über Membranfilter; semiquantitative Feststellung des Mineralbestandes durch Diffraktometeruntersuchung von texturierten Pipettenpräparaten) zeigt Schwankungen sowohl in der Menge als auch in der Zusammensetzung (Tabelle 3).

Gew.-%	Treßdorfer Höhe Profil B 32 Proben	Höhe 1997 Zyklus 3 85 Proben	Höhe 1997 Zyklus 4 67 Proben
0— 0,9	—	20	5
1— 1,9	4	18	7
2— 2,9	12	17	5
3— 3,9	7	11	1
4— 4,9	2	6	2
5— 5,9	2	1	3
6— 6,9	2	2	11
7— 7,9	1	5	3
8— 8,9	—	2	1
9— 9,9	—	—	6
10—10,9	1	—	4
11—11,9	—	—	5
12—12,9	—	1	3
13—13,9	—	1	2
14—14,9	—	—	5
15—15,9	—	—	—
16—16,9	—	—	4
17—17,9	1	—	1
18—18,9	—	—	—
19—19,9	—	—	—
20—20,9	—	—	1
25—25,9	—	1	—

Tabelle 3: Häufigkeit der verschiedenen Rückstandsmengen in Profilen der UPK.

Abgesehen von Unterschieden in der Häufigkeit der relativen Rückstandswerte treten Unterschiede auch bei einer Umrechnung der Werte in auf Bankdicken bezogene absolute Rückstandswerte (SEIBOLD 1952) auf. Für den Sedimentationszyklus 4 der Höhe 1997 ergeben sich zwei Rückstandsgruppen (0,1 bis 0,5 cm bzw. 1 bis 2, selten 3 cm), die auf bestimmte Profilabschnitte verteilt sind. Diese Konstanz der absoluten Rückstandswerte und das Fehlen einer Korrelation mit den Bankdicken weist darauf hin, daß zu bestimmten Zeiten jeweils eine einheitliche Menge an terrigenen Komponenten angeliefert wurde. Da in der mineralogischen Zusammensetzung der Rückstände (durchschnittlich etwa 25—50—75 % Quarz, wechselnde Mengen von Serizit-Illit, im allgemeinen zwischen 5 und 10 % Kaolinit, relativ viel Pyrit) zwischen den beiden Rückstandsgruppen keine signifikanten Unterschiede erkennbar sind, erscheinen als Ursachen paläogeographische Veränderungen (Absinken der Erosionsleistung im Hinterland; Regressionen) denkbar. Andere Verhältnisse deuten sich in den Profilen des Sedimentationszyklus 3 der Höhe 1997 und der Treßdorfer Höhe an; hier überwiegt der rasche Wechsel von Zeiten mit geringen absoluten Rückstandswerten und Zeiten mit hohen, aber schwankenden absoluten Rückstandswerten. Die

relativen Rückstandsmengen scheinen „zyklische“ Bedingungen anzudeuten.

Die titrimetrisch bestimmten Karbonat-Gehalte schwanken in der durch klastische Sedimente ausgezeichneten basalen Folge der Sedimentationszyklen zwischen nahezu 0 und etwa 35 Gew.-%, wobei höhere Werte durch vereinzelte, kalkschalige Organismenreste bedingt sind. Stark verwühlte Sand- und Siltsteine weisen im allgemeinen höhere Karbonat-Gehalte auf als mm-lamierte Sandsteine ohne Hinweise auf Endobionten.

Der Übergang zu höheren und hohen Karbonat-Gehalten vollzieht sich abrupt. Im Profil B der Treßdorfer Höhe steigen die CaCO_3 -Gehalte im unteren Teil der Folge von 20 auf 75 Gew.-% (Vertikalabstand 10 cm) bzw. von 0 auf 55 Gew.-% (Vertikalabstand 50 cm). Etwas dickere Karbonatbänke sind jedoch auch durch allmähliche Übergänge mit den karbonatfreien bzw. -armen Sandsteinen im Liegenden verbunden (Anstieg innerhalb von 80 cm von nahezu 0 auf 20, 40 und 80 Gew.-% CaCO_3). Die Kalke der höheren Bereiche der Zyklen weisen gleichartige Karbonatwerte auf, die in den westlichen Profilen zwischen etwa 85 und 98 Gew.-%, im Osten meist über 95 Gew.-% liegen.

Die Strontium-Werte (bestimmt durch Atomabsorption) der UPK sind in klarer Weise an die Karbonat-Gehalte gebunden. Dolomitisierte Kalkbänke zeigen den bekannten starken Abfall in der Sr-Menge. Tabelle 4 zeigt die in den Kalken und Sandsteinen der UPK gemessenen Strontiumwerte.

	Lithologie	Probenzahl	Sr-Werte (ppm)		
			Minimalwert	Maximalwert	arithmet. Mittel
Höhe 1997 Zyklus 3	Kalke	73	10	640	239
Höhe 1997 Zyklus 4	Kalke	69	306	1110	645
Treßdorfer Höhe	Kalke + Sandsteine	58	5	340	122
	Sandsteine	20	5	168	39
	Kalke	38	20	340	166
Treßdorfer Höhe Profil B, Zyklus 2	Kalke	78	545	1240	955

Tabelle 4: Sr-Werte der Sedimente der UPK, insgesamt 336 Proben.

Es fällt auf, daß das arithmetische Mittel der Probenserien teils unter, teils über dem Durchschnittsgehalt von Kalken liegt. In Profilen, wie zum Beispiel im Zyklus 4 an der Höhe 1997, sind Bereiche

mit bestimmten, gleichbleibenden Sr-Gehalten zu erkennen, die interessanterweise mit den Häufigkeitsverteilungen von Fusuliniden + phylloiden Kalkalgen + Kleinforaminiferen zusammenfallen und derart möglicherweise die ursprüngliche Mineralogie dieser karbonat-schaligen Organismen widerspiegeln. Bei einem Vergleich mit dem von VEIZER & DEMOVIĆ (1974) entwickelten Konzept liegen die festgestellten Werte im Bereich der für „Bank“ bzw. -Schelf-Fazies charakteristischen Variationsbreite bzw. — bei den höheren Werten (z. B. Zyklus 4 und Zyklus 2 der UPK) — im Lagunen-Bereich.

Die Spurenelemente gestatten lediglich Aussagen über die relative Konsistenz der Liefergebiete der terrigenen Komponenten. Dies gilt insbesondere für die metallischen Elemente Cr, Co, Ni, Pb, Zn und Cu (Profil Höhe 1997, Sedimentationszyklus 4), deren in verschiedener Profilhöhe \pm gleichbleibende Werte zum Teil jedoch auch die Häufigkeit der Organismen bzw. der organischen Substanz im Sediment widerspiegeln dürften.

GRENZLAND-BÄNKE (GB)

a) Lithologie: Das am Rattendorfer Sattel aufgeschlossene Typusprofil dieser Schichtgruppe umfaßt eine bis zu 125 m mächtige, überwiegend klastische Folge, in welche einige geringmächtige Kalke eingeschaltet sind. Die Klastika bestehen aus zum Teil gebankten Fein- und Grobsandsteinen, die in unregelmäßiger Verteilung Millimeter-Laminierung und/oder totale Bioturbation aufweisen. Ebenso häufig treten Siltsteine auf, quantitativ zurücktretend Quarz-Konglomerate.

Eine im wesentlichen auf die Verteilung der Schwer- und Leichtminerale aufgebaute Charakterisierung der Grenzland-Schichten findet sich bei G.-F. TIETZ (in diesem Band). Demnach läßt sich im Typusprofil aufgrund der Häufigkeit der opaken Minerale, von Chlorit und Turmalin und nach dem Verhältnis zwischen detritischen und authigenen Turmalinen eine Dreiteilung erkennen, die mit einer Änderung des Anlieferungsmodus und/oder mit möglicherweise verschiedenen Liefergebieten zusammenhängen dürfte. Von besonderem Interesse ist das seltene Auftreten von kaum verrundeten Granaten im unteren Profilabschnitt (in Spuren auch im höheren Teil des Profiles).

Die von A. BAUER durchgeführte Charakterisierung der Korngrößenverteilung der Sand- und Siltsteine im unteren Drittel des Typusprofils ergab Parameterdiagramme (nach DOUGLAS, FRIEDMAN, PASSEGA), welche für eine Ablagerung in einem strandnahen, möglicherweise wattähnlichen, marinen Strömungsbereich sprechen.

b) Fossilinhalt: Das Fossilpektrum umfaßt Kleinforaminiferen, Fusuliniden, Korallen, Bryozoen, Brachiopoden, Gastro-

poden, Muscheln, Ostrakoden, Echinodermaten, Kalkalgen und Pflanzenreste sowie Spuren-Fossilien. Letztere sind für die fazielle Deutung der Schichtgruppe von besonderem Interesse. In den feinschichtigen Silt- und Feinsandsteinen („Schiefern“) treten Spreitenbauten (*Zoophycos*) und Tunnelbauten (*Chondrites*) auf, in den quarzitischen Fein- bis Mittelsandsteinen schichtdurchsetzende und schichtparallele Einzelröhren bzw. Wühlgefüge. Die *Zoophycos*-Bauten sind auf den liegenden Profilabschnitt beschränkt.

Fusuliniden, Brachiopoden und Muscheln finden sich außer in Kalken nicht selten in den basalen Abschnitten der Sandsteinbänke.

In den Kalken können folgende Assoziationstypen unterschieden werden:

Assoziationstyp 3 — Biomikrit mit phylloiden Algen (ähnlich UPK)

Assoziationstyp 6 — Biosparit mit dicht gelagerten, kaum zerbrochenen Fusuliniden

Assoziationstyp 9 — Biosiltit mit zahlreichen, inkrustierenden Organismen (*Ramovsia* KOCHANSKY-DEVIDÉ, 1973)

Assoziationstyp 10 — Onkomikrite mit verschiedenen anderen Organismen-Gruppen (Echinodermaten, Gastropoden, Epimastoporen u. a.)

Assoziationstyp 11 — Biomikrit mit sehr häufigen, dicht gelagerten, kaum transportierten Echinodermaten-Fragmenten und mit Gastropoden

Die Typen 3, 6 und 9 treten in der ersten Karbonateinschaltung des Profils (Typlokalität von *Pseudoschwagerina aequalis* etc.) gemeinsam auf. Die zweite Karbonateinschaltung ist durch die Assoziationstypen 3, 6 und 10 gekennzeichnet. In der im Profil folgenden Karbonateinschaltung tritt ein etwas abgewandelter Assoziationstyp 1 auf (mit Tubiphyten). Die höchste Karbonatfolge ist durch den nur hier festgestellten Assoziationstyp 11 charakterisiert. In der zweiten Karbonateinschaltung treten in allen Typen Onkoide auf, die im Vergleich mit den Onkoiden der Oberen Pseudoschwagerinenschichten von sehr unregelmäßiger Gestalt sind.

c) Geochemie/Petrographie: Alle Karbonateinschaltungen des Typusprofils liegen in dem durch erhöhten Chloritgehalt und geringe Turmalin-Führung charakterisierbaren oberen Profilabschnitt, wobei unter und über den Kalkbänken keine wesentlichen Unterschiede im Modalbestand bzw. in der Zusammensetzung der Schwermineralassoziation festzustellen sind. Dies weist darauf hin, daß die Bildung der Kalke in den Grenzland-Schichten kaum eine grundsätzliche Umstellung der generellen Sedimentationsbedingungen erforderte.

Die Karbonat-Gehalte von 45 Proben aus dem Typusprofil der GB liegen im Bereich der klastischen Schichten zwischen 0,02 und 17,4 Gew.-%, wobei die meisten Sandsteine Karbonat-

Gehalte um 0,5 Gew.-% haben. Die im Gelände als Kalke angesprochenen Gesteine weisen nur Karbonat-Gehalte von 45 bis 70 Gew.-% auf; dies ist auf die — in allen Karbonateinschaltungen zu beobachtende — Quarzföhrung zurückzuführen.

Während die Mn-Gehalte relativ konstant sind, treten deutliche Unterschiede im Fe-Gehalt der klastischen Sedimente auf; häufigen Werten zwischen 5 und 8 % Fe stehen die im mittleren Profilabschnitt feststellbaren erhöhten Fe-Gehalte von 10 bis 14 % gegenüber. Auch hier zeigt sich die Einheitlichkeit der klastischen Sedimentation, da die hohen Fe-Gehalte in gleicher Weise sowohl unter als auch über Karbonateinschaltungen auftreten.

Die Rückstandsmengen sind gleichförmig hoch; in der Zusammensetzung des Mineralbestandes ergeben sich insoferne Unterschiede, als etwa in der Profilhöhe der ersten Karbonateinschaltungen das Quarz/Feldspat-Verhältnis ansteigt, während in den liegenden Abschnitten mit Ausnahme der ersten 50 Profilmeter kaum Feldspäte auftreten. Serizit ist in allen Proben mit zum Teil hohen Prozentwerten (bis 35 %) vorhanden; Illit und Kaolinit sind selten, Chlorit tritt hingegen relativ häufig auf. Damit ergibt sich ein deutlicher Unterschied in der Zusammensetzung des Tonmineralspektrums im Vergleich mit dem der Unteren Pseudoschwagerinen-Schichten.

OBERE PSEUDOSCHWAGERINEN-SCHICHTEN (OPK)

a) Lithologie: Im Vergleich mit den UPK und GB treten klastische Sedimente in dieser Schichtgruppe nahezu völlig zurück, wenn man von möglichen Einschaltungen von Quarz-Konglomeraten und Feinsandsteinen in den tieferen Partien der OPK (Gebiet der Höhe 2004, Scheibenkofel) absieht. Es handelt sich um im allgemeinen fein- bis mittelgebankte, grau- und dunkelgefärbte Kalke und Dolomite mit deutlichen, aber meist nicht ebenflächigen Bankfugen. Tabelle 5 zeigt die Häufigkeit der Bankungsdicken im Typusprofil der OPK (Zottachkopf) sowie in einem weiteren Profil.

Die in ihrer mikrofaziellen Charakterisierung stark abweichenden roten OPK (Höhe 2004, Gebiet der Rudnigalm) weisen im allgemeinen nur schlechte Bankung auf. Die Gesamtmächtigkeit der OPK beträgt 175 m.

b) Fossilinhalt: Generell treten bis auf Pflanzen die gleichen Organismen-Gruppen auf wie in den UPK und in den Grenzlandbänken. Es dominieren — bezogen auf etwa 800 Dünnschliffe — Kleinforminiferen und Kalkalgen. Im Zottachkopf-Profil sind in etwa 47 % der Kalkbänke vagile Benthonten (Kleinforminiferen, Fusuliniden, Gastropoden, Ostrakoden, Serpuliden und Echinoideen) und in 52 % der Bänke sessile Benthonten (Kleinforminiferen, Spongien, Korallen, Bryozoen, Brachiopoden, Crinoiden und Kalkalgen)

Bankdicken cm	Häufigkeit	NW Reppwand
	Zottachkopf-NW-Hang 74 m	Höhe 1347 40 m
bis 5	9	46
bis 10	45	27
15	60	18
20	38	6
25	15	1
30	12	7
35	3	—
40	3	2
45	2	4
50	1	2
55	1	1
60	3	2
65	—	1
70	—	—
75	—	—
80	2	—
85	—	—
90	—	1
100	4	9

Tabelle 5: Bankungsdicken im OPK

zu beobachten. Im Vergleich mit den UPK und den GB treten im Schliffbereich neue dominierende Gruppen auf (Großonkoide; Massenvorkommen von *Atractyliopsis* und „Sporen“; gehäufte Vorkommen von Palaeotextulariiden). Die Assoziationstypen können wie folgt definiert werden:

Assoziationstyp 1 (siehe Seite 47) — im Prinzip ähnlich wie in den UPK, jedoch durch häufiges Hinzutreten von Onkoiden und von neuen Floren-Elementen (z. B. Neoanchicodien) etwas abgewandelt

Assoziationstyp 3 — Biomikrit mit phylloiden Algen (selten!)

Assoziationstyp 6 — Biosparit mit vielen Fusuliniden, die jedoch im Gegensatz zu den Verhältnissen im UPK häufig bei der Einbettung zerbrochen und durch Algen umkrustet sind

Assoziationstyp 8 — Biosiltit und Biopelsiltit, oft zusammen mit Onkoiden

Assoziationstyp 10 — Onkomikrite, zusammen mit zahlreichen verschiedenen Biogenen, Grundmasse zum Teil pelsparitisch oder als Biosiltit, selten als Sparit

Assoziationstyp 12 — Biomikrit bzw. -sparit mit massenhaft oder in relativ hohen Prozentwerten (über 30 % des Modalbestandes) auftretenden „Sporen“ (siehe E. FLÜGEL 1966), häufig zusammen mit *Atractyliopsis* und anderen Dasycladaceen sowie mit verschiedenen anderen Biogenen

Assoziationstyp 13 — Biomikrit mit vielfältiger Fauna und Flora, in welcher *Neoanchicodium* dominiert

Die Organismenwelt der OPK ist vielfältiger und wohl auch artenreicher als die der UPK und GB. Für die fazielle Deutung von Interesse ist die Verbreitung und der Aufbau der Onkoide:

Als „Kerne“ der Algenumkrustungen dienen neben Schalenresten häufig Neoanchicodien und andere Kalkalgen sowie Echinodermaten. Die Dicke der mikritischen und/oder aus porostromaten Algen-Strukturen bestehenden „Lagen“ schwankt zwischen 1 und 12 mm, die häufigeren Werte liegen zwischen 3 und 5 mm. Die von den Dimensionen der „Kerne“ abhängigen Größen der Onkoide erreichen 40 x 20 mm. Am Aufbau der Onkoide sind mehrere Girvallen-Arten und sessile, agglutinierte Foraminiferen beteiligt.

	Kalzit	Dolomit	Quarz	Illit	Chlorit	Kaolinit	Serizit
O 1	xxx	(x)	x	—	x	—	—
O 2	xxx	(x)	x	—	x	—	x
O 3	xxx	(x)	x	—	(x)	(x)	x
Os 5	xxx	(x)	x	—	x	—	—
Os 7	xxx	(x)	x	—	x	(x)	x
Os 8	xxx	xx	x	—	x	(x)	x
Os 9	xxx	(x)	(x)	—	x	—	—
M 4	xxx	(x)	xx	x	x	(x)	—
M 6	xxx	(x)	xx	(x)	x	—	—
M 10	xxx	x	xx	—	x	—	x
M 11	xxx	x	xx	—	x	—	x

Tabelle 6: Mineralogische Zusammensetzung von Onkoiden und Matrix aus dem OPK, Weg südlich des Trogkofels. O = Onkoid-Querschnitt, Os = Randschnitt (tangential), M = Matrix zwischen Onkoiden. xxx = > 50 %, xx = 25–50 %, x = 10–25 %, (x) = < 10 %

Am Aufbau der Onkoide beteiligen sich auch Quarz und verschiedene Tonminerale (Tabelle 6), wobei kaum Unterschiede innerhalb der Teilbereiche in den Onkoiden vorhanden sind. Quarz wird anscheinend in geringerer Menge in die Onkoide eingebaut, als er im Sedimentationsraum vorhanden ist. Außer den angeführten Mineralen finden sich in den Onkoiden (und in der Matrix) Pyrit und Goethit.

c) Geochemie/Petrographie: Karbonat und Rückstandsgehalte sowie die mineralogische Zusammensetzung der Rückstände von OPK wurden für einen Ausschnitt des Typusprofils bereits beschrieben (E. FLÜGEL et al. 1971). Neue Werte liegen für die OPK am SW-Fuß des Trogkofels (höhere OPK mit Übergang in die TK) und für die unteren Abschnitte der OPK am Westhang des Zweikofels vor. Die Rückstandswerte bewegen sich in bekannten Größen, wobei allerdings vereinzelt auffallende „Sprünge“ auftreten (Anstiege von etwa 4 auf 33 Gew.-% in den OPK nördlich der Reppwand).

Von Interesse sind die Sr- und Mn-Werte der OPK: Im Zottachkopf-Profil und im Profil des Trogkofel-Fußes treten auf-

fallend gleichförmige Strontium-Werte auf, die einen Mittelwert von 239 (24 Proben) bzw. 256 (10 Proben) ppm aufweisen; geringere Werte besitzen die OPK am Zweikofelhang (bei 11 Proben Mittelwert 140 ppm), hier wurden jedoch auch dolomitisierte Proben berücksichtigt. Es fällt auf, daß die Sr-Gehalte bedeutend konstanter sind als die in den UPK festgestellten Werte. Auch in den Mn-Werten deuten sich Unterschiede zwischen den UPK und den OPK an (Tabelle 7).

	Maximalwert	ppm Mn	
		Mittelwert	Minimalwert
UPK, Zyklus 3			
Höhe 1997 (73 Proben)	527	148	35
UPK, Treßdorfer Höhe			
(58 Proben)	748	280	47
OPK, Zottachkopf			
(24 Proben)	57	32	17
OPK, Trogkofel-Fuß			
(10 Proben)	151	48	85

Tabelle 7: Mangan-Gehalte in den UPK und OPK.

TROGKOFEL-KALKE (TK)

a) **Lithologie:** Dieses bis zu 400 m mächtige Schichtglied ist lithofaziell noch nicht vollständig untersucht. Es handelt sich um massige und (in den basalen Abschnitten) grobgebankte, verschieden gefärbte Kalke und Dolomite, die sich im allgemeinen durch ihren hellen Farbton, durch an kleinen Klüften auftretende Fe-Beläge und durch eine stellenweise häufige Brekzienstruktur auszeichnen. Auffallend sind unregelmäßig verteilte, intensiv rot gefärbte Einlagerungen mit verringertem Karbonat- und erhöhtem Nichtkarbonat-Gehalt. In tieferen Abschnitten der TK finden sich selten geringmächtige Feinsandsteine.

KAHLER & PREY (1963) haben auf die wechselnde Mächtigkeit der TK hingewiesen und in diesem Zusammenhang von „an- und abschwellenden Riffkörpern“ gesprochen.

b) **Fossilinhalt:** Zusätzlich zu den bei den UPK und OPK genannten Organismen-Gruppen sind aus dem Trogkofel-Kalk mit Einzelfunden Ammonoideen und Trilobiten bekannt geworden. Die bisher genauer untersuchte Fauna besteht überwiegend aus Brachiopoden (28 Arten) und Korallen (4 Arten). Fusuliniden und Kalkalgen sind bisher nur mit wenigen Arten untersucht, wobei Tubiphyten und verwandte Formen im Schriffmaterial überwiegen. Neues Material aus dem Gebiet des Normalaufstieges auf den Trog-

kofel und aus dem Raum nordöstlich der Kühweger Alm zeigt, daß die für den Trogkofel-Kalk bisher vermutete geringe Diversität nicht zutrifft und daß Assoziationstypen auftreten, die in auffallender Weise an Organismen-Assoziationen der Trogkofel-Kalke in den südlichen Karawanken (Teufelsschlucht) erinnern. Folgende Typen können unterschieden werden:

Gruppe A, hohe Diversität

Assoziationstyp 14 — Biosparit mit zahlreichen Dasycladaceen (Mizzien, Clavaphysoporellen, Gyroporellen u. a.), Gastropoden, Kleinforaminiferen u. a. Dieser Typ unterscheidet sich vom Assoziationstyp 2 durch die Dominanz bestimmter Dasycladaceen-Gattungen.

Gruppe B, geringe Diversität

Assoziationstyp 6 — Biosparit mit zahlreichen, im allgemeinen nicht umkrusteten Fusuliniden.

Assoziationstyp 15 — Tubiphyten-Bryozoen — Intramikrit, charakterisiert durch quantitatives Überwiegen von Tubiphyten, cryptostomen Bryozoen und Schalenresten. Häufig Resedimentation.

Assoziationstyp 16 — Tubiphyten-Biomikrit und -Biosparit, außer Tubiphyten und Algenkrusten kaum andere Biogene.

c) **Geochemie/Petrographie:** Die Trogkofel-Kalke scheinen — abgesehen von Bereichen mit klastischen Einlagerungen — im Vergleich mit den OPK arm an nichtkarbonatischen Komponenten zu sein. Dies gilt insbesondere für den durch das Überwiegen von Tubiphyten charakterisierten Typus, bei welchem die Mittelwerte von zwei Probenreihen (Zweikofel, 20 Proben; Trogkofel-Süd, 12 Proben) 0,35 bzw. 0,40 Gew.-% betragen. Ein Vergleich von Trogkofel-Kalken der Typlokalität mit den im Gebiet von Forni Avoltri aufgeschlossenen (stratigraphisch wohl jüngeren) Trogkofel-Kalken, zeigt, daß beträchtliche Unterschiede sowohl in den geochemischen Daten (stark schwankende Rückstandswerte, 1 bis 16 Gew.-%; Sr-Mittelwert bei 17 Proben 170 ppm, Mn-Mittelwert 67 ppm) als auch in der Mikrofazies (Biomikrit und Biopelmikrit mit Gastropoden; Intramikrite u. a.) bestehen, die einen genaueren Vergleich der Trogkofel-Kalk-Vorkommen notwendig machen.

TRESSDORFER KALK (TrK)

a) **Lithologie:** Dieser nur in einem sehr kleinen Erosionsrest östlich der Treßdorfer Höhe erhaltene Kalk ist durch eine auffallende Brekzienstruktur (polymikte Kalk-Brekzie) ausgezeichnet. In Ergänzung zu der von HOMANN (1969) und E. FLÜGEL (1968) gegebenen Beschreibung ist festzuhalten, daß zumindestens einige im Treßdorfer Kalk enthaltene Brekzienbestandteile als feste Komponenten aufgearbeitet und wahrscheinlich unter Süßwasser-Einfluß durch Faser- und Meniskuszement verkittet wurden. Die Kalke enthalten folgende Mikrofazies-Typen:

- 1 Oosparite mit verschieden gut sortierten Einfach- und Mehrfachooiden, allgemein fossilarm; als Kerne dienen Mizzien und Gastropoden;
- 2 Tubiphyten-Echinodermaten-Biomikrit/Biosparit mit mikritischen Intraklasten, einigen Bryozoen und einigen Fusuliniden;
- 3 Biomikrit und Biopelmikrit mit Dasycladaceen, Palaeotextularien und Echinodermaten;
- 4 Biomikrit mit *Atractyliopsis*, *Neoanchicodium*, Sporen, Gastropoden und Echinodermaten;
- 5 Intramikrit mit verschieden großen, eckigen Mikrit-Fragmenten.

Vergleichbare MF-Typen sind aus dem Oberen Pseudoschwagerinen-Kalk (Typus 3 und 4) und aus dem unteren Trogkofel-Kalk (Typus 2) bekannt. Es muß daher in Betracht gezogen werden, daß Trogkofel-Kalke und (nach der Mikrofazies obere) Pseudoschwagerinen-Kalke im höchsten Unterperm abgetragen wurden; vergleichbare Verhältnisse sind aus Slowenien bekanntgeworden.

b) Fossilinhalt: Abgesehen von den aus den Rattendorfer Schichten beschriebenen Kalkalgen und Kleinforaminiferen finden sich im TrK als auffallendstes Florenelement Mizzien. Für die Alterseinstufung wesentlich sind Fusuliniden, die nach KÄHLER (1973) die obere Trogkofel-Stufe markieren.

c) Geochemie/Petrographie: 10 Proben der nur etwa 15 m mächtigen Treßdorfer Kalke zeigen hohe Karbonat-Gehalte (85 bis 97 Gew.-%), auffallend geringe Rückstandsmengen (0,08 bis 1,70 Gew.-%, bis auf eine Probe weniger als 1 Gew.-%), gleichförmige, niedere Mn-Werte (30 bis 60 ppm) und unterschiedliche Sr-Werte (58 bis 280 ppm).

FAZIES-INTERPRETATION

Die Auswertung der bis jetzt vorliegenden Beobachtungsdaten gestattet folgende Fazies-Interpretation:

UNTERE PSEUDOSCHWAGERINEN-SCHICHTEN: Küstennahe Flachwasser-Sedimentation in einem un stetig absinkenden, morphologisch und bathymetrisch gegliederten gezeitenfreien Innenschelf.

Begründung: Fauna und Flora charakterisieren ein normal marines Milieu, die Dominanz der Assoziationstypen mit geringer Diversität und vom Durchschnittswert beträchtlich nach oben abweichende Sr-Werte machen die Existenz von durch morphologische Barrieren getrennten Bereichen mit unterschiedlicher Wasserzirkulation und dementsprechend unterschiedlichem Nahrungsangebot wahrscheinlich. Das Überwiegen bestimmter Organismenstypen in den einzelnen Abschnit-

ten der Sedimentationszyklen, die Wiederholung der Assoziations-typen in der Vertikalen und die durch die wechselnde Menge der karbonatischen Biogene bedingten Gruppierungen der Sr-Werte innerhalb der UPK sprechen für „zyklische“ Sedimentationsbedingungen. Hinweise auf die Konsistenz des Hinterlandes ergeben sich aus der gleichförmigen Verteilung der Spurenelemente und aus der möglichen Gruppierung der absoluten Rückstandsmengen; im Zyklus 4 deutet sich eine in der Zeit wechselnde Erosionsleistung des Hinterlandes an.

GRENZLAND-SCHICHTEN: Flachwasser-Sedimentation im Küstenbereich mit in der Zeit rasch wechselnden Strömungsverhältnissen und Abtragungsgebieten.

Begründung: Die auch in den klastischen Schichten vorhandenen Fusuliniden und Kalkalgen sprechen für flaches, gut durchlichtetes Wasser, die Korngrößenparameter für Sedimentation im Bereich von Strömungen. *Zoophycos* charakterisiert einen von der Wellenbasis bis in tiefere Becken reichenden Bereich (CHAMBERLAIN & CLARK 1973). Schwerminerale und Modalbestand der klastischen Sedimente zeigen unterschiedliche Abtragungsgebiete, möglicherweise freiliegendes Kristallin (Granatführung!) und wechselnde Wasser-Energie an. Die Mikrofazies-Typen der Kalk-Einschaltungen weisen auf unterschiedliche Wassertiefen hin, wie sie in einem küstennahen Gebiet mit starken klastischen Schüttungen verständlich sind.

OBERE PSEUDOSCHWAGERINEN-SCHICHTEN: Küstenferne Flachwasser-Sedimentation im stetig absinkenden, bathymetrisch nur gering gegliederten Schelf.

Begründung: Fauna und Flora sowie die Dominanz der Assoziationstypen mit hoher Diversität sprechen für die Existenz von gut durchlichtetem, nährstoffreichem Wasser ohne Gezeiten, wobei die im Zottachkopf-Profil übereinander zu beobachtenden Bereiche mit bestimmten Organismen-Assoziationen (vom Liegenden zum Hangenden Typus 10, 1, 8, 12, 10, 13 und 6) lateralen ökologischen Zonen mit zunehmender Verschiebung zu küstenabgewandten Bereichen entsprechen könnten. Die geringen und gleichförmigen Rückstandgehalte (insbesondere nach Berechnung der absoluten Rückstandgehalte) sowie die gleichförmigen Sr-Werte können durch nur geringe und gleichbleibende Beeinflussung des Sedimentationsraumes vom Land her und durch \pm einheitliche Verteilung der karbonatischen Biogene im Ablagerungsraum erklärt werden. Für nur schwache terrigene Sedimentanlieferung spricht auch der sehr geringe Mn-Gehalt.

TROGKOFEL-KALK: Durch Tubiphyten fixierte Riff-Bildung mit Bereichen unterschiedlicher Wasser-Energie.

Begründung: Als Gerüstbildner und als Sedimentbinder kann *Tubiphytes* wirksam gewesen sein. Die auffallenden Mächtigkeitsschwankungen und die offenbar unterschiedlichen Mikrofazies-Typen der Trogkofel-Kalke (Fusuliniden-Bioarenosparite und Dasycladaceen-Arenosparite, back-reef-Fazies?) lassen einen größeren, gegliederten Riff-Komplex vermuten, dessen Baustil jedoch derzeit noch unklar ist.

TRESSDORFER KALK: Flachwasser-Sedimentation im küstennahen Bereich.

Begründung: Die Zusammensetzung aus einzelnen Mikrofazies-Typen, die möglicherweise aus dem Trogkofel-Kalk und aus den Oberen Pseudoschwagerinen-Kalken stammen und die fehlende Rundung der Kalk-Komponenten sowie die sehr geringen Rückstandsmengen weisen auf relativ rasche Sedimentation hin, wobei „autochthone“ Komponenten (Oolithe mit Mizzien, aus den OPK bzw. TK nicht bekannt!) mit abgelagert wurden. Anbohrungen der Kalkfragmentränder und spezielle Zementtypen lassen es möglich erscheinen, daß die Verfestigung der Kalkbrekzie mit einem zeitweiligen Trockenfallen verbunden war.

L I T E R A T U R

- ANGENHEISTER, G., BÖGEL, H., GEBRANDE, H., GIESE, P., SCHMIDT-THOMÉ, P., & ZEIL, W. (1972): Recent investigations of surficial and deeper crustal structures of the Eastern and Southern Alps. — *Geol. Rundschau*, 61, H. 2: 349—395, 17 Abb.
- BOSELLINI, A. (1965): Lineamenti strutturali delle Alpi meridionali durante il Permo-Trias e alcune considerazioni sui possibili rapporti con la tettonica alpidaica. — *Mem. Mus. Storia Nat. Venezia Tridentina* (28), 15, H. 3:3—72, 21 Abb.
- CHAMBERLAIN, C. K., & CLARK, D. L. (1973): Trace Fossils and Conodonts as Evidence for Deep-Water Deposits in the Oquirrh Basin of Central Utah. — *J. Palaeont.*, 47, H. 4:663—682, 3 Taf., 7 Abb.
- DEWEY, J. F., PITMAN, W. C., RYAN, W. B. F., & BONNIN, J. (1973): Plate Tectonics and the Evolution of the Alpine System. — *Geol. Soc. America Bull.*, 84:3137—3180, 19 Abb.
- FALK, F., LÜTZNER, H., GRUMBT, E., & ELLENBERG, J. (1972): Gesteinstypen klastischer Sedimente und ihre Anwendung in der Lithologie. — *Geol.*, 21, H. 4/5:585—607, 18 Abb.
- FLÜGEL, E. (1966): Algen aus dem Perm der Karnischen Alpen. — 25. Sonderheft der *Carinthia* II, 76 S., 11 Taf., 15 Abb., 12 Tab.
- (1968): Bericht über fazielle und stratigraphische Untersuchungen im Perm der Karnischen Alpen. — *Carinthia* II, 78:38—65, 5 Tab., 1 Abb.

- HOMANN, W., & TIETZ, G.-F. (1971): Litho- und Biofazies eines Detailprofils in den Oberen Pseudoschwagerinen-Schichten (Unter-Perm) der Karnischen Alpen. — Verh. geol. Bundesanst., 1971, H. 1:10—42, 6 Abb., 4 Tab.
- HOMANN, W. (1968): Lithofazielle, sedimentologische und mikropaläontologische Untersuchungen in den Unteren Pseudoschwagerinen-Kalken (Rattendorfer Schichten, Unter-Perm) der Typuslokalität (Rattendorfer Alm und Treßdorfer Höhe, Karnische Alpen, Österreich). — Unveröff. Diplom-Arbeit TH Darmstadt, 197 S., 15 Taf., 8 Abb., 25 Tab., 6 Diagr., 1 Karte.
- (1969): Fazielle Gliederung der Unteren Pseudoschwagerinenkalke (Unterperm) der Karnischen Alpen. — N. Jb. Geol. Paläont. Mh., 1969, H. 5:265—280, 4 Abb., 1 Tab.
- (1970): Litho- und biofazielle Gliederung der Rattendorfer Schichten (Rattendorfer Stufe, Unter-Perm) in den Karnischen Alpen, unter besonderer Berücksichtigung der Kalkalgen-Flora und Korallen-Fauna. — Unveröff. Diss. TH Darmstadt, 316 S., 3 Taf., 48 Abb., 12 Foto-Taf., 45 Tab.
- (1971): Korallen aus dem Unter- und Mittel-Perm der Karnischen Alpen. — Carinthia II, Sonderheft 28:97—143, 4 Taf., 2 Tab., 1 Abb.
- (1972): Unter- und tief-mittelpermische Kalkalgen aus den Rattendorfer Schichten, dem Trogkofel-Kalk und dem Treßdorfer Kalk der Karnischen Alpen (Österreich). — Senck. leth., 53, H. 3/4:135—313, 10 Taf., 10 Abb., 60 Tab.
- KAHLER, F. (1973): Beiträge zur Kenntnis der Fusuliniden der Ostalpen. Ein Kalkgeröll mit permischen Fusuliniden aus der Oberkreide der Weststeiermark. — Palaeontograph., A, 141, H. 5/6:143—153, Taf. 14.
- (1974): Fusuliniden aus T'ien-schan und Tibet. Mit Gedanken zur Geschichte der Fusuliniden-Meere im Perm. — Rep. Scientific Exped. North-Western Prov. China Dr. Sven Hedin, Sino-Swedish Exped., Publ. 52, V, Invertebrate Paleont., 4, 248 S., 2 Taf.
- KOCHANSKY-DEVIDÉ, V. (1973): *Ramovsia limes* n. g. n. sp. (Problematica), ein Leitfossil der Grenzlandbänke (unteres Perm). — N. Jb. Geol. Paläont. Mh., 1973, H. 8:462—468, 2 Abb.
- MOORE, R. C. (1964): Paleocological Aspects of Kansas Pennsylvanian and Permian Cyclothems. — State Geol. Surv. Kansas Bull., 169, H. 1:287—380, 44 Abb.
- SEIBOLD, E. (1952): Chemische Untersuchungen zur Bankung im unteren Malm Schwabens. — N. Jb. Geol. Paläont. Abh., 95, H. 3:337—370, 11 Abb., 2 Tab.
- STEVENS, C. H. (1969): Water Depth Control of Fusulinid Distribution. — Lethaia, 2:121—132, 13 Abb.
- VEIZER, J., & DEMOVIĆ, R. (1974): Strontium as a tool in facies analysis. — J. Sed. Petrol., 44, H. 1:93—115, 9 Abb.

Anschrift des Verfassers: Prof. Dr. Erik FLÜGEL, Institut für Paläontologie, Universität, Loewenichstraße 28, D-852 Erlangen.