© Naturwissenschaftlicher Verein für Steiermark; download unter www.biologiezentrum.at

Mitt. naturwiss. Ver. Steiermark	Band 120	S. 99–124	Graz 1990

„Einschnitte" in der Entwicklung permischer Kalkalgen

Von Erik FLÜGEL

Mit 2 Abbildungen und 4 Tafeln im Text
Eingelangt am 15. Dezember 1989

Zusammenfassung: Die aus dem Perm bekannte Algen-Flora verteilt sich auf 54 Gattungen und 298 Arten. Unter den Arten dominieren Dasycladaceen, gefolgt von Codiaceen, Solenoporaceen, Gymnocodiaceen, porostromaten Algen und Rotalgen unsicherer systematischer Stellung.

Die Einordnung der Algen-Floren in ein, nach Möglichkeit auf Fusuliniden-Datierungen aufgebautes biostratigraphisches Schema zeigt, daß aus dem tiefen Perm (Assel und Sakmar) und aus Teilen des mittleren Perm (Murgab) im Vergleich mit anderen Zeitabschnitten bessere Daten vorliegen (Abb. 1).

Der Vergleich der Algen-Floren aus Schelf- und Plattformkarbonaten im Hinblick auf relative Bedeutung der Großgruppen, Diversität, Erneuerung der Algen-Assoziationen und Massenvorkommen von Arten zeigt die Existenz von 6 „Einschnitten" (Abb. 2 – Unterperm: mittlere/obere Assel-Stufe, Basis Sakmar, Basis Yatash; Mittelperm: Basis Murgab, Murgab/Midin; Oberperm: Basis Dzhulfa). In der Riff-Fazies ist, in Abhängigkeit von einem Umbau der Rifftypen (Riffe mit phylloiden Algen, Riffe mit Tubiphyten und Archaeolithoporellen) ein Einschnitt im Yatash erkennbar.

Die Bearbeitung von durch Fusuliniden datierten Algen aus dem unteren und mittleren Perm von NW- und S-Anatolien (Taf. 1–4) weist darauf hin, daß die „Einschnitte" unterschiedlich gut erkennbar sind.

Im Vergleich mit bisherigen Vorstellungen über die Entwicklung der Algen-Floren im Perm zeigt sich ein weitaus komplexeres Muster, dessen Ursachen (Kontrolle durch Meeresspiegelschwankungen, Klima etc.) derzeit untersucht werden.

Summary: The Permian algal flora comprises 54 genera and 298 species. The flora is highly dominated by dasycladacean green algae, followed by codiaceans, solenoporaceans, gymnocodiaceans, porostromate algae and various "red algae" of uncertain systematic position.

The information is strongly biased with respect to the different Permian stages (Fig. 1). Early Permian and Murgabian calcareous algae are better known than algae from other time intervals.

The comparison of the algal floras with respect to the relative importance of major groups, generic and species diversity, originations and extinctions, and domination of species acting as rock-building elements (e. g., *Mizzia* limestones, gymnocodiacean limestones) results in the recognition of 6 major changes ("Einschnitte", Fig. 2) within the non-reef algal floras: Lower Permian – Middle/Upper Asselian, base of the Sakmarian, base of the Yatashian; Middle Permian – base of the Murgabian, Murgabian/Midinian; Upper Permian – base of the Dzhulfian. Reef floras are characterized by different associations in reefs dominated by phylloid algae and in reefs dominated by *Tubiphytes* and *Archaeolithoporella*. Timing and relative importance of major changes are much more complicated than assumed in previous models describing the development of Late Paleozoic algal floras.

The study of algae from the Lower and Middle Permian fusulinid-bearing limestones of northwestern and southern Anatolia (Bergama, Balya; Ala Dag/Taurus. Plates 1–4) indicates good correlations between age datings based on fusulinids and on algae for the *Neoschwagerina*-Zone but a wide stratigraphical range for algae occurring in samples from the *Misellina*-Zone.

Current studies deal with the controls of the major changes of Permian algal floras from shelf and reef carbonates.

© Naturwissenschaftlicher Verein für Steiermark; download unter www.biologiezentrum.at

1. Einleitung

Im Rahmen des von der Deutschen Forschungsgemeinschaft unterstützten Schwerpunktprogrammes „Globale und regionale Steuerungsprozesse biogener Sedimentation" wird die Evolution von Riffen in der Erdgeschichte untersucht. Änderungen im Typus und Baustil der Riffe sowie in der Zusammensetzung der Riffkarbonate werden wesentlich durch „Einschnitte" in der Entwicklung der in Riffen und auf benachbarten Karbonatplattformen lebenden Organismen kontrolliert.

Unter diesen Organismen sind „Kalkalgen" als Sedimentbildner insbesondere im jüngeren Paläozoikum und im Mesozoikum und im Tertiär von großer Bedeutung, obwohl bei den rezenten Algen nur bei etwa 8–10% der Arten Kalkhüllen auftreten (WRAY 1977). Etwa ab dem mittleren Karbon bis zum Ende des Perms waren die Zerfallsprodukte von Grün- und Rotalgen wesentliche Bestandteile flachmariner Karbonate. Im gleichen Zeitraum waren Algen wichtige Riffbildner.

Dies wird durch die weltweite Verbreitung von „Mizzien-Kalken" oder „Gymnocodiaceen-Kalken" dokumentiert. Derartige Massenvorkommen von permischen Kalkalgen sind schon früh auf das Interesse von Geologen gestoßen, die in wenig erforschten Gebieten den Versuch einer stratigraphischen Gliederung vornahmen.

Dies kommt auch in den Arbeiten von K. METZ (1939 a, 1939 b) über die Geologie des Kilikischen Taurus zum Ausdruck.

Bereits PIA (1937) hat darauf hingewiesen, daß sich in der Entwicklung der jungpaläozoischen Algen nicht das „Bild einer gleichsinnigen, allmählichen Umformung" zeigt, sondern „daß immer wieder einzelne Gruppen für kurze Zeit in den Vordergrund treten, um bald zu verschwinden und durch neue ersetzt zu werden". Trotz der zu seiner Zeit noch sehr unvollständigen Kenntnis der jungpaläozoischen Algen-Floren hat PIA erkannt, daß in der Entwicklung karbonischer und permischer Kalkalgen wiederholt Krisen auftraten, die durch das Zurücktreten einzelner und durch das Vorherrschen anderer Gruppen charakterisiert sind. Als Gründe für diese Einschnitte nahm PIA rasche Veränderungen der Umweltbedingungen, insbesondere des Klimas, an. Ähnliche Ursachen postulieren KONISHI (1960) und KULIK et al. (1978), die auf einen auffallenden Wechsel in der Zusammensetzung der Algen-Floren im Unterperm hinweisen.

Auch in der neueren Literatur werden Einschnitte in der Entwicklung der jungpaläozoischen Algen-Floren diskutiert: CHUVASHOV & RIDING (1984) sehen – auf Gruppenebene – wesentliche Aussterbe-Ereignisse nahe der Devon/Karbon-Grenze, im unteren Perm und an der Perm/Trias-Grenze. RIDING & GUO (1990) wiesen auf deutliche Unterschiede in der Zusammensetzung unter-, mittel- und oberpermischer Algen-Assoziationen hin. Diese Unterschiede sind in Schelf- und in Riffbiotopen erkennbar.

Offen ist jedoch die Frage, wann Einschnitte in der Zusammensetzung und Diversität der permischen Kalkalgen auftreten und inwieweit diese Einschnitte zeitlich mit den bei anderen Schelf- und Rifforganismen (z. B. Kalkschwämmen) erkennbaren Einschnitten zusammenfallen.

Voraussetzung für die Klärung dieser Fragen ist eine möglichst genaue zeitliche Einordnung der aus dem Perm beschriebenen Kalkalgen-Floren in ein von Fusuliniden-Zonierungen ausgehendes biostratigraphisches Schema. Hierdurch wird eine Grundlage für den Vergleich der Algenfloren im Hinblick auf Diversität und Zusammensetzung geschaffen und die Erkennung von deutlichen Änderungen („Einschnitten") in der Zusammensetzung der Algen-Floren geschaffen. Gleichzeitig soll am Beispiel von durch Fusuliniden datierten Algenproben aus dem Perm von Anatolien gezeigt werden, welche Probleme bei einer vergleichenden Betrachtung der Algenfloren auftreten.

© Naturwissenschaftlicher Verein für Steiermark; download unter www.biologiezentrum.at

2. Kalkalgen aus dem Perm der Tethys: Informationsstand

2.1. Zahl der Taxa im Karbon und im Perm

Die Literatur über karbonische und permische Kalkalgen umfaßt weltweit etwa 450 Publikationen. Ausgehend von der Zusammenstellung bei EMBERGER (1976) und unter Berücksichtigung der seit dieser Zeit erschienenen Neubeschreibungen und Revisionen ergibt sich folgende taxonomische Übersicht:

Aus dem Karbon und Perm sind derzeit 173 Gattungen und 576 Arten bekannt. 92 Gattungen (53,2%) sind auf das Karbon und 54 Gattungen (31,2%) auf das Perm beschränkt. 27 Gattungen (15,6%) werden aus dem Karbon und aus dem Perm genannt.

Auf Artebene zeigt sich ein anderes Bild: Im Karbon und im Perm treten etwa gleich viele Arten auf: Karbon – 278 (48,2%), Perm – 267 Arten (46,3%). Nur 5,5% der Arten (31 Arten) finden sich sowohl im Karbon als auch im Perm. Diese Zahl erscheint überraschend klein, wenn man die in vielen Teilen der Tethys ähnliche Faziesentwicklung im höheren Karbon und im unteren Perm bedenkt.

Die Taxa verteilen sich auf Grün- und Rotalgen (Dasycladaceen und Codiaceen; Solenoporaceen; Gymnocodiaceen) sowie auf „Blaugrünalgen" bzw. Cyanobacteria („Porostromata"). Hierzu treten viele in ihrer systematischen Stellung unklare oder umstrittene Taxa, von welchen als für das Jungpaläozoikum wichtige Beispiele „ancestrale Rotalgen", „Rotalgen? incertae sedis" bzw. „Ungdarellaceen" oder die im Unterkarbon häufige Gruppe der Aoujgaliidae genannt seien. Bei manchen „Gruppen" ist die Zuordnung zu Kalkalgen umstritten (z. B. Tubiphyten, Pseudovermiporellen). Diese Unsicherheiten müssen bei der Beurteilung der in der Zahl der Gattungen und Arten ausgedrückten Diversität berücksichtigt werden. In der nachfolgenden Diskussion wird daher die Aussage der Dasycladaceen, Codiaceen, Solenoporaceen und Gymnocodiaceen höher zu bewerten sein als die der systematisch uneinheitlichen, zu den „Rotalgen" gestellten Taxa.

2.2. Unterschiede in der Diversität im Karbon und Perm

Dasycladaceen: Unter den 100 im Jungpaläozoikum bekannten Gattungen sind (unter Einbeziehung der Donezellen und Bereselliden) 50 auf das Karbon und 37 auf das Perm beschränkt. 13 Gattungen werden aus dem Karbon und Perm beschrieben. Demgegenüber ist auf Artebene bei einer Gesamtzahl von 323 Arten ein Anstieg der Artenanzahl vom Karbon (128; 39,6%) zum Perm auf 179 (45,4%) zu erkennen. 16 Arten (4,9%) sind als Durchläufer zu betrachten.

Codiaceen: Eine auf der Zahl der Taxa aufgebaute Abschätzung der Diversität wird durch die umstrittene Zuordnung einiger Taxa zu Codiaceen, Gymnocodiaceen oder anderen Gruppen erschwert. Geht man von insgesamt 12 Gattungen und 46 Arten aus, so sind bei 2 im Karbon und Perm auftretenden Gattungen je 5 auf das Karbon und Perm beschränkt. Bei den Arten sind 15 (32,6%) nur aus dem Karbon, 28 (60,9%) nur aus dem Perm bekannt. 3 Arten sind Durchläufer.

Gymnocodiaceen: Diese Gruppe tritt mit 10 Gattungen und 26 Arten im Perm auf. Die Gruppe tritt auch im Mesozoikum auf, ihre systematische Stellung wird derzeit diskutiert (MU & RIDING 1983).

Solenoporaceen: Bedingt durch die Merkmalsarmut ist die Taxonomie dieser Gruppe sehr unbefriedigend. Aus dem Jungpaläozoikum wurden 6 Gattungen und 36 Arten beschrieben, von welchen 2 Gattungen und 20 Arten nur im Karbon, 1 Gattung und 16 Arten nur im Perm und 3 Gattungen und 16 Arten in beiden Zeitbereichen auftreten.

© Naturwissenschaftlicher Verein für Steiermark; download unter www.biologiezentrum.at

„Ancestrale Rotalgen" und „Rotalgen ? incertae sedis": Diese systematisch sicher sehr inhomogene Gruppe umfaßt etwa 22% aller aus dem Jungpaläozoikum bekannten „Algen"-Gattungen und 14,6% der Arten. „Ancestrale Rotalgen", z. B. *Archaeolithophyllum* JOHNSON, sind im Karbon häufiger als im Perm. In ähnlicher Weise sind die als „Rotalgen incertae sedis" zusammengefaßten Taxa (z. B. *Stacheoides* CUMMINGS, *Komia* KORDE, *Ungdarella* MASLOV) im Karbon, insbesondere im Unterkarbon, formenreicher. Von 31 Gattungen und 72 Arten entfallen 24 Gattungen und 63 Arten auf das Karbon und nur 3 Gattungen und 5 Arten auf das Perm. Die Zahl der Durchläufer ist gering (je 4 Taxa).

Porostromate „Blaugrünalgen": Da ein befriedigendes Klassifikationssystem fehlt, sind Gattungs- und Artenzahlen kaum aussagekräftig. Allerdings fällt auf, daß aus dem Karbon deutlich mehr Taxa (8 Gattungen und 61 Arten) beschrieben werden als aus dem Perm (3 Gattungen und 10 Arten) und daß die Zahl der Durchläufer gering ist.

3. Zeitliche Verbreitung der permischen Kalkalgen-Floren

Etwa 185 Publikationen befassen sich mit permischen Algen; etwa 85 Publikationen enthalten systematische Beschreibungen von Algen-Floren. In diesen Arbeiten werden nahezu ausschließlich Algen aus dem Bereich der Paläotethys, kaum jedoch aus den Randmeeren (z. B. Zechstein-Meer) beschrieben.

3.1. Datierung der Algen-Floren

Abb. 1 zeigt die Einordnung der aus dem Perm bekannten Algen in das Zeitschema. Hierbei wurde versucht, das Alter der algenführenden Schichten nach Möglichkeit durch Fusuliniden festzulegen. Dies ist bei 62% der Algen-Assoziationen in unterschiedlicher Weise möglich: In relativ wenigen Arbeiten werden die untersuchten Algen direkt in Fusuliniden-Zonen eingeordnet (z. B. ENDO 1961, 1969, CHUVASHOV 1974, FLÜGEL & FLÜGEL-KAHLER 1980, KOCHANSKY-DEVIDÉ 1970, KOCHANSKY-DEVIDÉ & MILANOVIC 1962, KULIK 1978, KULIK et al, 1978, MU XINAN 1982, NGUYEN LAN TU 1970, VACHARD 1980, 1985). Dies mag zum Teil daran liegen, daß sich Algen und Fusuliniden aus faziellen Gründen häufig ausschließen (KAHLER & KAHLER 1937). In vielen Fällen ist es jedoch möglich, das Alter der algenführenden Schichten zumindestens in Annäherung aus der Begleitfauna (darunter auch aus den im Text genannten Fusuliniden) und aus der Einbindung der Algenkalke in ein regionales stratigraphisches Schema festzulegen. Bei nur etwa 15% der berücksichtigten Algen-Floren ergibt sich keine bessere Einstufung als „Unterperm" oder „Oberperm".

Da die Korrelation der in verschiedenen Teilen der Paläotethys erarbeiteten Fusuliniden-Zonierungen mit vielen Problemen behaftet ist, stellt das in Abb. 1 verwendete Schema nur ein grobes Raster dar. Es zeigt jedoch, welche Zeitbereiche besser und welche schlechter dokumentiert sind. Eine genaue zeitliche Einordnung ist für die Erkennung von „Einschnitten" in der Zusammensetzung und Diversität der permischen Kalkalgen eine wesentliche Voraussetzung.

Zur Erleichterung der stratigraphischen Einordnung sind in Abb. 1 neben Fusuliniden-Standardzonierungen (LEVEN 1981: Russische Tafel und Ural; KAHLER 1974: Paläotethys; RUI 1981: Südchina) unterschiedliche Stufengliederungen angeführt, deren Vergleich und Korrelation zum Teil umstritten ist.

In Anlehnung an KAHLER (1974), LEVEN (1981) und auch an den Vorschlag der International Subcommission for Permian Stratigraphy (DICKINS 1988) wird eine Dreigliederung des Perms bevorzugt, wobei das Unterperm die Stufen Assel, Sakmar, Yatash

© Naturwissenschaftlicher Verein für Steiermark; download unter www.biologiezentrum.at

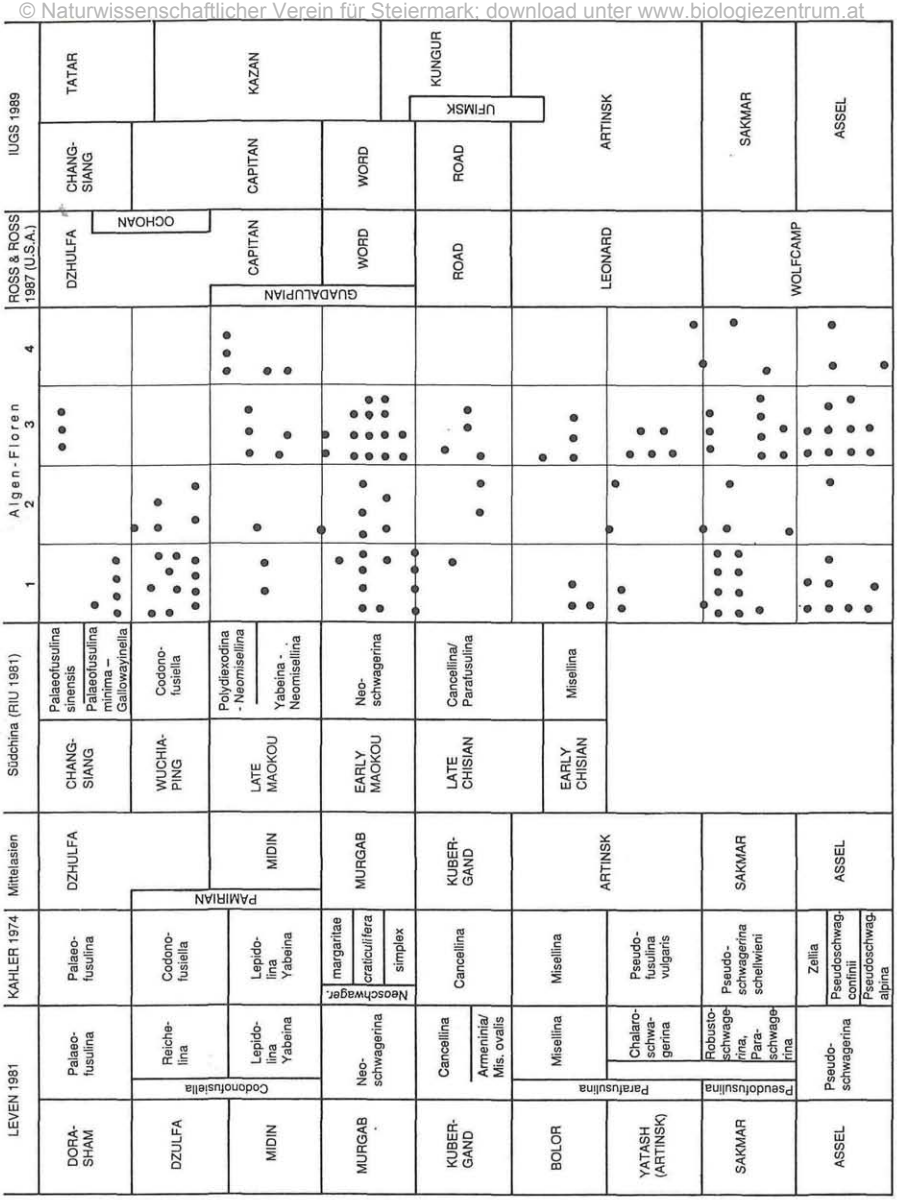


Abb. 1: Alter und Häufigkeit der bisher bekannten permischen Algen-Floren. Jeder Punkt entspricht einer Algenflora. Die Information über das untere Perm und über das Murgab ist deutlich besser als die über Algen aus anderen Zeitbereichen. 1 – Algen aus Europa und Nordafrika, 2 – Klein- und Zentralasien, 3 – Ostasien (Thailand, China, Japan), 4 – Nordamerika (und Guatemala).

© Naturwissenschaftlicher Verein für Steiermark; download unter www.biologiezentrum.at
(Artinsk in neuer Fassung) und Bolor (bzw. Artinsk in alter Fassung, = Yatash + Bolor) umfaßt. Das Mittelperm beinhaltet die Zeitabschnitte Kubergand, Murgab und Midin. Das Oberperm umfaßt Dzhulfa und Dorasham.

3.2. Algen-Floren aus dem Unterperm

3.2.1. Assel-Stufe und Sakmar-Stufe

Die Kenntnis der Algen aus diesem Zeitbereich stützt sich im wesentlichen auf Floren aus den Südalpen, Kroatien, dem Ural. Afghanistan und Japan. Hierzu kommen Floren aus dem unteren Wolfcampian der U.S.A. und der kanadischen Arktis. Von besonderer Bedeutung sind die von CHUVASHOV (1974) aus dem westlichen Ural, von KULIK (1978) aus dem Shaktau-Gebiet/Baschkirien und von E. FLÜGEL (1966), HOMANN (1972) und FLÜGEL & FLÜGEL-KAHLER (1980) aus dem unteren Perm der Karnischen Alpen beschriebenen Algen.

Vergleich der Floren-Zusammensetzung

Weitgehende Übereinstimmung besteht in der qualitativen Zusammensetzung der aus dem Ural und aus den Südalpen bekannten Algen-Assoziationen. Dies gilt für die Hauptgruppen, bei welchen fast durchwegs Dasycladaceen und „Codiaceen" im Vergleich mit Solenoporaceen, fraglichen Rotalgen und porostromaten Algen überwiegen. Dasycladaceen-Arten nehmen in nahezu allen Floren mehr als 50% ein. Der Anteil der Codiaceen-Arten liegt zwischen etwa 10% und 40%.

Etwa 90% der Gattungen und etwa 75% der Arten finden sich in allen drei zum Vergleich herangezogenen Floren. Unter den Dasycladaceen-Gattungen dominieren *Anthracoporella* PIA, *Atractyliopsis* PIA, *Gyroporella* GÜMBEL, *Mizzia* SCHUBERT sowie insbesondere „Epimastoporen" (*Epimastopora* PIA, *Globuliferoporella* CHUVASHOV, *Pseudoepimastopora* KOCHANSKY-DEVIDÉ), die bis zu 70% des Artenspektrums innerhalb der Dasycladaceen einnehmen. Codiaceen sind durch „phylloide Algen" vertreten (*Anchicodium* ENDO, *Eugonophyllum* KONISHI & WRAY, *Neoanchicodium* ENDO). Zur Gruppe der Rotalgen incertae sedis gehören *Cuneiphycus* JOHNSON bzw. *Efluegelia* VACHARD, *Komia* KORDE und *Ungdarella* MASLOV. Solenoporaceen sind seltener als porostromate Algen, desgleichen Gymnocodiaceen, die – ebenso wie Mizzien – noch nicht gesteinsbildend auftreten.

Diese Taxa treten auch in Floren aus der Assel-Stufe von Kroatien (KOCHANSKY-DEVIDÉ 1964, MILANOVIC 1986), in der kanadischen Arktis (MAMET et al. 1979) und in den von ENDO in mehreren Arbeiten beschriebenen Floren im japanischen Unter-Perm auf.

Zeitliche Entwicklung der Diversitätsmuster

Die aus dem Shaktau-Gebiet beschriebenen Dasycladaceen (KULIK 1978) zeigen – bezogen auf Arten – einen Diversitätsanstieg vom mittleren zum oberen Assel und weiter zum unteren Unter-Tastub (9,7, 21,9, 26,8% aller aus dem betrachteten Zeitabschnitt bekannten Arten), anschließend einen deutlichen Rückgang über das obere Unter-Tastub (12,1%) zum Ober-Tastub (4,8%) und dann wiederum einen schwachen Anstieg zum unteren und oberen Sterlitamak (7,3 und 14,6% aller Arten). Auch bei den „Codiaceen" bzw. phylloiden Algen ist ein Diversitätsanstieg zum unteren Unter-Tastub (40%) und ein Abfall auf nahezu null Prozent zum oberen Unter-Tastub festzustellen.

Im unteren Perm der Karnischen Alpen ist in der zeitlichen Entwicklung der Dasycladaceen-Diversität eine ähnliche Tendenz festzustellen: Beginnend mit der Algenflora der Unteren Pseudoschwagerinen-Schichten, in der 27,3% aller Arten auftreten, ist

© Naturwissenschaftlicher Verein für Steiermark; download unter www.biologiezentrum.at
von den Grenzland-Schichten (16,9%) zu den Oberen Pseudoschwagerinen-Schichten (26%) ein Anstieg und anschließend in den Trogkofel-Kalken der Typlokalität ein Abfall (10,4%) festzustellen. Die biostratigraphisch etwas jüngeren gebankten Trogkofel-Kalke von Forni Avoltri zeigen wiederum einen Diversitätsanstieg (19,5%). Auch hier zeigt sich eine Diversitätszunahme von der mittleren Assel-Stufe (etwa entsprechend den Grenzland-Schichten) zur oberen Assel-Stufe (Obere Pseudoschwagerinen-Schichten). Daß der im Ural erkennbare weitere Anstieg bis zum unteren Unter-Tastub in den Algen-Floren der Karnischen Alpen nicht dokumentiert ist, mag daran liegen, daß die aus dem Trogkofelkalk der Typlokalität bekannten Algen nur punktuell untersucht sind. Der im Unterperm des Shaktau-Massivs nachgewiesene Diversitätsanstieg nach dem Ober-Tastub ist in den Karnischen Alpen in den Trogkofel-Kalken von Forni Avoltri erkennbar, allerdings anscheinend nicht in altersgleichen Einheiten.

Altersunterschiede oder Fazies-Kontrolle?

Kalkalgen sind einer starken Fazieskontrolle unterworfen. Es besteht daher die Möglichkeit, daß die in der stratigraphischen Abfolge beobachteten Unterschiede in der Zusammensetzung und Diversität der Floren durch lokale Änderungen der Umweltfaktoren bedingt sind.

Tatsächlich ergeben sich deutliche Unterschiede zwischen Algen-Assoziationen aus riffnahen Schelfkarbonaten und aus Riffkalken:

Im Unterperm (Assel- und Sakmarstufe) des Ural dominieren nach CHUVASHOV (1983) in den gebankten Schelfkarbonaten Rotalgen (*Komia, Ungdarella*), während Grünalgen und Blaugrünalgen fehlen. In der Riff-Fazies sind neben Tubiphyten und Archaeolithoporellen phylloide Algen (*Eugonophyllum, Neoanchicodium*) und Dasycladaceen (*Anthracoporella, Gyroporella* und Epimastoporen) häufig, während Rotalgen deutlich zurücktreten.

Im unteren Perm der Karnischen Alpen zeichnet sich die Riff-Fazies des Trogkofelkalkes im Vergleich mit der Plattformfazies der gebankten Trogkofel-Kalke durch Dominanz der Tubiphyten und Archaeolithoporellen und durch das Zurücktreten von Dasycladaceen aus (FLÜGEL & FLÜGEL-KAHLER 1980). Phylloide Algen sind, ebenso wie Rotalgen, selten.

In ähnlicher Weise treten Unterschiede in der Zusammensetzung der Algen-Assoziationen in den durch phylloide Algen gebildeten Riffstrukturen (reef mounds) und in der Intermound-Fazies auf.

Einschnitte in der Assel- und Sakmar-Stufe

Einschnitte können sich in der qualitativen (und quantitativen) Zusammensetzung der Algenfloren, im häufigen neuen Arten und in auffallenden Diversitätsunterschieden ausdrücken. Nachfolgend werden zwei Beispiele diskutiert.

(a) Unterperm der Karnischen Alpen

Ein Vergleich der Zusammensetzung der Algenfloren aus den Unteren Pseudoschwagerinen-Kalken, Grenzland-Schichten und Oberen-Pseudoschwagerinen-Kalken auf Arten- und Gattungsebene zeigt, daß etwa 35% der in den Oberen Pseudoschwagerinen-Kalke auftretenden Algen in den Grenzland-Schichten fehlen (HOFMANN 1972). Da die meisten dieser Arten jedoch auch in den Unteren Pseudoschwagerinen-Schichten vorkommen, ist das Fehlen wohl zum Teil faziell bedingt.

Obere Pseudoschwagerinen-Kalke und gebankte Trogkofel-Kalke führen eine weitgehend übereinstimmende Algen-Flora (FLÜGEL & FLÜGEL-KAHLER 1980).

© Naturwissenschaftlicher Verein für Steiermark; download unter www.biologiezentrum.at

(b) Unterperm des Ural

KULIK (1978) sieht in der Zusammensetzung der Algenfloren einen deutlichen Wechsel zwischen Assel und Sakmar. In der mittleren Assel-Stufe überwiegen Codiaceen im Vergleich mit Dasycladaceen. Ab der oberen Assel-Stufe nehmen Dasycladaceen-Arten mehr als 50–60% der Gesamtflora ein. Die Arten-Diversität steigt, insbesondere bei Dasycladaceen, vom mittleren Assel zum unteren Tastub hin an. Betrachtet man jedoch die Zahl der in den aufeinanderfolgenden Zeitabschnitten jeweils neu auftretenden Algen-Arten, so zeigt sich ein deutlicher Unterschied zwischen mittlerem und oberem Assel (mittleres Assel: 14 Arten; oberes Assel: 17 Arten, hiervon 9 Arten erstmals auftretend) und zwischen oberem Assel und unterem Unter-Tastub (25 Arten, hiervon 10 erstmals auftretend).

„Einschnitte" wären daher knapp vor und knapp nach der durch Fusuliniden definierten Grenze Assel/Sakmar anzunehmen.

Bezogen auf die Karnischen Alpen wäre dies der durch Obere Pseudoschwagerinen-Kalke und Teile der Trogkofel-Schichten dokumentierte Zeitbereich. Deutlichere Unterschiede in der Zusammensetzung der Algen-Floren finden sich jedoch erst zwischen gebankten Trogkofel-Kalken und den Goggauer-Kalken, die in das höhere Artinsk zu stellen sind.

Dieser Vergleich deutet an, daß Wechsel in der Zusammensetzung und Diversität der Algen-Floren des Unterperms nicht synchron erfolgten.

3.2.2. Artinsk-Stufe (Yatash und Bolor)

Aus diesem Zeitbereich, der etwa der *Parafusulina*-Zone bzw. der *Pseudofusulina vulgaris* + *Misellina*-Zone entspricht, sind Algen aus den Südalpen, aus Montenegro, dem Irak, aus Afghanisatan, Thailand, Japan und China sowie aus Guatemala und der kanadischen Arktis bekannt.

Durch Fusuliniden in ihrem Alter definierte Floren wurden durch KOCHANSKY-DEVIDÉ & MILANOVIC (1962), VACHARD (1980), ENDO (1956, 1959, 1961 a, 1961 b, 1969) und MU XINAN (1982, 1983) beschrieben. Ein Vergleich dieser Floren ergibt folgendes Bild:

Zusammensetzung der Algen-Floren

In allen Floren überwiegen Dasycladaceen. Codiaceen und Rotalgen sind nur mit wenigen Arten vertreten, Gymnocodiaceen sind sehr selten. Die Dasycladaceen-Floren sind hochdivers, es werden jeweils zwischen 10 und 20 Arten beschrieben. Unter den Gattungen dominieren *Clavaphysoporella, Clavaporella, Gyroporella, Macroporella, Mizzia* und *Oligoporella. Mizzia* tritt anscheinend noch nicht in gesteinsbildender Häufigkeit auf. Die im tieferen Unterperm verbreiteten Epimastoporen sind selten.

Floren aus der *Parafusulina*-Zone (z. B. Japan, Thailand, Guatemala) sind im Artenbestand gut vergleichbar. Es überwiegen Arten von *Gyroporella* und *Macroporella.*

Einschnitte im Artinsk?

Unterschiede in der Zusammensetzung und in der Diversität der Algen-Floren ergeben sich bei einem Vergleich von gebankten Trogkofel-Kalken (Sakmar) und Goggauer Kalken (Artinsk, *Pseudofusulina vulgaris*-Zone) der Karnischen Alpen (FLÜGEL & FLÜGEL-KAHLER 1980). Nur etwa 20% der aus den Trogkofelkalken bekannten Arten treten auch in den Goggauer Kalken auf. Dies könnte jedoch auch durch die unterschiedliche fazielle Position der beiden Kalke (offenmarine Plattformkarbonate und lagunäre Flachwasserkarbonate) bedingt sein.

© Naturwissenschaftlicher Verein für Steiermark; download unter www.biologiezentrum.at

3.3. Algen-Floren aus dem Mittelperm

3.3.1. Algen-Floren aus der Kubergand-Stufe

Aus diesem etwa der Cancellina-Zone bzw. der *Armenina/Misellina ovalis* + *Cancellina*-Zone entsprechenden Zeitbereich stammen die von KOCHANSKY & HERAK (1960), KOCHANSKY-DEVIDÉ (1964) und MILANOVIC (1965, 1966, 1974) aus dem Velebit-Gebirge (Kroatien) untersuchten Floren. Weitere Floren wurden durch ENDO (1956) aus den Kwanto Mountains (Japan) und ZHANG & ZHEN (1985) aus Gueizhou (China) beschrieben.

Auch in diesen Floren dominieren Dasycladaceen. Im Vergleich mit Floren aus dem Artinsk sind auf Gattungs- oder Art-Ebene keine deutlichen Unterschiede erkennbar. Mehr als 85% der Arten treten in beiden Stufen auf.

3.3.2. Algen-Floren aus der Murgab-Stufe

Für diesen der *Neoschwagerina*-Zone entsprechenden Zeitbereich liegen Untersuchungen aus Jugoslawien, der Türkei, Tunesien, Afghanistan, Thailand, Vietnam, Japan und China vor.

Im Vergleich mit älteren permischen Floren sind diese Floren durch eine auffallend hohe Diversität gekennzeichnet.

Durchschnittlich werden 10–15, von einzelnen Autoren auch mehr als 20 Arten unterschieden, wobei Dasycladaceen wiederum deutlich überwiegen. Insgesamt sind aus dem Murgab 24 Dasycladaceen-Gattungen bekannt. Gymnocodiaceen werden in etwa 40% der Arbeiten bekanntgemacht. Insgesamt wurden gegen 100 Dasycladaceen-Arten aus Schichten des Murgab beschrieben. Auch wenn etwa 30% dieser Taxa als Synonyma zu streichen oder infolge ungenügender Beschreibung nicht beurteilbar sind, fällt doch auf, daß viele Arten sehr weit verbreitet sind und sich sowohl in Japan, China, Thailand und Afghanistan als auch in der Türkei und Jugoslawien finden. Eine derartige weite räumliche Verbreitung war in der Zeit vor dem Murgab anscheinend nicht vorhanden.

In der Zusammensetzung der Arten-Assoziationen sind – bedingt durch die hohe Zahl neuer Arten aus Schichten des Murgab (insbesondere aus Japan) – Unterschiede im Vergleich mit Algen-Assoziationen aus dem Kubergand erkennbar, jedoch sollte dies bei Berücksichtigung der geringen Kenntnis von Algen-Floren aus dem Kubergand nicht überbewertet werden.

3.3.3. Algen-Floren aus der Midin-Stufe

Aus diesem durch *Lepidolina* und *Yabeina* charakterisierten Zeitbereich sind im Vergleich mit der Murgab-Stufe relativ wenige Algen-Floren bekannt. Artenreichere Assoziationen wurden nur aus Tunesien, Arabien, Afghanistan und Japan sowie aus den südwestlichen U.S.A. und aus British Columbia beschrieben.

In diesen Assoziationen überwiegen Arten von *Mizzia*, *Gyroporella* und *Macroporella* sowie Gymnocodiaceen, die nun an Häufigkeit zunehmen. Mizzien finden sich sowohl gemeinsam mit anderen Gattungen als auch als nahezu monomikte Komponente der Floren, insbesondere in Back-Reef-Bereichen.

Bei einem Vergleich mit den Dasycladaceen des Murgab ist ein auffallender Rückgang in der Diversität festzustellen. Etwa 58% der aus dem Murgab bekannten Gattungen fehlen im Midin, es gibt kaum „neue" Gattungen.

In diesem Unterschied dokumentiert sich ebenso wie in der Dominanz der Mizzien ein „Einschnitt" im oder vor dem Midin.

© Naturwissenschaftlicher Verein für Steiermark; download unter www.biologiezentrum.at

Riff-Bereiche sind durch Codiaceen *(Eugonophyllum)* und Solenoporaceen gekennzeichnet, die zusammen mit häufigen Tubiphyten und Archaeolithoporellen auftreten. Ein Beispiel hierfür ist der obere Capitan Limestone des Permian Reef Complex von Texas und New Mexico (BABCOCK 1974).

3.4. Algen-Floren aus dem Oberperm

3.4.1. Algen-Floren aus der Dzhulfa-Stufe

Aus diesem etwa der *Reichelina-* bzw. *Codonofusiella*-Zone entsprechenden Zeitbereich sind Algenfloren aus den Südalpen, dem ungarischen Bükk-Gebirge, aus Jugoslawien, Anatolien, dem Iran, Afghanistan, China sowie aus dem nördlichen Kaukasus und aus dem Transkaukasus bekannt.

In allen Floren fällt die klare Dominanz der Gymnocodiaceen sowie die geringe Diversität der Dasycladaceen auf. Unter den Dasycladaceen treten Mizzien in gesteinsbildender Häufigkeit auf. Die die Dzhulfa-Stufe und teilweise auch die Dorasham-Stufe umfassenden Bellerophon-Schichten der Südalpen und Dinariden sind durch artenarme Floren gekennzeichnet. Sowohl diese Floren (PRATURLON 1963, NOÉ 1988) als auch die etwa gleich alten Floren aus dem hohen Oberperm von China (MU 1981) und die aus dem Transkaukasus bekannten Algen-Floren (KORDE 1965) zeigen, daß Dasycladaceen mit Ausnahme von *Mizzia* in Annäherung an die Perm/Trias-Grenze früher verschwinden als Gymnocodiaceen. Dies gilt für Profile der Dzhulfa-Stufe (Transkaukasus) als auch für Profile des höchsten Perms (Südchina, Südalpen). Möglicherweise spiegelt dieses Verteilungsmuster einen Wechsel der Salinitätsbedingungen wider (FLÜGEL 1990).

3.4.2. Algen aus der Dorasham-Stufe

Bisher sind Algen aus dem durch die *Palaeofusulina*-Zone charakterisierten Zeitabschnitt nur aus China, Montenegro, Skyros und aus den Südalpen bekannt geworden.

Die aus den obersten südalpinen Bellerophon-Schichten und aus Teilen des Tesero-Oolithes beschriebenen Algen dürften nach der Kleinforaminiferen-Assoziation in das Dorasham einzustufen sein (NOÉ 1988). Mit *Gymnocodium bellerophontis* und mehreren Arten von *Permocalculus* und von *Mizzia* treten Arten auf, die bereits seit der Murgab-Stufe, wahrscheinlich bereits früher, bekannt sind.

Die Algen der *Palaeofusulina nana*-Zone von Montenegro sind kaum untersucht (KOCHANSKY-DEVIDÉ 1954); es handelt sich um Arten von *Gymnocodium* und *Mizzia*.

Algen aus der Schicht der jüngsten Fusuliniden-Subzone mit *Palaeofusulina sinensis* haben MU (1981) als „*Permocalculus (Pyrulites)*-Assoziation" sowie REINHARDT (1988) aus Südwest-China beschrieben, wobei die von REINHARDT beschriebene Flora wahrscheinlich die bisher jüngste permische Algen-Flora darstellt. Sie beinhaltet neben *Gymnocodium bellerophontis* und *Permocalculus fragilis* auch Dasycladaceen *(Mizzia, Macroporella maxima)* sowie sehr seltene Solenoporaceen.

4. Definition der „Einschnitte"

„Einschnitte" in der Entwicklung der permischen Kalkalgen (Abb. 2) dokumentieren sich in 1) dem in der Zeit deutlich wechselnden Prozentsatz der Algen-Gruppen, 2) in der in der Zeit wechselnden Diversität, 3) im verstärkten Auftreten von neuen Arten und im „Aussterben" von Taxa, 4) in der unterschiedlichen und zum Teil gesteinsbildenden Häufigkeit bestimmter Taxa.

© Naturwissenschaftlicher Verein für Steiermark; download unter www.biologiezentrum.at

4.1. Relative Bedeutung der Algen-Gruppen

Das nachfolgend skizzierte Bild bezieht sich vorwiegend auf Algenfloren aus Plattform- und riffnahen Schelfkarbonaten. In Riffkarbonaten sind durch die Dominanz von phylloiden Algen (im unteren und teilweise auch im mittleren Perm) und von Tubiphyten (ab dem Sakmar und Yatash) andere Verhältnisse gegeben (RIDING & GUO 1990).

Während der Anteil der Gymnocodiaceen an der Gesamtflora vom Assel bis etwa zum Kubergand gleich gering bleibt, ist bei Dasycladaceen und Codiaceen (einschließlich der phylloiden Algen) eine deutliche Änderung festzustellen.

Codiaceen und phylloide Algen überwiegen im Vergleich mit Dasycladaceen in Floren aus dem unteren und mittleren Assel. Im Sakmar und Yatash nimmt die Häufigkeit der Codiaceen bereits ab; es treten jedoch noch Floren auf, in welchen Arten von *Eugonophyllum, Anchicodium* etc. bis zu 30% der Gesamtflora ausmachen. Ab dem Bolor und insbesondere ab dem Midin geht die quantitative Bedeutung der Codiaceen deutlich zurück. Im jüngeren Oberperm sind Codiaceen sehr selten.

Dasycladaceen nehmen in vielen Algenfloren ab der oberen Assel-Stufe mehr als 50% des Gesamtbestandes ein. Dieses Bild ändert sich erst in der Dzhulfa- und Dorasham-Stufe, wo Gymnocodiaceen in vielen Floren deutlich überwiegen.

Die relative Bedeutung der Solenoporaceen ist – bedingt durch ihre meist schlechte Erhaltung und durch die unbefriedigende Taxonomie – schwer abzuschätzen. In geringen Prozentsätzen (zwischen 5% und 10% des Artenbestandes der Gesamtflora) finden sich Solenoporaceen in fast allen Floren. Rotalgen unklarer systematischer Stellung sind im unteren Perm häufiger als im mittleren und oberen Perm.

4.2. Diversitätsmuster

Bezogen auf die Artenzahl zeigen Dasycladaceen einen deutlichen Diversitätsanstieg von der oberen Assel-Stufe zum unteren Sakmar und nach einem Rückgang eine etwa gleichbleibende Diversität vom Yatash bis zum Kubergand. Im Murgab erreicht die Diversität der Dasycladaceen ihren höchsten Wert, nimmt im Midin sowohl auf Art- als auch auf Gattungsebene ab und sinkt dann in der Dzhulfa-Stufe und im Dorasham sehr deutlich ab.

Gymnocodiaceen zeigen, bezogen auf die Artenzahl, vom Assel bis zum Kubergand eine nur geringe Diversität. Im mittleren und oberen Perm ist das Diversitätsmuster gegenläufig zu dem der Dasycladaceen. Die höchste Gymnocodiaceen-Diversität liegt innerhalb der Dzhulfa- und Dorasham-Stufen.

4.3. Erneuerung der Algenflora

Zeitbereiche, in welchen ein auffallend hoher Prozentsatz „neuer" Arten auftritt, lassen sich nur bei Dasycladaceen erkennen. Es sind dies die obere Assel-Stufe, das untere Sakmar (unterer Abschnitt des Tastub), das Yatash (bzw. Artinsk in neuer Fassung) und das Murgab. Deutliche Aussterbeereignisse sind – auf Gattungsebene – nur bei einem Vergleich von Dasycladaceen aus dem Murgab und aus dem Midin erkennbar.

4.4. Häufigkeit einzelner Taxa

Ab dem Midin und verstärkt ab der Dzhulfa-Stufe sind Vorkommen von in gesteinsbildender Menge auftretenden Mizzien weit verbreitet (JOHNSON & DORR 1942, ELLIOTT 1981). Etwa gleichzeitig, aber sehr viel stärker im Dzhulfa und Dorasham, finden sich Gymnocodiaceen in gesteinsbildender Häufigkeit in Schelfkarbonaten (Tab. 3, Fig. 4, Tab. 4, Fig. 4).

© Naturwissenschaftlicher Verein für Steiermark; download unter www.biologiezentrum.at

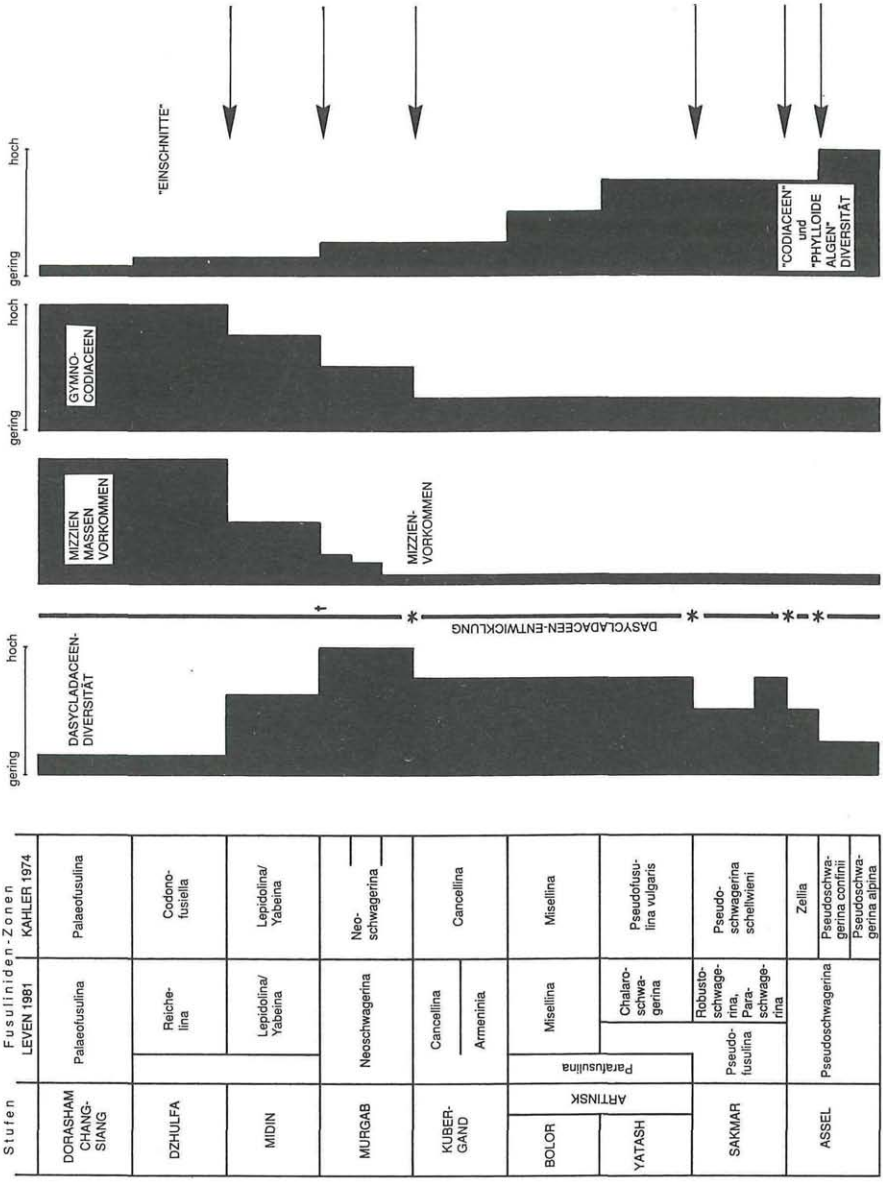


Abb. 2: Einschnitte in der Entwicklung permischer Kalkalgen, ausgedrückt durch Unterschiede in der Arten-Diversität (Dasycladaceen), in der Dominanz einzelner Taxa (Mizzien, Gymnocodiaceen), im Auftreten von auffallend vielen neuen Arten (Dasycladaceen, Sternchen) und in der Häufigkeit (Codiaceen).

© Naturwissenschaftlicher Verein für Steiermark; download unter www.biologiezentrum.at

4.5. Übersicht über „Einschnitte" in der Entwicklung permischer Algenfloren

In Abb. 2 sind 6 unterschiedlich definierte und verschieden starke „Einschnitte" innerhalb der permischen Algen-Floren dargestellt:

Einschnitt 1 – etwa zwischen mittlerer und oberer Assel-Stufe; gekennzeichnet durch Abnahme der phylloiden Algen und Codiaceen, Zunahme der Dasycladaceen und durch das Auftreten von neuen Arten bei Dasycladaceen.

Einschnitt 2 – etwa an der Basis des Sakmar; gekennzeichnet durch die Zunahme in der Diversität der Dasycladaceen und durch das Auftreten neuer Arten.

Einschnitt 3.– etwa an der Basis des oder im unteren Yatash; gekennzeichnet durch das Auftreten neuer Dasycladaceen-Arten bei Abnahme der Gesamtdiversität.

Einschnitt 4 – etwa an der Basis des Murgab; gekennzeichnet durch eine auffallende Zunahme der Dasycladaceen-Diversität, durch den Anstieg der Gymnocodiaceen-Diversität (insbesondere im zentralen Bereich der Tethys, ROUX 1986) und durch ein häufigeres Vorkommen von Mizzien-Kalken.

Einschnitt 5 – etwa zwischen Murgab und Midin; gekennzeichnet durch eine hohe Aussterbe- und geringe Erneuerungsrate bei Dasycladaceen-Gattungen, durch den weiteren Anstieg der Gymnocodiaceen-Diversität und durch die nun weltweit größere Häufigkeit von Mizzien- und Gymnocodiaceen-Kalken.

Einschnitt 6 – etwa beginnend mit dem Dzhulfa; gekennzeichnet durch einen sehr deutlichen Rückgang in der Diversität der Dasycladaceen bei gleichzeitiger Zunahme in der Häufigkeit von Mizzien- und Gymnocodiaceen-Kalken sowie durch eine hohe Gymnocodiaceen-Diversität (die innerhalb der Dorasham-Stufe allerdings wiederum abnimmt, MU 1981).

Diese „Einschnitte" betreffen vorwiegend Algen, die in Schelfkarbonaten auftreten. Bei Algen der Riffkarbonate zeigt sich ein anderes Verteilungsmuster:

In den im Perm häufigeren Riff-Typen (FLÜGEL & REINHARDT 1989) sind Algen in *Palaeoaplysina*-Riffen (Oberkarbon bis tiefes Yatash) relativ selten, in Riffen mit phylloiden Algen (Oberkarbon bis Midin, Hauptverbreitung Oberkarbon bis Yatash) häufig (neben phylloiden Algen insbesondere Dasycladaceen und Rotalgen) und in Kalkschwammriffen (Kubergand bis Dorasham) unterschiedlich häufig. Stromatolithen-Riffe des mittleren und höheren Perms sind durch spongiostromate Algen gekennzeichnet. In den „Tubiphyten/Algenkrusten-Riffen" (Yatash bis Dorasham) dominieren inkrustierende Organismen wie *Tubiphytes* MASLOV und *Archaeolithoporella* ENDO, deren systematische Stellung bei Algen oder anderen Gruppen umstritten ist.

5. Algen aus dem Perm von West- und Südanatolien

NW-Anatolien

Angabe über Lage der Lokalitäten und über die geologischen Verhältnisse finden sich bei AYGEN (1956), CAKIROGLU (1969), LYS (1971) und KAHLER & KAHLER (1979).

Alter: In den von CAKIROGLU (1969) erstmals untersuchten algenführenden Kalken im Gebiet nördlich von Bergama sind nach KAHLER & KAHLER (1979) die Zeitbereiche der *Misellina*-Zone, *Cancellina*-Zone, *Neoschwagerina craticulifera*-Subzone sowie der *Neoschwagerina margaritae*-Subzone vertreten.

© Naturwissenschaftlicher Verein für Steiermark; download unter www.biologiezentrum.at

Kilikischer Taurus N Alanya, S-Anatolien

Ala Dag: Proben der Lokalitäten JP IV und VI.

Die Geologie und Paläontologie dieses Raumes wurde unter anderem durch METZ (1939 a, b), H. W. FLÜGEL (1955 a, 1955 b, 1971), F. HERITSCH (1939), WEISS in SCHLECHTL et al, (1965 a, b) UND KAHLER & KAHLER (1979) untersucht. Algen vom Ala Dag wurden durch H. W. FLÜGEL (1963) beschrieben.

Die Algen-Proben stammen von den Lokalitäten IV, V und VI im Gebiet des Ala Dag (vgl. METZ 1955 und Karte in WEISS 1965 a). Die Kalke mit Nankinellen werden durch Fusuliniden in das höhere Mittelperm eingestuft.

5.2. Übersicht über die Algen-Floren (Taf. 1–4) (siehe Seiten 114–121)

Nachfolgend ist die Algenführung der durch KAHLER & KAHLER (1979) mit Hilfe von Fusuliniden datierten Proben zusammengestellt:

NW-Anatolien

Raum N Bergama

Weg vom Dorf Tirmanlar zum Gipfel des Koca Dag. Probe 5092. Alter: *Misellina*-Zone. – *Succodium multipilularum* KONISH (Taf. 1, Fig. 7), *Permocalculus plumosus* ELLIOTT (Taf. 1, Fig. 5).

300 m westlich des Koca-Dag-Gipfels, Probe 5110. Alter: *Neoschwagerina craticulifera*-Subzone. – *Mizzia velebitana* SCHUBERT (Taf. 1, Fig. 2, 3). Probe 5111. Alter: *Neoschwagerina craticulifera*-Subzone. – *Clavaporella faceta* (ENDO) (Taf. 2, Fig. 3, 4), *Claracrusta catenoides* (HOMANN) in Onkoiden (Taf. 1, Fig. 4).

Kapiskaya NE Kinik, etwa 80 km SSE Balya. Probe 5130. Alter: Mittlerer Teil der *Neoschwagerina*-Zone. – *Globuliferoporella symetrica* (JOHNSON) (Taf. 2, Fig. 2), *Macroporella* sp. (Taf. 2, Fig. 6). Probe 5138. Alter: Mittlerer Teil der *Neoschwagerina*-Zone. – *Clavaporella faceta* (ENDO) (Taf. 3, Fig. 3), *Imperiella cf. iranica* ELLIOTT (Taf. 3, Fig. 2, 3, 6).

Raum Balya

Danismend E Balya, Straße nach Danismendtörenen. Probe 5150. Alter: *Misellina*-Zone. – *Pseudoepimastopora likana* (KOCHANSKY & HERAK) (Taf. 2, Fig. 1). Probe 5157. Alter: *Misellina*-Zone. – *Pseudovermiporella elliotti* ERK & BILGÜTAY (Taf. 2, Fig. 5, 7), *Teutloporella?* sp. (Taf. 3, Fig. 1). Probe 5167. Alter: etwa *Misellina*-Zone. – *Ungdarella uralica* MASLOV (Taf. 3, Fig. 5).

Kamelweg Balya-Endremit. Probe 5169. Alter: Etwas älter als *Neoschwagerina craticulifera*-Zone. – *Gymnocodium bellerophontis* ROTHPLETZ (Taf. 3, Fig. 4).

Straßenprofil Balya-Endremit, SW Balya. Probe 5175. Alter: Obere *Neoschwagerina*-Zone. *Macroporella apachena* JOHNSON (Taf. 4, Fig. 1, 3), *Tauridium kurdistanensis* ELLIOTT (Taf. 4, Fig. 1, 7). Probe 5178. Alter: Obere *Neoschwagerina*-Zone. – *Eogoniolina johnsoni* ENDO (Taf. 4, Fig. 2), *Epimastopora kansaensis* JOHNSON (Taf. 4, Fig. 5).

Balya, Hügel über dem Straßenprofil Balya-Endremit. Probe 5198. Alter: Obere *Neoschwagerina*-Zone. – *Mizzia yabei* KARPINSKY (Taf. 4, Fig. 6).

S-Anatolien

Yazi Pinar, Ala Dag, Taurus. Lokalität IV (vgl. WEISS 1965, Abb. 17). Probe JP IV/8. Alter: Höheres Mittelperm. – *Ungdarella conservata* KORDE (Taf. 1, Fig. 6).

Gipfel des Yazi Pinar, Lokalität VI. Probe JP VI/1. Alter: Höheres Perm. – *Mizzia velebitana* SCHUBERT (Taf. 1, Fig. 1).

© Naturwissenschaftlicher Verein für Steiermark; download unter www.biologiezentrum.at

5.3. Diskussion

Die nordwestanatolischen Proben werden durch Fusuliniden in die *Misellina*-Zone und in die *Neoschwagerina*-Zone eingestuft.

Die in Kalken der *Misellina*-Zone nachgewiesenen Algen besitzen folgende stratigraphische Reichweiten:

Pseudoepimastopora likana: Assel bis Bolor; die meisten Beschreibungen stammen aus der Assel-Stufe.

Permocalculus plumosus: Bolor bis Dorasham; meist aus dem Midin und Dzhulfa beschrieben.

Succodium multipilularum: Midin und Dzhulfa.

Ungdarella uralica: Karbon; Assel bis Dzhulfa.

Pseudovermiporella elliotti: „Oberes Perm".

Aus Kalken der *Neoschwagerina*-Zone stammen:

Clavaporella faceta: Murgab.

Eogoniolina johnsoni: Murgab und Midin.

Epimastopora kansaensis: bisher nur aus dem Zeitbereich mittleres Karbon bis Yatash bekannt.

Globuliferoporella symetrica: Assel bis Murgab.

Imperiella cf. iranica: Es handelt sich wahrscheinlich um eine neue Art, die mit *I. iranica* aus dem Ruteh Limestone des Elburz (unteres Murgab) verwandt ist.

Macroporella apachena: Murgab bis Dzhulfa.

Mizzia velebitana: Assel bis Dorasham.

Mizzia yabei: Sakmar bis Dzhulfa.

Gymnocodium bellerophontis: Assel bis Dorasham; häufig aus dem Zeitbereich Midin bis Dorasham beschrieben.

Tauridium kurdistanensis: „höheres Perm".

Claracrusta catenoides: Mittelkarbon bis Murgab.

Bei einem Vergleich der in den beiden Fusuliniden-Zonen festgestellten Arten fällt auf, daß die Algenarten trotz beträchtlicher stratigraphischer Reichweiten das Murgab-Alter im Gegensatz zum Bolor-Alter gut anzeigen. Hier kommt Einschnitt 5 gut zum Ausdruck. Dies gilt sowohl für die Reichweiten der Arten und für die Diversität der Dasycladaceen als auch für die Massenvorkommen von Mizzien und Gymnocodiaceen, die ab dem Murgab häufiger werden. Inwieweit die Zeit der *Misellina*-Zone durch charakteristische Algenfloren ausgezeichnet ist, bleibt offen.

6. Einschnitte in der Algen-Entwicklung: Vergleich mit bisherigen Vorstellungen

Nach KONISHI (1960) liegt ein wesentlicher, durch die Zusammensetzung der Algen-Floren und durch deren Verbreitung ausgedrückter Einschnitt im unteren Perm. Eine *„Komia"-Beresella-Anchicodium-Eugonophyllum*-Assoziation wird während des Artinsk durch eine *Mizzia*-Gymnocodiaceen-Assoziation abgelöst.

Die Definition dieses Einschnitts entspricht nur teilweise den tatsächlichen Gegebenheiten. Wie Abb. 2 zeigt, sind im unteren Perm mehrere Einschnitte in den Algenfloren vorhanden. Der von KONISHI postulierte Rückgang der phylloiden Algen ist deutlich erkennbar, die Mizzien-Gymnocodiaceen-Vergesellschaftung wird jedoch erst ab dem Murgab häufiger. Arten von *Beresella* und *Komia* sind zudem im tiefen Unterperm – im Gegensatz zum Karbon – selten.

© Naturwissenschaftlicher Verein für Steiermark; download unter www.biologiezentrum.at

Tafel 1

Fig. 1: Typische Mizzien-Kalke mit *Mizzia velebitana* SCHUBERT. Das Sediment besteht zu mehr als 80% aus Algen-Resten. Oberes Mittelperm: Jazi Pinari, Ala Dag, Kilikischer Taurus. JP VI/1, Material METZ 1938. X 12.

Fig. 2–3: Umgelagerte Mizzien (*Mizzia velebitana* SCHUBERT), zusammen mit Resedimenten. In den Intraklasten und im Sediment sind Bioklasten von Clavaporellen erkennbar. *Neoschwagerina craticulifera*-Subzone (mittleres Murgab): W Koca Dag – Gipfel, N Bergama, NW-Anatolien. Fig. 2: Probe 5110 i, x 12; Fig. 3: Probe 5110 d, x 16.

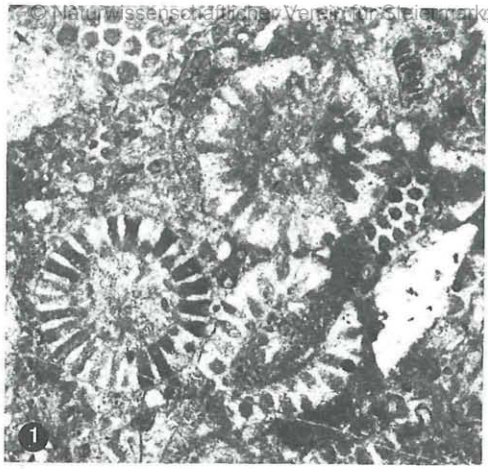
Fig. 4: Algen-Onkoid mit porostromaten Algen (Girvanellen) und *Claracrusta catenoides* (HOMANN), als helle Ketten erkennbar. *Neoschwagerina craticulifera*-Subzone (mittleres Murgab): W Koca Dag – Gipfel, N Bergama. Probe 5111. x 9.

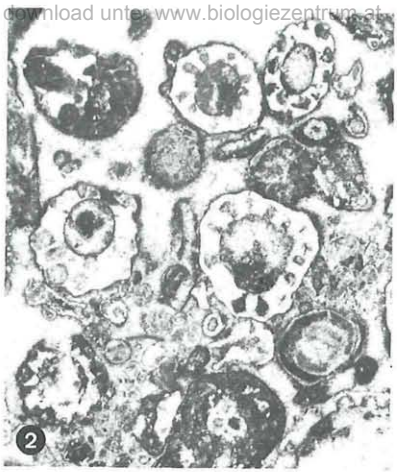
Fig. 5: *Permocalculus plumosus* ELLIOTT, Längsschnitt. *Misellina*-Zone (Bolor): Weg Dorf Tirmanlar – Gipfel des Koca Dag, N Bergama, NW-Anatolien. Probe 5092. x 9,5.

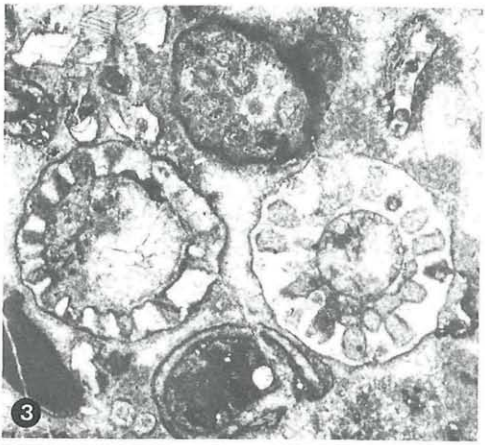
Fig. 6: *Ungdarella conservata* KORDE. Höheres Mittelperm: Gipfel des Jazi Pinari (Lokalität IV), Ala Dag, Kilikischer Taurus. Material METZ 1938; Probe IV/8. x 5.

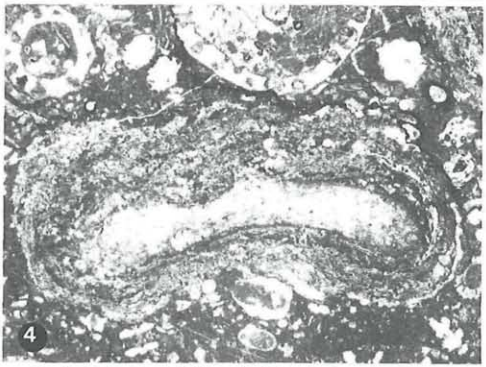
Fig. 7: *Succodium multipilularum* KONISHI. *Misellina*-Zone (Bolor): Weg Dorf Tirmanlar – Gipfel des Koca Dag, N Bergama. Probe 5092. x 9,5.

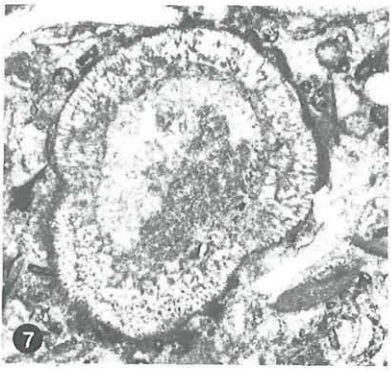
© Naturwissenschaftlicher Verein für Steiermark; download unter www.biologiezentrum.at











© Naturwissenschaftlicher Verein für Steiermark; download unter www.biologiezentrum.at

Tafel 2

Fig. 1: *Pseudoepimastopora likana* (KOCHANSKY & HERAK), zusammen mit durch Foraminiferen inkrustierten Bryozoen. Die Art tritt im gesamten Unterperm auf. *Misellina*-Zone (Bolor): Straße Danismend–Danismendtörenen E Balya, NW-Anatolien. Probe 5150 b. x 13.

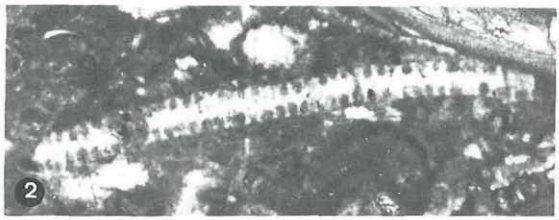
Fig. 2: *Globuliferoporella symetrica* (JOHNSON). Die Art tritt von der Assel-Stufe bis Murgab auf, sie ist im Unterperm häufig. Mittlere *Neoschwagerina*-Zone (Murgab): Kapiskaya NE Kinik, NW-Anatolien. Probe 5130. x 16.

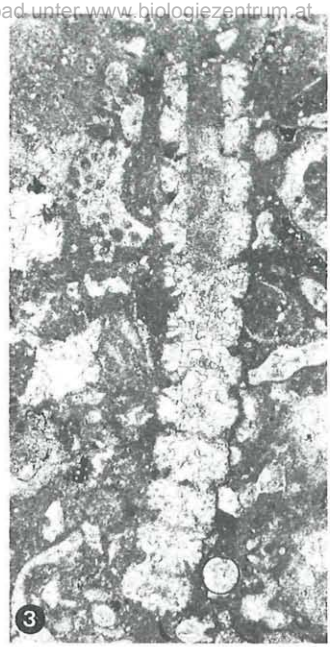
Fig. 3–4: *Clavaporella faceta* (ENDO). *Neoschwagerina craticulifera*-Subzone (mittleres Murgab): W Gipfel Koca Dag, N Bergama, NW-Anatolien. Probe 5111. Fig. 3: x 20, Fig. 4: x 23.

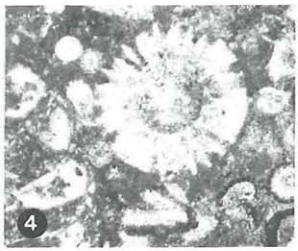
Fig. 5, 7: *Pseudovermiporella elliotti* ERK & BILGÜTAY. Die systematische Zuordnung der im gesamten Perm auftretenden, im mittleren und oberen Perm häufigen Pseudovermiporellen ist umstritten (Algen: Dasycladales ?, Ulotrichales ?; Foraminiferen: Miliolida ?). *Misellina*-Zone (Bolor): Straße Denismend–Denismendtörenen E Balya. Fig. 5: Probe 5157 i, x 16; Fig. 7: Probe 5157 b, x 40.

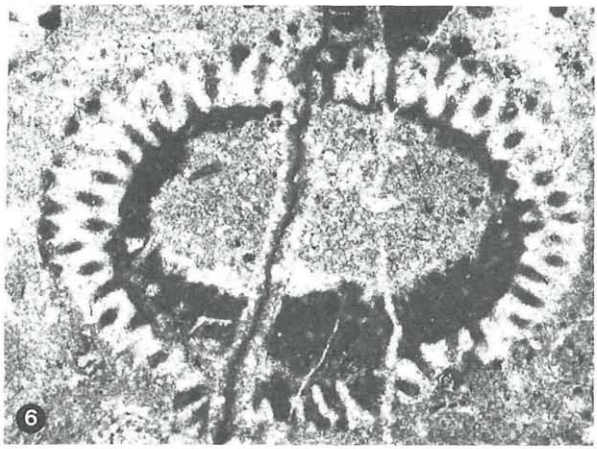
Fig. 6: *Macroporella* sp. *Neoschwagerina craticulifera*-Subzone (mittleres Murgab): Kapiskaya NE Kinik, NW-Anatolien. Probe 5130 b. x 38.

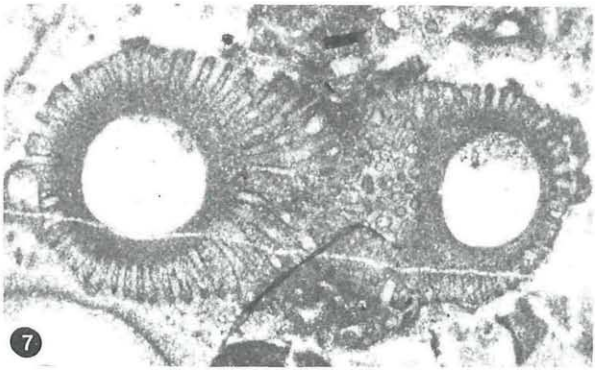
© Naturwissenschaftlicher Verein für Steiermark; download unter www.biologiezentrum.at











© Naturwissenschaftlicher Verein für Steiermark; download unter www.biologiezentrum.at

Tafel 3

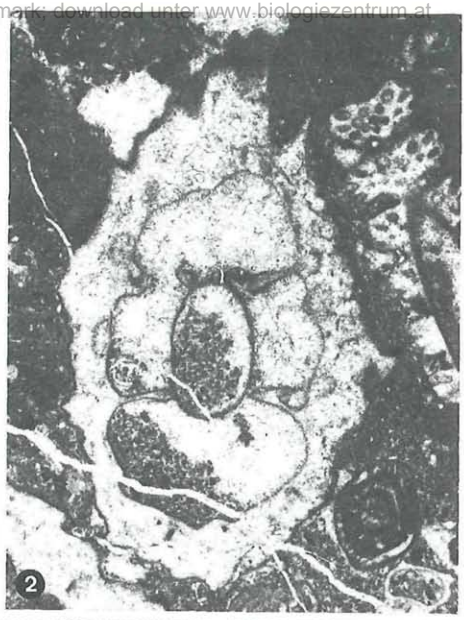
Fig. 1: *Teutloporella* ? sp. *Misellina-Zone* (Bolor): Straße Denismend–Denismendtörenen E Balya, NW-Anatolien. Im Gegensatz zu den aus dem Perm bisher beschriebenen Teutloporellen-Arten könnte es sich hier tatsächlich um eine Art von *Teutloporella* handeln. Ähnlichkeiten bestehen mit *Oligoporella elegans* ENDO. PROBE 5157 i. x 16.

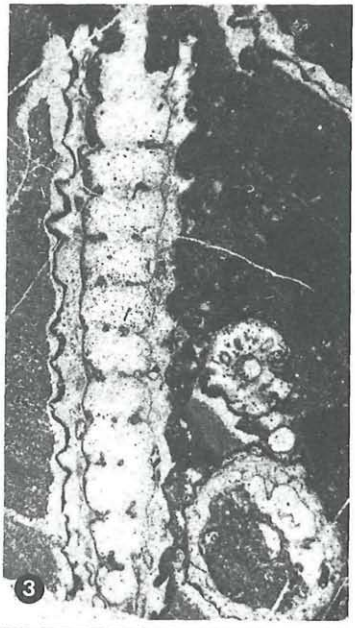
Fig. 2–3, 6: *Imperiella* cf. *iranica* ELLIOTT (Fig. 2 Mitte, Fig. 3 Mitte und rechts unten) und *Clavaporella faceta* (ENDO), Fig. 3 rechts, Fig. 4 Mitte rechts. Mittlere *Neoschwagerina*-Zone: Kapiskaya SSE Balya, NW-Anatolien. Probe 5138. Fig. 2: x 12,5; Fig. 3: x 4; Fig. 6: x 9,5.

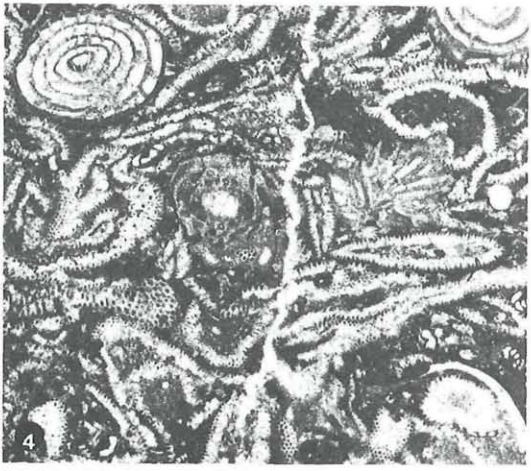
Fig. 4: Typischer Gymnocodiaceen-Kalk mit *Gymnocodium bellerophontis* (ROTHPLETZ). Etwas älter als *Neoschwagerina*-Zone: Kamelweg Balya-Endremit. Probe 5169 b. x 4,5.

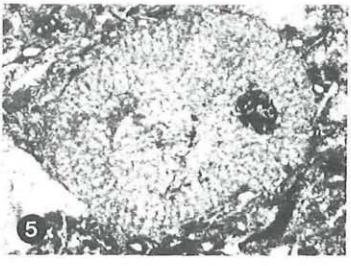
Fig. 5: *Ungdarella uralica* MASLOV. Die Art gehört zu den vielen als „Rotalgen" (von einigen Autoren auch als Schwämme) betrachteten jungpaläozoischen Formen. Etwa *Misellina*-Zone: Straße Denismend–Denismendtörenen E Balya. Probe 5167. x 21.

© Naturwissenschaftlicher Verein für Steiermark, download unter www.biologiezentrum.at









© Naturwissenschaftlicher Verein für Steiermark; download unter www.biologiezentrum.at

Tafel 4

Fig. 1, 3: *Macroporella apachena* JOHNSON zusammen mit *Tauridium kurdistanensis* ELLIOTT. Obere *Neoschwagerina*-Zone (oberes Murgab): Straßenprofil Balya-Endremit. Probe 5157. Fig. 1: x 13,5; Fig. 3: x 24.

Fig. 2: *Eogoniolina johnsoni* ENDO. Obere *Neoschwagerina*-Zone: Straßenprofil Balya-Endremit. Probe 5178 d. x 27.

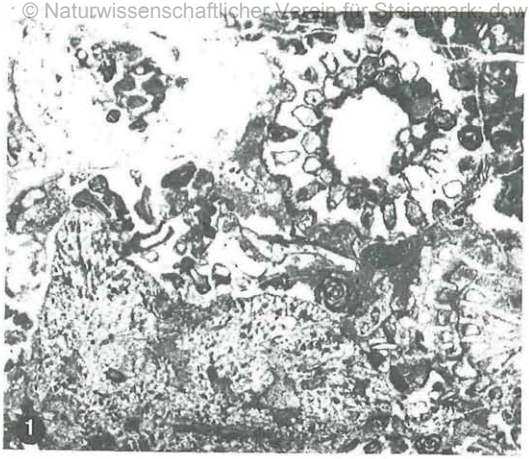
Fig. 4: Gymnocodiaceen-Kalk. Nahezu alle Bioklasten sind auf Zerfallsprodukte von *Gymnocodium* zurückzuführen. Etwas älter als *Neoschwagerina*-Zone: Kamelweg Balya–Endremit. Probe 5169a. x 7.

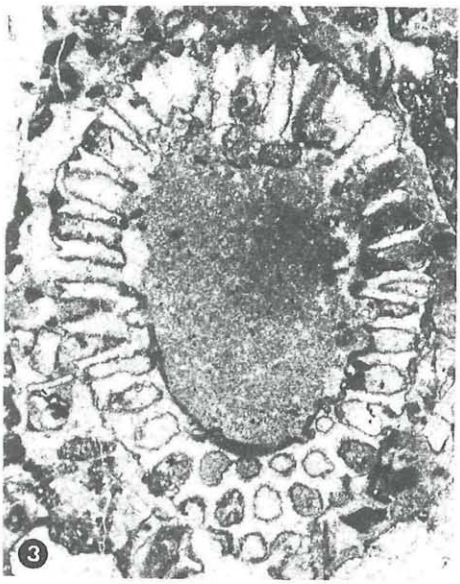
Fig. 5: *Epimastopora kansaensis* JOHNSON. Obere *Neoschwagerina*-Zone (oberes Murgab): Straßenprofil Balya-Endremit. Probe 5178 a. x 27.

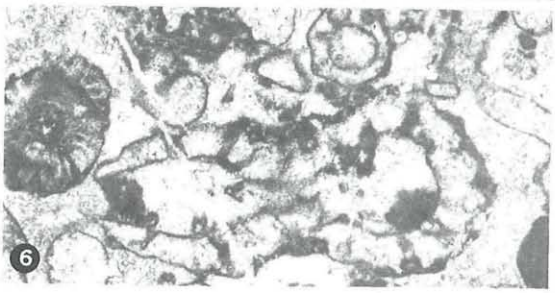
Fig. 6: *Mizzia yabei* (KARPINSKY). Obere *Neoschwagerina*-Zone (oberes Murgab): Balya, NW-Anatolien. Probe 5198 b. x 16.

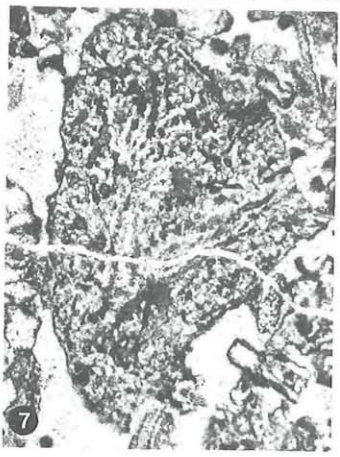
Fig. 7: *Tauridium kurdistanensis* ELLIOTT. Obere *Neoschwagerina*-Zone (oberes Murgab): Straßenprofil Balya-Endremit. Probe 5175 b. x 20.

© Naturwissenschaftlicher Verein für Steiermark; download unter www.biologiezentrum.at









© Naturwissenschaftlicher Verein für Steiermark; download unter www.biologiezentrum.at

Deutlichere Wechsel in der Zusammensetzung der Algenfloren treten, wie die Algenfloren aus dem unteren Perm der Karnischen Alpen und des Ural zeigen, bereits in der Assel- und in der Sakmar-Stufe auf (KULIK et al. 1978). Diese – wahrscheinlich nicht synchronen – Einschnitte werden jedoch durch Unterschiede in der relativen Bedeutung der Kalkalgen-Großgruppen und in der Diversität bestimmt und nicht durch einen markanten Wechsel in den Assoziationen.

Die weiteren in Abb. 2 gezeigten Einschnitte in der Zusammensetzung und Diversität der mittel- und oberpermischen Algenfloren sind nur in der Schelf-Fazies deutlich ausgeprägt.

Inwieweit der in der Riff-Fazies der Palaeoethys auffallende Wechsel von durch phylloide Algen und Epimastoporen charakterisierten Assoziationen (überwiegend im Unterperm) zu Assoziationen mit Tubiphyten und Archaeolithoporellen (überwiegend Mittel- und Oberperm) und die Entwicklung der in der Schelf-Fazies auftretenden permischen Algen durch globale Faktoren (Meeresspiegel- und Klimaschwankungen, RIDING 1984) gesteuert wurde, wird derzeit untersucht.

Dank

Die Arbeit wurde im Rahmen des von der Deutschen Forschungsgemeinschaft geförderten Schwerpunktprogrammes „Globale und regionale Steuerungsprozesse biogener Sedimentation: Riff-Evolution und Kreide-Sedimentation" durchgeführt. Herrn Prof. Dr. R. BRINKMANN (Hamburg) danke ich herzlich für die Führung im Raum Bergama-Balya, Herrn Prof. Dr. F. KAHLER (Klagenfurt) für die Diskussion des Manuskriptes.

Ich widme diese Arbeit meinem Lehrer, Herrn Prof. Dr. K. METZ, dessen Hinweis, sich davor zu hüten, „Beobachtetes und Spekulatives untrennbar zusammenzuwürfeln" (METZ 1939a: 288), auch für die Diskussion der Algen-Entwicklung im Perm maßgebend sein sollte.

Literatur

Die Literatur über karbonische und permische Algen ist bei EMBERGER (1976) zusammengestellt. Nachfolgend werden daher nur Arbeiten angeführt, die in dieser Bibliographie nicht enthalten sind.

AYGEN, T. 1956: Étude géologique de la région de Balya. – Bull. Min. Res. Explor. Inst. Turkey, 11:1–95.

BABCOCK, J. A. 1974: The Role of Algae in the Formation of the Capitan Limestone (Permian, Guadalupian), Guadalupe Mountains, West Texas–New Mexico. – Diss. Univ. Wisconsin, 92 S.

BRINKMANN, R. 1976: Geology of Turkey. – 158 S., Enke, Stuttgart.

CAKIROGLU, A. 1969: Stratigraphische und mikropaläontologische Untersuchungen in der Kocadag-Akcenger-Region nordöstlich von Bergama (West-Türkei). – Unveröff. Diplomarbeit, Inst. Geol. Paläont. TH Darmstadt: 176 S.

CHUVASHOV, B. 1974: Permskie izvestkovye vodorosli Urala. – Akad. nauk SSSR, Uralskii nauchny tsentr, 109:1–76.

CHUVASHOV, B. 1983: Permian Reefs of the Urals. – Facies, 8:191–212.

CHUVASHOV, B. & RIDING, R. 1984. Principal floras of Palaeozoic marine calcareous algae. – Palaeont., 27:487–500.

DICKINS, J. M. 1988: Subcommission on Permian Stratigraphy. Working commitee on Upper Permian Correlation and Standard Scale. 5 Permophiles, Newsletter SCPS, 13:20–22.

ELLIOTT, G. F. 1981: The Tethyan dispersal of some Chlorophyte Algae subsequent to the Paleozoic. – Paleogeogr. Paleoclimatol. Paleoecol., 32:341–358.

© Naturwissenschaftlicher Verein für Steiermark; download unter www.biologiezentrum.at

EMBERGER, J. 1976: Les Algues (Chlorophyceae, Prasinophyceae, Rhodophyceae) du Carbonifère et du Permien. Essau d'un inventaire bibliographique, géographique, stratigraphique. – Bull. Inst. Geol. Bassin d'Aquitaine, Numero Special, 168 S.

FLÜGEL, E. 1990: Triassic and Jurassic Marine Calcareous Algae: A Critical Review. In: RIDING, R. (Ed.). Algae and Stromatolites. – Springer-Verlag, Berlin (im Druck).

FLÜGEL, E. & FLÜGEL-KAHLER, E. 1980: Algen aus den Kalken der Trogkofel-Schichten der Karnischen Alpen. – Carinthia II, Sonderheft 36:113–182.

FLÜGEL, E. & REINHARDT, J. 1989: Uppermost Permian reefs in Skyros (Greece) and Sichuan (China): Implications for the Late Permian extinction event. – Palaios, 4/6 (im Druck).

FLÜGEL, H. W. 1955 a.: Bryozoen aus dem Perm des Ala Dag. – N. Jb. Geol. Paläont. Abh., 105:283–292.

FLÜGEL, H. W. 1955 b.: Permische Korallen aus dem südanatolischen Taurus. – N. Jb. Geol. Paläont. Abh. 101:293–318.

FLÜGEL, H. W. 1963: Algen und Problematika aus dem Perm Süd-Anatoliens und Irans. – Sitzungsber. Österr. Akad. Wiss., math.-naturwiss. Kl., I, 172:85–95.

FLÜGEL, H. W. 1964: Die Entwicklung des vorderasiatischen Paläozoikums. – Geotekton. Forsch., 18:1–68.

FLÜGEL, H. W. 1971: Palaeozoic rocks of Turkey. In: CAMPBELL, A. S. (Ed.). Geology and History of Turkey, 211–224.

GÜVENC, T. 1975: Discussion des genres de Porostromata PIA et leurs representants dans le Carbonifère et le Permien de Turquie. – Papers Congress of Earth Sciences, 50th Anniversary of Turkish Republic, Min. Res. Exploration Inst.:241–256.

HERITSCH, F. 1939: Ein Vorkommen von marinem Perm im nördlichen Ala Dagh (Kilikischer Taurus, Türkei). II. Korallen, stratigraphische und paleogeographische Bemerkungen. – Sitzungsber. Akad. Wiss. Wien, math.-naturwiss. Kl., Abt. I, 148:171–194.

KAHLER, F. 1974: Fusuliniden aus T'ien-schan und Tibet. Mit Gedanken zur Geschichte der Fusuliniden-Meere im Perm. – Rep. Scient. Exped. North-Western Prov. China, Sino-Swedish Exped. Publ., 52:1–48.

KAHLER, F. 1977: Bemerkenswerte Fusuliniden-Funde im ostmediterranen und iranischen Raum. – N. Jb. Geol. Paläont. Mh., 1977/4:199–216.

KAHLER, F. 1986: Ein Normalprofil der Fusuliniden-Stratigraphie im Oberkarbon und Unterperm der Karnischen Alpen. – Carinthia II, 96:1–17.

KAHLER, F. & KAHLER, G. 1937: Stratigraphische und fazielle Untersuchungen im Oberkarbon und Perm der Karnischen Alpen. – C. R. deuxième Congr. Strat. Carbonifère, Heerlen 1935:445–487.

KAHLER, F. & KAHLER, G. 1979: Fusuliniden (Foraminifera) aus dem Karbon und Perm von Westanatolien und dem Iran. – Mitt. österr. geol. Ges., 70:187–269.

KONISHI, K. 1960: A prominent marine floral change during the Permo-Carboniferous. – Rep. Intern. Geol. Congress, XXI Sess., 22:36–38.

KULIK, E. L. 1978: Izvestkovye zelenye (sifonovye) vodorosli Asselskogo i Sakmarskogo yarusov biogermnogo massiva Shakhtau. – Akad. nauk SSSR, Voprosy Mikropaleont., 21:182–215.

KULIK, E. L., KOROLJUK, I. K. & RAUZER-CHERNOUSOVA, D. M. 1978: K voprosu stratigraficheskogo i fatsialnogo znacheniya Asselskikh i Sakmarskikh izvestkovikh vodoroslei (po materialam iz biogermnogo massiva Shakhtau, Bashkiriya). – Voprosy Mikropaleont., 21:216–232.

LEVEN, E. Ya. 1981: Stratigrafiya i fusulinidi Permskikh otloshenii Pamira. – Akad. nauk SSSR, Geol. Inst., Trudy, 167:1–224.

LYS, M. 1971. Les calcaires à fusulines des environs de Bergama (Turquie): Zeytindag et Kinik. – Notes Mem. Moyen-Orient, 12:168–171.

MAMET, B., NASSICHUK, W. & ROUX, A. 1979: Algues et Stratigraphie du Paléozoique supérieur de l'Arctique canadien. – Bull. Centre Rech. Explor.-Prod. Elf-Aquitaine, 3:669–683.

METZ, K. 1939 a: Ein Vorkommen von marinem Perm im nördlichen Ala Dagh (Kilikischer Taurus, Türkei). I. Allgemeines, Brachiopoden und Bryozoen. – Sitzungsber. Akad. Wiss. Wien, math.-naturwiss. Kl., Abt. I, 148:141–152.

© Naturwissenschaftlicher Verein für Steiermark; download unter www.biologiezentrum.at
METZ, K. 1939 b: Beiträge zur Geologie des Kilikischen Taurus im Gebiet des Ala Dagh. – Sitzungsber. Akad. Wiss. Wien, math.-naturwiss. Kl., Abt. A, 148:287–340.

METZ, K. 1955: Zur Paläontologie des anatolischen Paläozoikums I. Neufunde im Paläozoikum SW-Anatoliens. – N. Jb. Geol. Paläont. Abh., 101:257–266.

MILANOVIC, M. 1986: Permski mikrofosili Gorskog Kotara. – XI Kongres geol. Jugoslavije, Tara, 2:91–107.

MU XINAN. 1981. Upper Permian calcareous algae from Western Guizhou. – Acta Paleont. Sinica, 20:19–48.

MU XINAN. 1982: Some calcareous algae from Xizang. – Scient. Exped. Quinghai-Xizang Plateau, Paleont. Xizang, 5:205–240.

MU XINAN & RIDING, R. 1983: Silicified Gymnocodiacean Algae from the Permian of Nanjing, China. – Paleontology, 26:261–276.

NOË, S. 1988. Facies and Paleogeography of the Marine Upper Permian and the Permian-Triassic Boundary in the Southern Alps (Bellerophon Formation, Tesero Horizon). – Facies, 16:89–142.

PIA, J. 1937: Die wichtigsten Kalkalgen des Jungpaläozoikums und ihre geologische Bedeutung. C. R. Congrès Strat. Carbonifère, Heerlen 1935:765–856.

REINHARDT, J. W. 1988: Uppermost Permian Reefs and Permo-Triassic Sedimentary Facies from the Southeastern Margin of Sichuan Basin, China. – Facies, 18:231–288.

RIDING, R. 1984: Sea-level changes and the evolution of benthic marine calcareous algae during the Paleozoic. – J. Geol. Soc., 141:547–553.

RIDING, R. & GUO, L. 1990: Permian marine calcareous algae. In: RIDING, R. (Ed.). Algae and Stromatolites. – Springer-Verlag, Berlin (im Druck).

ROSS, C. A. & ROSS, J. 1987: Late Paleozoic Sea Levels and Depositional Sequences. – Cushman Found. Foram. Res., Spec. Publ., 24:137–149.

ROUX, A. 1986: Microflores algaires paléozoiques (tendences évolutives, répartitions) et tectonique globale. – Bull. Centres Rech. Explor.-Prod. Elf-Aquitaine, 10:555–563.

RUI LIN 1981. Permian fusulinacean zones and their biogeographic provinces in South China. – Canad. J. Earth Sci., 18:342–349.

TERMIER, H., TERMIER, G. & VACHARD, D. 1977: Monographie paléontologique des affleurements permiens du Djebel Tebaga (Sud tunisien). – Palaeontographica, A, 156:1–109.

VACHARD, D. 1980: Tethys et Gondwana au Paleozoique superieur les donnees Afghanes. Biostratigraphie, micropaléontologie, paléogéographie. – Doc. Trav. Inst. Geol. Albert de Lapparent, 2:1–463.

VACHARD, D. 1985: Remarques sur les Dasycladales (algues vertes) du Permien supérieur du Jebel Tebaga. – Actes Premier Congrès Nat. Sci. Terre, Tunis, 1:271–276.

WEISS, E. H. 1965 a: Zur Geologie des Kilikischen Ala Dag. – In: SCHLECHTL, H. M., STERN, R. & WEISS, E. H.: In anatolischen Gebirgen. Kärntner Museumsschriften, 31:36–65.

WEISS, E. H. 1965 b: Die Permotrias in Kleinasien. Hinweise auf mögliche Vorkommen. – In: SCHLECHTL, H. M., STERN, R. & WEISS, E. H.: In anatolischen Gebirgen. Kärntner Museumsschriften, 31:65–71.

WRAY, J. L. 1977: Calcareous algae. – Dev. Palaeont. Strat., 4:1–184.

ZHANG, GUIXIN. & ZHEN, CHENZHU. 1985. Some calcareous algae from the Lower Permian carbonate platform of Guizhou and their distribution characteristics. – Fossil Algae committee, Paleont. Soc. China (Eds.): Selected Papers from the 1st National Fossil algae Symposium, Beijing, S. 41–50.

Anschrift des Verfassers: Prof. Dr. Erik FLÜGEL, Institut für Paläontologie, Universität Erlangen-Nürnberg, Loewenichstraße 28, D-8520 Erlangen, BRD.

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: Mitteilungen des naturwissenschaftlichen Vereins für Steiermark

Jahr/Year: 1990

Band/Volume: 120

Autor(en)/Author(s): Flügel Erik (Horst Wolfgang)

Artikel/Article: "Einschnitte" in der Entwicklung permischer Kalkalgen. 99-124