

**Paläoproduktivitäts-Schwankungen und
Veränderungen der paläozeanographischen Bedingungen
im Arabischen Meer
während der letzten 130.000 Jahre –
rekonstruiert anhand von organischen Dinoflagellatenzysten**

Vom Fachbereich Geowissenschaften und Geographie
der Universität Hannover

zur Erlangung des Grades
Doktor der Naturwissenschaften
Dr. rer. nat.

genehmigte Dissertation

von

Dipl.-Geol. Thomas Jurkschat
geboren am 21.02.1968 in Hannover

(2003)

Referent: Prof. Dr. R. Fischer, Institut für Geologie und Paläontologie, Universität Hannover

1. Korreferent: Prof. Dr. H. Willems, Fachbereich 5, Universität Bremen

2. Korreferent: Dr. J. Fenner, Bundesanstalt für Geowissenschaften und Rohstoffe, Hannover

Tag der Promotion: 6. Juni 2003

Die Natur kennt das große
Geheimnis und lächelt.

Victor Hugo

INHALTSVERZEICHNIS

KURZFASSUNG	1
ABSTRACT	2
I. EINLEITUNG UND FRAGESTELLUNG	3
II. GRUNDLAGEN	5
2.1 Arabisches Meer	5
2.1.1 Ozeanographie, rezente Bioproduktion und Sedimentation	6
2.1.2 Sauerstoffminimumzone (SMZ)	9
2.2 Dinoflagellaten (Biologie und Ökologie)	12
2.3 Weitere Palynomorpha	14
III. MATERIAL UND METHODEN	16
3.1 Probenmaterial	16
3.2 Aufbereitung der Proben	20
3.3 Datenerhebung	24
3.3.1 Bestimmung der absoluten Häufigkeiten (Konzentration)	25
3.3.2 Berechnung der Massenakkumulationsraten	26
3.4 Taxonomische Zuordnung	27
3.5 Stratigraphie und Altersmodelle der Kerne	28
3.6 Statistische Methoden	28
3.6.1 Diversität	29
3.6.2 Verbreitungskarten der Arten in Oberflächensedimenten	29
3.6.3 Clusteranalyse	30
3.6.4 Korrespondenzanalyse	30
3.6.5 Spektralanalyse	32
IV. ERGEBNISSE	34
4.1 Arteninventar	34
4.1.1 Erhaltungszustand der Taphozöosen	35
4.1.2 Umlagerung / Transport (präsedimentäre Verdriftung)	38
4.2 Oberflächenproben im nordöstlichen Arabischen Meer (Sonne 90, PAKOMIN)	40
4.2.1 Geographische Verbreitung der Arten und Artengruppen	40
4.3 Kernmaterial	51
4.3.1 Pakistan, Sonne 90 (PAKOMIN)	52
4.3.1.1 Profil SO 90 – 111 KL	52
4.3.1.2 Profil SO 90 – 94 KL	57
4.3.2 Oman, ODP Leg 117	62
4.3.2.1 Profil ODP Leg 117 – 723A	62
4.3.2.2 Profil ODP Leg 117 – 722B	67
4.4 Zusammenfassung der Ergebnisse	72

V. TAXONOMIE UND AUTÖKOLOGIE DER ORGANISCHEN DINOFLAGELLATENZYSTEN	73
VI. DISKUSSION	141
6.1 Erhaltung - Hauptkontrollfaktor für die organischen Dinoflagellaten- vergesellschaftungen?	141
6.2 Organische Dinoflagellatenzysten als Wassermassenanzeiger	147
6.3 Definition von Palynofazieszonen für das nordöstliche Arabische Meer	148
6.4 Ökostratigraphische Gliederung anhand organischer Dinoflagellatenzysten	152
6.5 Zyklische Veränderungen in der Produktivität während der letzten 130.000 Jahre	155
6.5.1 Orbitale Steuerungsmechanismen	155
6.5.2 Suborbitale Veränderungen („Heinrichlagen-Äquivalente“)	169
VII. SCHLUSSFOLGERUNGEN UND AUSBLICK	172
VIII. DANKSAGUNG	175
IX. LITERATURVERZEICHNIS	177
FOTOTAFELN	201
ANHANG	217
TABELLEN - ZÄHLLISTEN: ORGANISCHE DINOFLAGELLATENZYSTEN	217
TABELLEN - ZÄHLLISTEN: DATEN DER GRAUWERTMESSUNGEN	245
TABELLEN - ZÄHLLISTEN: DIVERSITÄTS- UND SEDIMENTPARAMETER	255
CURRICULUM VITAE	261

Kurzfassung

Die vorliegende Studie ergänzt die im Rahmen des PAKOMIN-Projekts der Bundesanstalt für Geowissenschaften und Rohstoffe durchgeführten sedimentologischen, geochemischen und mikropaläontologischen Untersuchungen. Sie präsentiert die Ergebnisse aus der Untersuchung ozeanographischer Veränderungen im nördlichen Arabischen Meer während des Spätquartärs anhand von organischen Dinoflagellatenzysten.

Hierfür wurden 57 Oberflächenproben und Proben aus zwei Sedimentkernen aus dem Meeresgebiet vor Pakistan (SO90-111KL, 94KL) sowie zwei weiteren Sedimentkernen aus dem Auftriebsgebiet vor Oman (ODP Leg 117, Kern 722B, 723A) aufbereitet und untersucht, in denen die letzten rd. 130.000 Jahre dokumentiert sind. Der gewählte Beprobungsabstand repräsentiert eine minimale zeitliche Auflösung von rd. 1.500 Jahren; in den Übergangsbereichen zwischen den marinen Isotopenstadien (MIS) 1/2 sowie MIS 5/6 wurde durch eine engere Probenahme eine höhere zeitliche Auflösung erreicht. Der Schwerpunkt der Arbeit liegt in der ökologischen Deutung der Zystengemeinschaften und der Untersuchung des Einflusses von Zersetzung organischer Substanz, um eine paläozeanographische Rekonstruktion der spätquartären Umweltbedingungen zu erzielen. Um Veränderungen der Fossilgemeinschaften durch die Aufbereitungstechnik zu vermeiden, sind bestehende Methoden weiterentwickelt und verbessert worden. Die Dinoflagellatenvergesellschaftungen sind besonders in den Proben aus der Sauerstoffminimumzone durch eine hohe Diversität gekennzeichnet (bis zu 34 Arten bei 300 gezählter Individuen) und werden von den Arten *Brigantedinium* spp., *Polysphaeridium zoharyi*, *Nematosphaeropsis labyrinthus* und *Spiniferites pachyderma* dominiert. Insgesamt werden 70 Arten und Artengruppen unterschieden, von denen 6 Arten neu beschrieben werden. Die Häufigkeitsumkehr von *Brigantedinium* spp. und *N. labyrinthus* / *Sp. pachyderma* sowie das abschnittsweise Auftreten der Arten *Polysphaeridium zoharyi* und *Sp. mirabilis* lassen sich auch überregional für eine ökostratigraphische Gliederung für das nördliche Arabische Meer nutzen.

Die Zusammensetzung der organischen Dinoflagellatenzystenassoziation weisen während der letzten 130.000 Jahre durchgehend auf tropische bis subtropische Floren- bzw. Faunenelemente auf. Häufigkeitsschwankungen der Zystenarten lassen dennoch in den untersuchten Kernen den Einfluss orbitaler und suborbitaler Steuerungsmechanismen deutlich erkennen, wie auch Änderungen in der Stratifizierung des Oberflächenwassers in Verbindung mit Auftrieb und Oberflächenkonvektion aufgrund variierender Winter- und Sommermonsunintensitäten. Neben dem übergeordneten Präzessions-Zyklus nach Milankovitch, der in den klimatischen Schwankungen der Subtropen dominiert, weisen die Fluktuationen der organischen Dinoflagellatenvergesellschaftungen auch auf Veränderungen hin, die zeitlich den aus dem Nordatlantik als "Heinrich-Events" bekannten Ereignissen entsprechen. Während innerhalb der Bereiche, in denen die Sauerstoffminimumzone auf den Kontinentalhang trifft, nahezu alle Zystenarten eine positive Korrelation zu den Orbitalparametern zeigen, ist dies außerhalb dieses Bereiches (offener Ozean, Tiefsee) nur bei den gonyaulacoiden Zysten der Fall. Die Untersuchung des Oberflächenmaterials entlang dreier Transekte vom pakistanischen Schelf zur Tiefsee zeigen, dass dies in der unterschiedlichen Erhaltung begründet ist. Während in den Sedimenten der Sauerstoffminimumzone die protoperidinoiden Zysten gut erhalten sind, werden in den Sedimenten aus Meeresgebieten mit höheren Sauerstoffgehalten im Bodenwasser reduzierte Häufigkeiten bei schlechterer Erhaltung dokumentiert. Im Übergangsbereich zwischen Sauerstoffminimumzone und Sedimentationsbereichen mit sauerstoffreicherem Bodenwasser ist die selektive Zerstörung der Zysten durch Bakterientätigkeit deutlich sichtbar. Die oftmals angewandte Theorie, dass das Massenvorkommen von protoperidinoiden Zysten ein Indiz auf erhöhte Produktivität im Oberflächenwasser sei, muss somit zukünftig sehr kritisch betrachtet werden.

Schlagerworte: Paläoproduktivität, Arabisches Meer, organische Dinoflagellatenzysten

Abstract

This study contributes to the detailed examinations within the scope of the PAKOMIN-project of the Federal Institute for Geosciences and Natural Resources (Geological Survey of Germany). It presents the results of the investigation of oceanographic changes in the northern part of the Arabian Sea through the late Quaternary by analysing abundance fluctuations of organic walled dinoflagellate cysts. Fifty-seven surface samples and samples of two sediment cores off Pakistan (SO90-111KL, 94KL) as well as two sediment cores from the upwelling region off Oman (ODP Leg 117, Kern 722B, 723A) were prepared and analysed.

The study focusses on an ecological interpretation of the organic walled cysts associations as a means of reconstructing the paleoceanography and paleoenvironment during the past 130,000 years. The sampling interval provides a minimum temporal resolution of about 1,500 years, with higher resolution being obtained for the transitions at Marine Isotope Stages (MIS) 1/2 and 5/6. Existing methods were slightly differentiated and improved to suit the fossil assemblages of this study.

Dinoflagellate cyst assemblages, especially in samples from the oxygen minimum zone, are characterised by high diversity (up to 34 species / species-groups, 300 specimen counted) and are dominated by *Brigantedinium* spp., *Polysphaeridium zoharyi*, *Nematosphaeropsis labyrinthus* and *Spiniferites pachyderma*. In total, 70 species and species-groups are differentiated, of which six species recognised as new.

Abundance changes, especially the abundance reversal of *Brigantedinium* spp. and *N. labyrinthus* / *Sp. pachyderma* allows a regional ecostratigraphical correlation for the northern Arabian Sea. Another useful feature is the periodical appearance of the species *Polysphaeridium zoharyi* and *Sp. mirabilis*.

The dominance of assemblages by tropical and subtropical organic walled dinoflagellate cyst taxa reveals warm conditions for the past 130,000 years. Nevertheless, abundance fluctuations in the analysed cores reflect variations responding to orbital and suborbital paleoclimate changes. Besides the precession-cycle by Milankovitch, which is especially distinct in the subtropical realm, the fluctuations of organic walled dinoflagellate cysts associations correspond to variations, which are time-equivalent to those events known from the north Atlantic, the so-called „Heinrich-events“ and allow to recognise a correlation of changes in the stratification of surface water masses in connection to changes in upwelling and surface water convection caused by varying summer- and winter monsoonal intensities.

Within the area where the oxygen minimum zone touches the continental slope most species show a positive correlation to orbital parameters, whereas outside this area (open ocean, deep sea) only gonyaulacoid cysts show such a correlation.

An investigation of surface sediment material along three transects from the Indopakistan shelf to the deep sea explains this difference. Whereas the protoperidinoid specimen are well preserved within oxygen-reduced sediments along the oxygen minimum zone, they are reduced in sediments from regions with oxygenated bottom water. Inside the transition zone between oxygen minimum zone and areas with oxygenated bottom water selective destruction of protoperidinoid cysts by bacterial activity is clearly visible. The usual practice of equating high abundance of protoperidinoids with high surface-water productivity must therefore be considered with caution.

keywords: paleoproductivity, Arabian Sea, organic dinoflagellate cysts

I. Einleitung und Fragestellung

Das Arabische Meer, der nordwestliche Teil des Indischen Ozeans, ist charakterisiert durch saisonale Wechsel in der Oberflächenströmung, die durch die Monsunwinde hervorgerufen werden. Nach der Erarbeitung von Grundlageninformationen über dieses Meeresgebiet in den 60er und 70er Jahren (Babenerd *et al.*, 1973; Kimor, 1973; Krey, 1973; Pédelaborde, 1963; Saijo, 1973; Schott *et al.*, 1970; Taylor, 1973; von Stackelberg, 1972) kam es gegen Ende der 80er Jahre zu einer erneuten multidisziplinären Schwerpunktuntersuchung im Arabischen Meer, im Zuge derer verschiedene Institutionen Studien durchführten. Besonders zu erwähnen sind das ODP Leg 117 zur Erkundung des Sedimentationsraumes vor Oman im Jahr 1987, das JGOFS (U.S. Joint Global Ocean Flux Study, Projekt "Arabian Sea Process Study"; Smith *et al.*, 1991), das NIOP (Netherlands Indian Ocean Program; van Weering *et al.*, 1997), in dessen Rahmen in den Jahren 1992 / 1993 Expeditionen durchgeführt wurden, sowie das PAKOMIN-Projekt (Pakistan Oxygen Minimum Zone) der Bundesanstalt für Geowissenschaften und Rohstoffe (BGR) zur genaueren Untersuchung der Sauerstoffminimumzone entlang mehrerer Transekte vor Pakistan (Schulz *et al.*, 1996; von Rad & Schulz, 1996; von Rad *et al.*, 1995).

Auftriebsgebiete, wie sie sich in den randlichen Bereichen des Arabischen Meeres finden, sind durch eine erhöhte Bioproduktivität gekennzeichnet. Durch das Auftriebsgeschehen gelangt nährstoffreiches und CO₂-reiches Wasser aus ca. 250 m Wassertiefe in höher gelegene Wasserschichten bis hin zur Oberfläche, wodurch einerseits CO₂ an die Atmosphäre abgegeben werden kann (Berger, 1989) und es andererseits zu erhöhter Primärproduktion kommt. Jedoch wird freierwerdendes CO₂ durch die erhöhte Primärproduktion auch verbraucht und Kohlenstoff als C_{org} im Sediment gebunden. Die Wechselbeziehung zwischen mariner Bioproduktion und dem marinen Kohlenstoff-Kreislauf, welche sich letztendlich auch auf das globale Klima auswirkt, war Anlass dazu, die Meeresgebiete mit Auftriebsgeschehen und erhöhter Bioproduktion verstärkt im Hinblick auf die Paläoproduktivität zu untersuchen (Berger *et al.*, 1989; Smith *et al.*, 1991; Summerhayes *et al.*, 1995).

Für die Interpretation der Veränderungen der Paläozeanographie des nördlichen Arabischen Meeres während des Spätquartärs sind organische Dinoflagellatenzysten bisher noch nicht genutzt worden, obwohl sie zu den aussagekräftigen, einzelligen Planktongruppen gehören. Nur wenige Arbeiten sind bisher durchgeführt worden, die sich mit der Bestandsaufnahme rezenter Dinoflagellaten im Indischen Ozean bzw. des Arabischen Meeres befassen (Subrahmanyam, 1968, 1971; Taylor, 1973, 1976; Zonneveld, 1997a, 1997b; Zonneveld & Jurkschat, 1999; Wendler, 2001). Bradford (1975) und Bradford & Wall (1984) bearbeiteten ein randliches Meeresgebiet des Arabischen Meeres, den Persischen Golf und beschrieben als erste dort vorkommende organische Dinoflagellatenzysten. Bis heute ist die Kenntnis der lokalen Dinoflagellatenzysten und deren Verbreitung nur unzureichend untersucht worden. Alle genannten Arbeiten beschäftigen sich mit der Interpretation der Dinoflagellatenvergesellschaftungen aus Planktonfallen oder Probenrückständen von Oberflächensedimenten.

Aus anderen Meeresgebieten ist bekannt, dass organische Dinoflagellatenzysten für die Rekonstruktion der Wassermassen in marinen Bereichen sehr gut geeignet sind (z.B. Dale, 1996; Harland, 1983; Rochon, 1997; Rochon & de Vernal, 1994; Zonneveld, 1997a), da sie Arten mit verschiedenen Salinitäts-, Temperatur-, sowie Nährstoffansprüchen und -toleranzen aufweisen, und ihre Umhüllung aus einer Sporopollenin-ähnlichen Substanz der Lösung weniger ausgesetzt ist als das mineralisierte Skelett anderer Plankton-Einzeller.

Als Organismengruppe, die in ihrem aktiven Lebensabschnitt („vegetatives Stadium“) etwa auf die obersten 150-200 m der Wassersäule beschränkt ist, reagiert sie unmittelbar auf Wechselwirkung

Atmosphäre ↔ Hydrosphäre und stellt somit einen hervorragenden Indikator zur Rekonstruktion mariner Oberflächenwassermassen dar.

In der vorliegenden Studie, die die im Rahmen des PAKOMIN-Projekts durchgeführten Untersuchungen ergänzt, werden Veränderungen des Ökosystems Arabisches Meer während des Spätquartärs anhand von organischen Dinoflagellatenzysten und anderen aquatischen Palynomorphen untersucht. Ein weiterer Teil der Studie befasst sich mit dem Vergleich der Ergebnisse aus dem Gebiet vor Pakistan mit denen aus dem Auftriebsgebiet vor Oman.

Das Ziel dieser Studie ist, einen Datensatz organischer Dinoflagellatenzysten, der aus den qualitativen und quantitativen Analysen von Probenrückständen aus Oberflächensedimenten gewonnen wurde, zur Interpretation von Paläoproduktivitätsschwankungen während des Spätquartärs heranzuziehen. Voraussetzung für die Lösung dieser Aufgabenstellung sind Kerne, deren hohe Sedimentationsrate eine hochauflösende Beprobung zulässt, um kurzzeitige, klimatische Ereignisse der letzten rd. 130.000 Jahre zu erfassen. Grundlage hierfür ist die Kenntnis der Dinoflagellatenvergesellschaftung, so dass diese Arbeit auch einen Beitrag zu den taxonomischen Grundlagen der organischen Dinoflagellatenzysten liefert.

Insbesondere folgende Fragen sollen diskutiert werden:

- 1) Welche Veränderungen zeigen die Dinoflagellatenvergesellschaftungen? Welche Rückschlüsse auf klimatische und ozeanographische Veränderungen können daraus gewonnen werden?
- 2) Welche Mechanismen steuern die Veränderungen der Dinoflagellatenvergesellschaftungen? Können orbitale und suborbitale Steuerungsmechanismen (Milankovitch-Zyklen) nachgewiesen werden?
- 3) Sind die Schlussfolgerungen aus dem nördlichen Arabischen Meer vor Pakistan auch auf andere Regionen wie z.B. die Meeresgebiete vor Oman anzuwenden → lokales Phänomen oder überregionales Ereignis?
- 4) Welche Rolle spielt die Erhaltung innerhalb und außerhalb der Sauerstoffminimumzone? Welche Folgen hat dieses bei der Interpretation der Ergebnisse?

II. Grundlagen

2.1 Arabisches Meer

Als Arabisches Meer wird der nordwestliche Teil des Indischen Ozeans bezeichnet (Abb. 1). Es ist im Westen durch den afrikanischen Kontinent und im Osten durch den Indischen Subkontinent begrenzt. Die südliche Grenze verläuft durch den Indischen Ozean. Shetye *et al.* (1994) definierten die Grenze nach Angaben des International Hydrographic Bureau als eine von Ras Hafun, Somalia ($10^{\circ} 29' N / 51^{\circ} 20' E$) über das Addu Atoll ($0^{\circ} 58' S / 73^{\circ} 25' E$) zu den westlichen Inseln der Malediven, von dort nördlich zu den Lakshadweep Inseln und letztlich zur Westküste von Indien bei Sadashivgad ($14^{\circ} 80' N$) verlaufende Linie. Demnach ist das Arabische Meer ein trianguläres Becken, dessen Ausdehnung etwa 2.500×1.800 km erreicht. Die im Vergleich zu anderen Meeresgebieten (Atlantik, Pazifik, südlicher Indik) geringe flächenmäßige Ausdehnung sowie die zweiseitige Umgrenzung im Norden durch Festland bedingt, dass die Dynamik dieses Meeresgebietes stark durch die wechselseitigen Beziehungen zwischen küstennahem und offen-ozeanischem Regime geprägt ist.

Im Norden besteht über den Golf von Oman eine direkte Verbindung zum Persischen Golf, im Westen erfolgt ein Austausch mit dem Wasser des Roten Meeres über den Golf von Aden.

Das Arabische Meer wird submarin in den östlichen gelegenen Indus-Fächer und das westlich

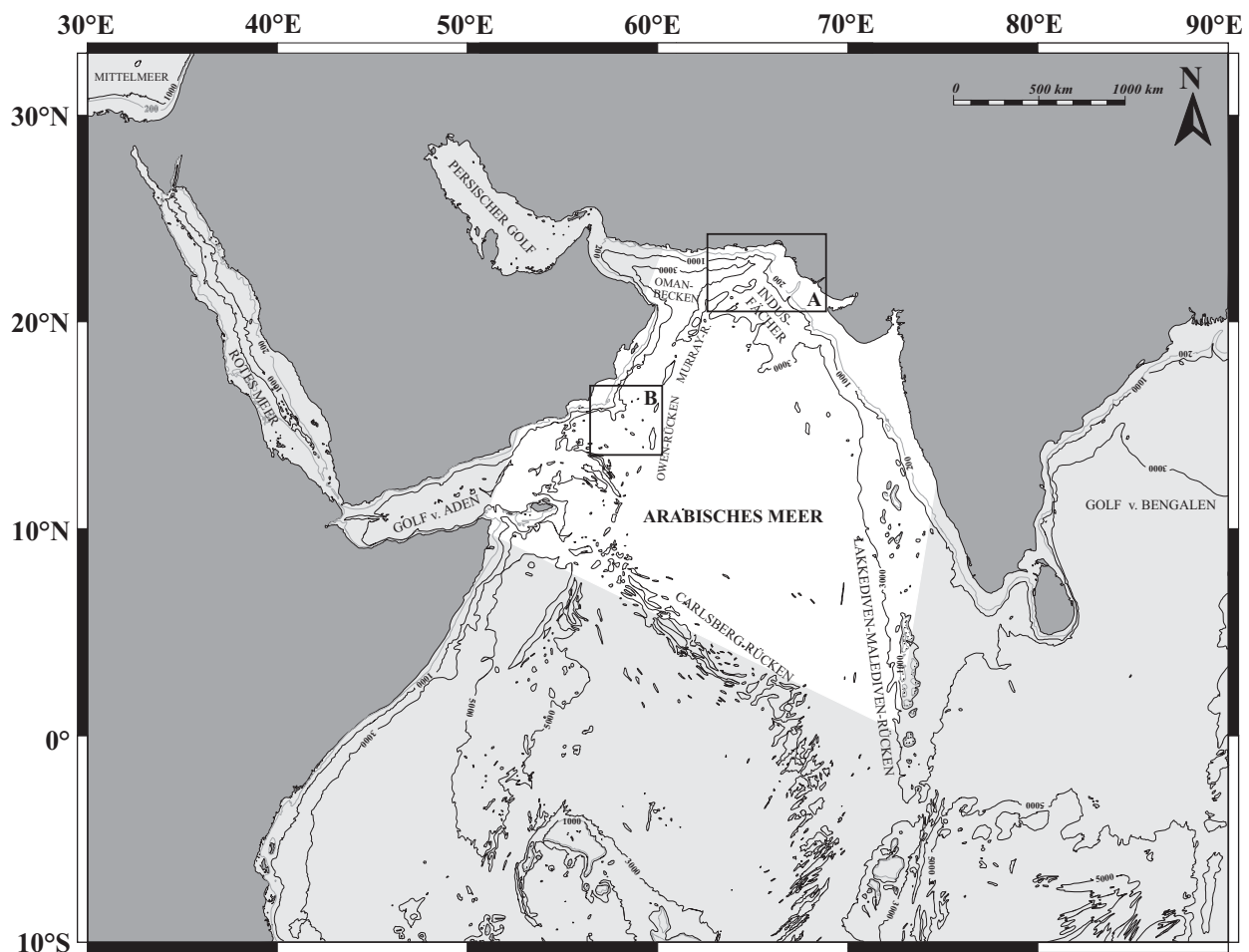


Abb. 1:

Bathymetrische Karte des Arabischen Meeres (kartesische Projektion, vereinfacht nach Wyrтки, 1973). Die Ausdehnung des Arabischen Meeres ist durch die weiße Fläche gekennzeichnet (nach Shetye *et al.*, 1994). Die umrandeten Felder zeigen die geographische Lage der Untersuchungsgebiete (A = vor Pakistan, B = vor Oman).

gelegene Oman Becken unterteilt. Den Grenzbereich zwischen diesen zwei Elementen bildet der Murray-Rücken. Der Indusfächer wird in seiner südlichen Ausdehnung durch den Carlsberg-Rücken und nach Osten hin durch den Lakkediven-Malediven-Rücken begrenzt.

Das östliche Meeresgebiet (Abb. 1) ist durch einen ausgedehnten Schelfbereich von bis zu 350 km Breite charakterisiert (Shetye *et al.*, 1991; Shetye *et al.*, 1990). Im nördlichen Teil des Arabischen Meeres, sowie vor der Arabischen Halbinsel, ist dieser Flachmeeresgürtel nur durchschnittlich 50 km breit.

Der Kontinentalhang ist durch küstenparallele Sedimentterrassen und Sedimentbecken unterteilt, die in einer Tiefe von 500 bis 1500 m angetroffen werden. Die Terrassen und Becken sind durch tektonische Lineamente (v.a. Abschiebungen) mit seewärtigen Schwellen charakterisiert (Prell *et al.*, 1989a). In diesen Becken werden Sedimentationsraten von bis zu 2-3 m / 1.000 Jahre erreicht. Ein Sedimentkern (ODP 117 - 723A) aus einer derartigen Sedimentationsfalle ist in dieser Studie aus Arbeitsgebiet B (Abb. 1) untersucht worden und als schematischer Schnitt in Abb. 8 dargestellt.

2.1.1 Ozeanographie, rezente Bioproduktion und Sedimentation

Die Oberflächenzirkulation im südlichen Arabischen Meer (NW Indischer Ozean) wird durch den Äquatorialstrom bestimmt. Im Nordteil resultiert der halbjährliche Wechsel der Monsunwinde in einer Umkehr der Meeresströmungen (Abb. 2).

Der Südwest-Monsun bestimmt die ozeanische Zirkulation in den Sommermonaten von Mai bis September. Er wird durch unterschiedliche Erwärmung der Wassermassen des südwestlichen Indischen Ozeans und der Festlandsmasse des Tibetischen Plateaus hervorgerufen. Dieses führt zur Bildung eines Tiefdruckgebietes über dem Kontinent und zu einem Hochdruckgebiet über dem relativ kalten, nördlichen Indischen Ozean. Zum Ausgleich des Luftmassendefizits entsteht ein starker "low-level Jet Stream", der Findlater Jet (Smith *et al.*, 1991). Diese Südwest-Nordost gerichtete Luftströmung induziert u.a. die Ausbildung der nord-nordöstlich gerichteten Somalia Meeresströmung (Brock *et al.*, 1991; Bruce, 1974). Die Strömungsgeschwindigkeit erreicht an der Oberfläche bis zu 150 cm/s, verringert sich jedoch drastisch mit zunehmender Tiefe und beträgt bei ca. 100 m Wassertiefe nur noch 10 cm/s (Schott *et al.*, 1990).

Die Somalia Strömung ist ein Teil des zu Zeiten des SW-Monsuns existierenden nördlichen Großwirbels (Abb. 2d). Sie ist auch Antrieb mehrerer sich im Uhrzeigersinn bewegender kleinerer Wirbel („eddies“), die salzärmeres Wasser vom Äquator nordwärts bewegen (Schott *et al.*, 1990). Die Bildung dieser Strömung führt in Verbindung mit Ekman-Drift zu Auftriebsgeschehen vor der Küste Somalias und Omans (Abb. 2f), wobei nährstoffreiches, relativ kaltes Wasser an die Oberfläche gelangt und eine verstärkte Bioproduktion im Arabischen Meer bewirkt, die in einer hohen Chlorophyllkonzentration mit Werten bis zu 5 mg / m² resultiert (Smith & Codispoti, 1980). Der Auftrieb beginnt etwa im Mai mit einer ersten Auftriebszelle bei ca. 4°N. Diese verlagert sich während des folgenden Monats nordwärts bis ca. 10°N (Schott *et al.*, 1990).

Im Arabischen Meer entwickelt sich östlich des Findlater Jet ein Gebiet, in dem offen-ozeanischer Auftrieb vorherrscht (Bauer *et al.*, 1991; Brock *et al.*, 1991; Currie *et al.*, 1973).

Während des NE-Monsuns, in den Monaten Januar bis März, verlaufen die vorherrschenden Wind- wie auch die Meeresströmungen in die entgegengesetzte Richtung. Kühle Windmassen aus nord-östlicher Richtung induzieren eine erhöhte Durchmischung und Abkühlung des Oberflächenwassers auf dem pakistanischen Schelf und vor dem Golf von Oman, die zur erhöhten Bioproduktion führen (Qasim, 1982). In beiden Gebieten sind die Bioproduktion sowie die Intensität der Strömungen

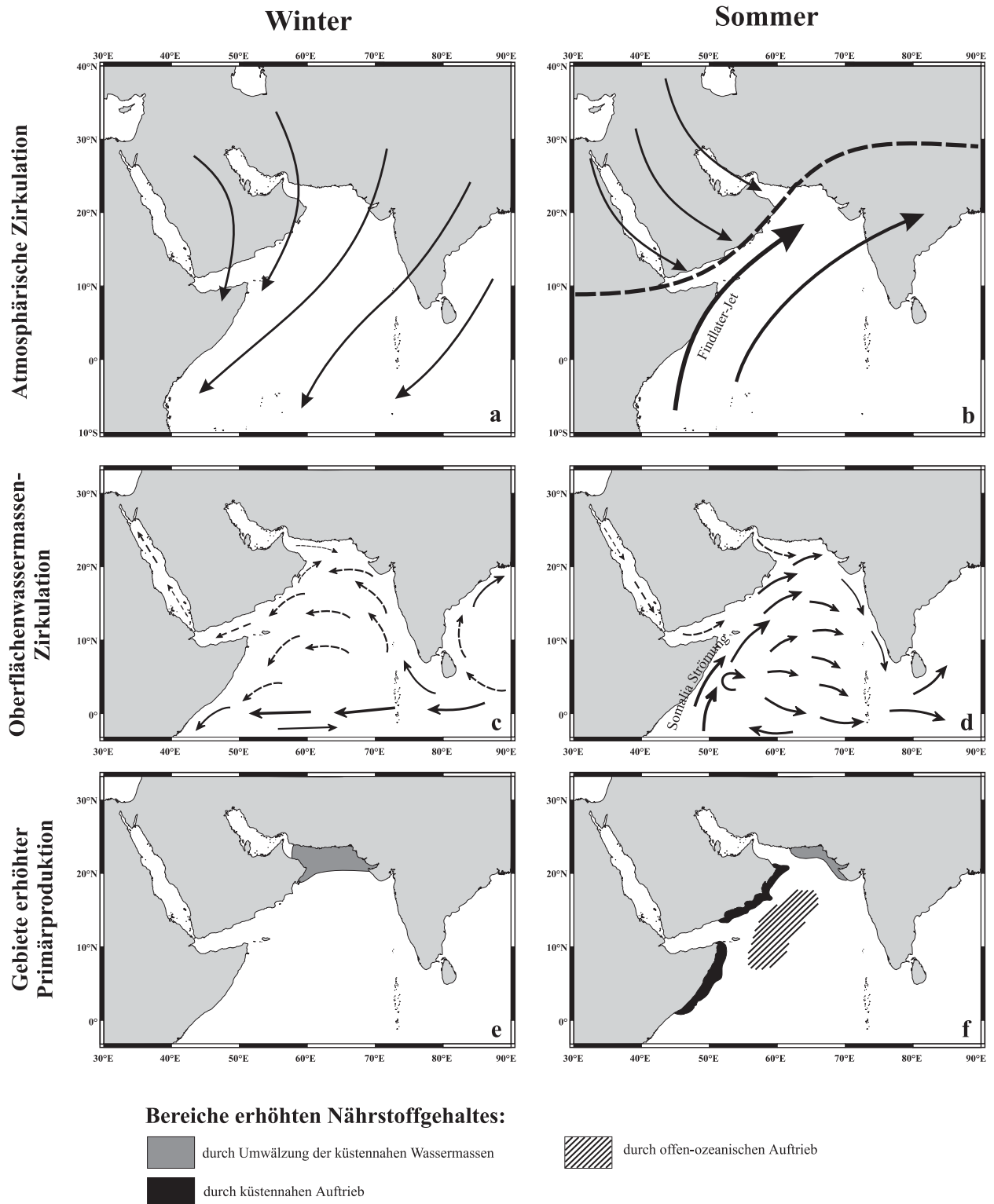


Abb. 2:

Schematische Darstellung der saisonalen Wechsel der atmosphärischen Zirkulation (a, b) und der Zirkulation der Oberflächenwassermassen (c, d) im nördlichen Indischen Ozean.

Die gestrichelte Linie (b) zeigt die Lage der intertropischen Konvergenz-Zone während des Sommermonsuns. Die unteren Teilabbildungen zeigen die Produktionsgebiete während der Monsunphasen des Wintermonsuns (e) und des Sommermonsuns (f).

(Verändert nach Zonneveld & Jurkschat, 1999; unter Verwendung von Daten aus Brock *et al.*, 1992; Brock *et al.*, 1991; Hastenrath, 1989; Hastenrath & Greischar, 1991; McCreary & Kundu, 1989; Naidu & Malmgren, 1996; Quraishee, 1984; Sastry & Gopinathan, 1985; Schott *et al.*, 1990; Shetye *et al.*, 1994; Shetye *et al.*, 1991; Shetye *et al.*, 1990; Smith *et al.*, 1991; Wyrтки, 1973)

aber deutlich geringer als während des SW-Monsuns. Als durchschnittliche nach Norden gerichtete Strömungsgeschwindigkeit geben Schott *et al.* (1990) ca. 20 - 30 cm/s an. Die Chlorophyllgehalte sind während des NE-Monsuns deutlich geringer und liegen bei 0,20 mg / m² (Krey, 1973). Die Zirkulation der Oberflächenwassermassen wird von einem gegen den Uhrzeigersinn gerichteten Großwirbel bestimmt, der sich über das gesamte Arabische Meer ausdehnt (Molinari *et al.*, 1990). Dieser Großwirbel ist mit dem bei ca. 5° N in den ost-west-gerichteten nördlichen Äquatorialstrom (NEC) verknüpft.

Das Monsungeschehen beeinflusst auch das Oberflächenwasser angrenzender Meeresgebiete. Das südliche Rote Meer ist bis ca. 20°N insofern betroffen, als dass die Oberflächenwassermassen während des SW Monsuns aus dem Roten Meer heraus in den Golf von Aden fließen. Während des NE Monsuns hingegen werden die Oberflächenwassermassen entgegengesetzt in das Rote Meer hinein gedrückt. Ebenso ist der Persische Golf in die Wechselwirkungen eingebunden. Dieser stellt zwar ein abgeschlossenes Meeresgebiet ohne Wasseraustausch im Nordwesten dar, jedoch sind Wasser und Sedimente durch den Einstrom vom Arabischen und vom Roten Meer sowie durch den Zustrom über den Äquator beeinflusst.

Die angrenzenden Meeresgebiete sind durch Gegensätze in der Bioproduktion charakterisiert. Während die Phytoplanktonproduktion sowie die Chlorophyllkonzentration während des SW Monsuns im N Indischen Ozeans (nördlich 5°N) sehr hoch sind, werden die höchsten Gehalte im Roten Meer sowie im Golf von Aden während des NE Monsuns gemessen (van Couwelaar, 1997). Halim (1984) beschreibt die Bioproduktion im Roten Meer als saisonalen Kontrast zum Arabischen Meer, jedoch lässt sich dieses anhand von gemittelten Chlorophylldaten nach van Couwelaar (1997) nicht nachvollziehen. Diesen Daten zufolge besteht im Roten Meer über das ganze Jahr hinweg eine erhöhte Bioproduktivität mit Ausnahme während der intermonsunalen Phase im Mai.

Die Ursache für die hohe Bioproduktion vor Oman und teilweise auch vor der pakistanischen Küste liegt darin, dass nährstoffreiches Tiefenwasser durch die zuvor in Kap. 2.1.1 beschriebenen und höchst effizienten Mechanismen in die lichtdurchfluteten Oberflächenwasserschichten gelangt (euphotische Zone), wo Planktonalgen (v.a. Kieselalgen, aber auch autotrophe Dinoflagellaten) und Bakterien die Nährstoffe nutzen. Dieser Prozess findet in großem Maße nur meeresoberflächennah statt, da nur hier die Lichteinstrahlung groß genug ist. Zwar gibt es auch in tieferliegenden Zonen Algen, die Photosynthese betreiben, jedoch ist ihr Anteil an der Biomasse im Vergleich zur Produktion in der euphotischen Zone gering.

Der Motor für das Aufquellen von nährstoffreichem Wasser (v.a. N, P, SiO₂) ist in erster Linie der Wind (monsunales Auftriebsgeschehen); zusätzlich können der Auftrieb an ozeanischen Fronten oder die Bodentopographie diese Prozesse beeinflussen. Gekoppelt an das saisonale Auftreten der Monsunwinde zeigt auch die Bioproduktion im Verlauf des Jahres Intensitätsschwankungen (van Couwelaar, 1997). Als indirektes Maß für die Biomasse des Phytoplanktons dient das Chlorophyll *a* (gemessen in µg / l oder mg / m³ Meerwasser).

In den rezenten Auftriebsgebieten vor NW-Afrika und Oman dominieren Diatomeen (hier v.a. die Gattung *Nitzschia*) die Planktonzusammensetzung (Treppke, 1999; Treppke *et al.*, 1996). Im Gegensatz dazu beruht die Produktivität im Arabischen Meer zu wesentlichen Teilen auf Dinoflagellaten (deren organische Zysten in dieser Arbeit behandelt werden) und Coccolithophoriden (Rogalla, 2002).

Die rezente Sedimentation wird weiterhin durch die noch anhaltende tektonische Aktivität beeinflusst. Vor Pakistan wird der Schelfgürtel in einen nordwestlichen, aktiven und einen südöstlichen, passi-

ven Kontinentalhang untergliedert (Schott *et al.*, 1970; von Rad, 1994; von Stackelberg, 1972). Am aktiven Kontinentalrand („*Makran*-Akkretionskeil“) wird die Arabische Platte unter die Eurasische Platte subduziert. Die Folge ist ein überwiegend steiler Kontinentalrand, der durch tiefe, küstenparallele Becken und Schwellen untergliedert wird. Der typische Bau eines aktiven Kontinentalrandes wird zusätzlich durch (sub-)rezente ENE-WSW verlaufende Störungen überprägt.

Der passive Kontinentalrand („*Sindh*-Kontinentalrand“) ist durch einen deutlich breiteren und flacher abfallenden Kontinentalhang charakterisiert und wird vom Indus Canyon als Fortsetzung des Indus-Tales tief eingeschnitten. Dieses Gebiet ist unterhalb des Einschnittes am oberen Kontinentalhanges in 500 bis 800 m Tiefe durch Rutschungen beeinflusst (von Rad & Tahir, 1997). Fluvialer Eintrag ist im nordöstlichen Teil des Arbeitsgebietes nur während des SW-Monsuns von Bedeutung.

Im gesamten Arabischen Meer spielt der Eintrag von äolischem Material vor allem während des SW-Monsuns von der Arabischen Halbinsel und dem Horn von Afrika eine große Rolle (Sirocko, 1991; Sirocko *et al.*, 1991). In geringerem Ausmaße wird äolische Fracht während des NE-Monsuns aus dem Iran und Pakistan eingetragen (Sirocko, 1991; Reichart *et al.*, 1997).

In unregelmäßigen Abständen finden sich in der gesamten Sedimentfolge allochthone Einschaltungen, die als turbiditische Lagen interpretiert werden. Die Mächtigkeit dieser Turbidite variiert im cm- bis dm-Bereich.

2.1.2 Sauerstoffminimumzone (SMZ)

Das nördliche Arabische Meer ist durch eine der ausgeprägtesten Sauerstoffminimumzonen (SMZ) der Erde charakterisiert. Die vertikale Ausdehnung dieses Wasserkörpers nimmt nördlich von 15°N sprunghaft von 100 auf 800 m zu (Naqvi, 1987). Im Untersuchungsgebiet reicht die Sauerstoffminimumzone von der euphotischen Zone (100-150 m) bis in eine Tiefe von 1.100 m - 1.200 m (s. Abb. 3). Als Sauerstoffminimumzone wird der Tiefenbereich bezeichnet, in dem der Sauerstoffgehalt den Grenzwert von 0,1 ml O₂ / l Ozeanwasser unterschreitet. Auffallend ist eine geringe Anomalie innerhalb der dysoxischen Zone zwischen 200 und 300 m Wassertiefe, die in der Darstellung der Temperatur und Salinität noch deutlicher ausgebildet ist (Abb. 3). Aufgrund der Dichtecharakteristik wird diese sauerstoffreichere Zwischenschicht von Sen Guptha & Naqvi (1984) einem subantarktischen Ursprung zugeordnet. Tomczak & Godfrey (2001) zweifeln diese Theorie an, da eine Zwischenschicht subantarktischen Ursprungs durch die Verwirbelung (Auftriebsgeschehen) im Arabischen Meer nicht mehr nachweisbar sein dürfte. Die Autoren postulieren eine Herkunft aus dem Persischen Golf (Abb. 3, PGW) und stützen ihre Hypothese auf die nachweisbare erhöhte Salinität in dem Tiefenbereich der Anomalie.

Die Ausbildung der permanenten Sauerstoffminimumzone zwischen rd. 100 m und 1.200 m Wassertiefe im nördlichen Arabischen Meer ist durch mehrere miteinander gekoppelte Faktoren bedingt:

- Durch die hohe Bioproduktion im Oberflächenwasser finden in den darunterliegenden Wasserschichten mikrobielle Abbauprozesse statt. Der hohe Sauerstoffverbrauch führt gleichzeitig zu einer verstärkten Stickstoffentsättigung in der Wassersäule (Altabet *et al.*, 1995; Altabet *et al.*, 1999; Naqvi, 1987; Suthhof & Ittekkot, 2001). Die lange Verweildauer des Wassers ist ein Grund für das Vorhandensein der Sauerstoffminimumzone (Wyrтки, 1973).
- Die winterliche Durchmischung reicht nur bis max. 100 m Wassertiefe, so dass eine Sauerstoffanreicherung in größeren Tiefen unterbleibt (Banse, 1984).

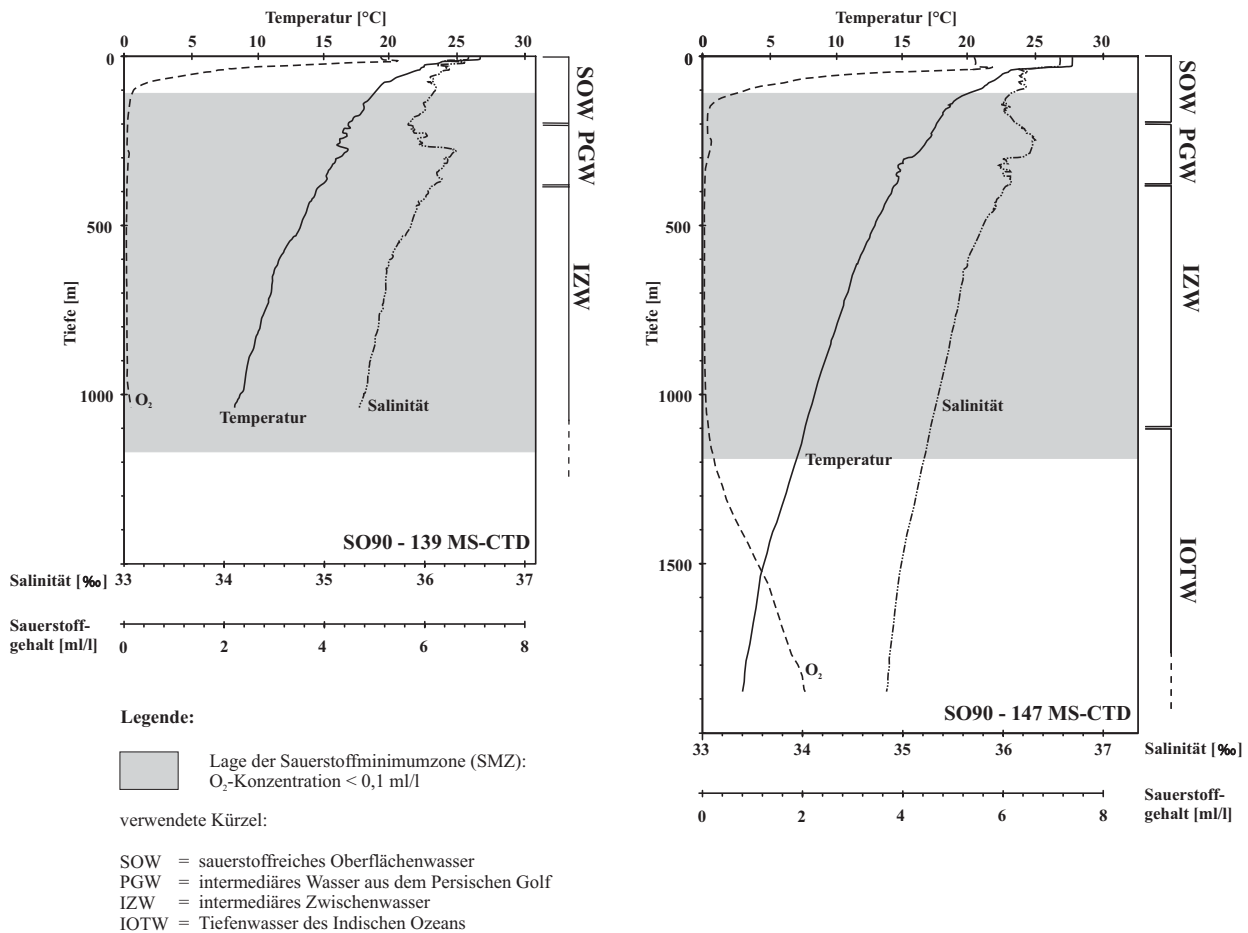


Abb. 3:

CTD-Profile gemessen während der SO90 –Expedition (von Rad, 1994).

Das Profil SO90-139MS-CTD zeigt die Veränderungen von Temperatur, Salinität und Sauerstoffgehalten als Beispiel für die Situation am Kontinentalhang (innerhalb der Sauerstoffminimumzone). Profil SO90-147MS-CTD zeigt die Veränderungen derselben ozeanographischen Parameter als Beispiel für die Situation im offenen Ozean (Wassertiefe > 1.200 m). Deutlich zu erkennen ist der Einfluss des intermediären Wassers aus dem Persischen Golf in einer Tiefe zwischen 300 und 400 m. Die Positionen der CTD-Stationen sind der Abb. 7 zu entnehmen (exakte Angaben der Positionen in von Rad, 1994).

- Die Zufuhr von sauerstoffreicherem Wasser aus dem Roten Meer oder Persischen Golf ist mengenmäßig als untergeordnet zu bewerten, außerdem verhindert die Dichteschichtung des höher salinaren Wassers aus diesen Gebieten eine vollständige Durchmischung (Tomczak & Godfrey, 2001; You & Tomczak, 1993).
- Naqvi & Shailaja (1993) konnten zeigen, dass die Zehrung des Sauerstoffs in der SMZ nicht nur an das Ausmaß der Produktivität gebunden ist. Die Autoren belegen den Einfluss von lateralem Eintrag von resuspendiertem Schelfmaterial und die Aktivität von denitrifizierenden Bakterien in Zusammenhang mit der Diffusion/Advektion von gelöstem organischen Material aus dem Oberflächenwasser (Naqvi, 1987 zitiert in Suthhof, 1998).

Dort wo die SMZ auf den Kontinentalhang trifft (vor den Küsten von Somalia, Oman und Pakistan), werden dunkle, laminierte, nicht bioturbate Sedimente abgelagert.

Der Einfluss der Sauerstoffminimumzone auf den Lebensraum am Meeresboden wird anhand der Dokumentation mittels Fotoschlitten deutlich (Abb. 4a-c).

Von Rad *et al.* (1995) unterscheiden eine „annähernd anoxische Fazies“ in einem Wassertiefenintervall von 350-950 m, die mit Ausnahme von Bakterienmatten und benthischen Foraminiferen frei von Epibenthos und Bioturbation ist. Oberhalb (200-350 m) und unterhalb (950-1.200 m) dieser Zone ist eine „suboxische Fazies“ ausgebildet, die durch seltenes Auftreten von Epibenthos oder Lebensspuren charakterisiert ist. Die „oxische“ Fazies oberhalb von 100 bis 200 m und unterhalb von 1.100 bis 1.200 m ist dagegen durch das häufige Auftreten von Epi- und Endobenthos gekennzeichnet (vgl. Abb. 4a, 4b).

Die von den o.g. Autoren eingeführten Faziesbezeichnungen werden in dieser Studie gemäß der von Tyson (1993) vorgeschlagenen Terminologie modifiziert. Im Folgenden wird für „annähernd anoxisch“ der Begriff suboxische Fazies und für „suboxische Fazies“ der Begriff dysoxische Fazies verwendet.

In der suboxischen Fazies treten vorwiegend laminierte Sedimente auf. Hierbei handelt es sich um eine Wechsellagerung aus helleren und dunkleren Lagen, deren Mächtigkeit zwischen 0,1-0,8 mm variiert. Nach Schulz *et al.* (1996), von Rad *et al.* (2001) und von Rad & Schulz (1996) weisen die

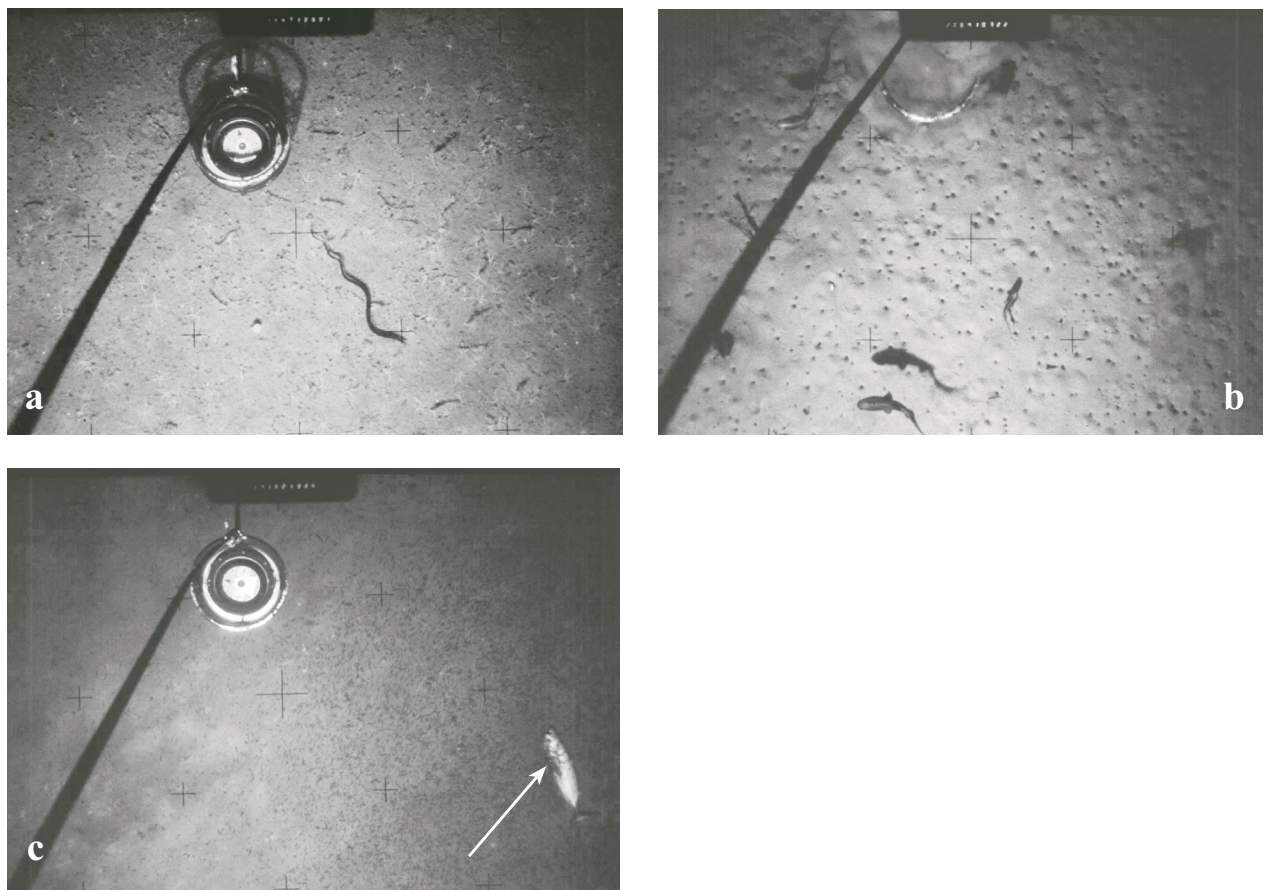


Abb. 4:

Auswirkungen der Sauerstoffminimumzone auf das Leben am Meeresboden.

Fotoschlitten-Aufnahmen aus dem Bereich des nordöstlichen Arabischen Meeres – aufgenommen während der SO90-Expedition (von Rad, 1994). a, b: Situation unterhalb der Sauerstoffminimumzone im Bereich des Indus-Canyon (Wassertiefe = 1.280 m). Deutlich zu erkennen die belebte Bodenzone mit aktivem Nekton (Fische) sowie Epi- und Endobenthos (Ophiurideen, Anneliden, etc.).

c: Verhältnisse am Kontinentalhang vor der Hab-Mündung innerhalb der Sauerstoffminimumzone (Wassertiefe = 850 m). Keine Anzeichen von benthischem Leben; rechts im Bild ist ein Fischkadaver sichtbar (s. Pfeil).

helleren Laminae einen geringeren C_{org} -Gehalt und eine bessere Sortierung auf. Durch Zählungen der Laminae und dem Vergleich dieser Ergebnisse mit radiometrischen Datierungen (^{210}Pb und ^{14}C) ist belegt, dass der Wechsel zwischen hellen und dunklen Lagen als „echte“ Warven - also Jahres-schichtung - anzusehen ist.

Der Übergang in die dysoxische Fazies ist durch eine zunehmend undeutlichere Lamination cha-rakterisiert. In diesem Abschnitt treten Bioturbationsmerkmale nur selten auf. Die Sedimente der sauerstoffreicheren, oxischen Fazies sind i.A. heller und weisen eine hohe Ichnodiversität und Dichte der Lebensspuren auf.

Der Übergang zwischen laminierten und nicht laminierten Abschnitten in quartären Sedimenten ist auf hochfrequente Instabilitäten der Sauerstoffminimumzone während des Pleistozäns zurückzu-führen (z.B. Lückge *et al.*, 2001; Reichart *et al.*, 1997; Reichart *et al.*, 1998; Sirocko, 1991; von Rad *et al.*, 2001).

Die laminierten Kernabschnitte, sowie die Oberflächenproben aus dem Bereich der heutigen Sauerstoffminimumzone besitzen relativ höhere Gehalte an organischem Kohlenstoff und galten dadurch als Lehrmodell für die Entstehung von Kohlenwasserstoff-Lagerstätten bzw. -Mutterge-steinen (von Stackelberg, 1972). Die Bedeutung der Sauerstoffminimumzone für die Anreicherung von organischem Material in den Sedimenten des Arabischen Meeres ist mittlerweile jedoch um-stritten (Cowie *et al.*, 1999; Slater & Kroopnick, 1984; Suthhof, 1998).

2.2 Organische Dinoflagellaten und ihre Zysten (Biologie und Ökologie)

Dinoflagellaten sind im marinen Milieu die dominierende Palynomorphengruppe. Dabei handelt es sich um einzellige, eukaryote Organismen, die im “motilen” Stadium zwei Geißelfäden besitzen (Fensome *et al.*, 1996), mit denen sie sich durch rotierende Bewegungen in der Wassersäule bewege-n können (Abb. 5).

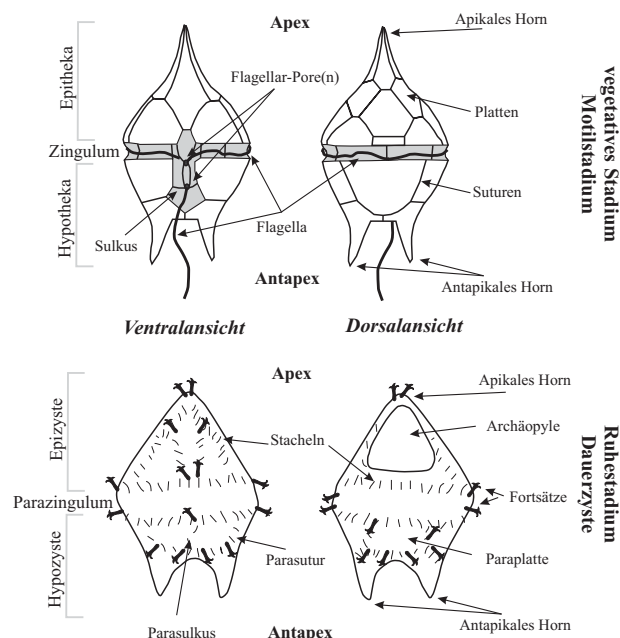


Abb. 5:

Vergleich der Hauptmerkmale von vegetativem Stadium (Motilstadium) und Dauerzyste (Ruhestadium) bei Dinoflagellaten (verändert nach Dale, 1983)

Eine Ausnahme bildet die Gattung *Polykrikos*, die als einziges Taxon unter den Dinoflagellaten Zellkolonien bildet (multinucleate Zellen), wobei jede Zelle mehrere Flagellen-Paare aufweist. Lebende Dinoflagellaten ernähren sich autotroph, heterotroph, symbiontisch oder parasitär. Zu den

Photosynthese betreibenden Arten (autotroph) werden ca. 50 % aller Dinoflagellatenarten gezählt, obwohl sich die meisten wahrscheinlich mixotroph ernähren. Im offenen Ozean gehören sie zu den Hauptkomponenten des marinen Phytoplanktons und folglich zu den wichtigen Primärproduzenten. Die Vermehrung und das Wachstum der autotrophen Arten wird nach Taylor & Pollinger (1987) von verschiedenen Umweltfaktoren wie z.B. Lichteinstrahlung (Wellenlänge, Intensität, Hell-Dunkel-Rhythmus) und Nährstoffangebot (z.B. Nitrat, Phosphat, Eisen) gesteuert.

Viele der im Arabischen Meer vorgefundenen Dinoflagellatenarten ernähren sich heterotroph bzw. mixotroph. Ihre Nahrungsquelle bilden hauptsächlich Diatomeen, wodurch sie indirekt die Häufigkeiten einer weiteren wichtigen Primärproduzentengruppe anzeigen (unabhängig von deren Erhaltung). Es ist somit anzunehmen, dass die absoluten Zystenhäufigkeiten als qualitativer Anzeiger für die Nährstoffgehalte und die Primärproduktion im Oberflächenwasser geeignet sind.

Einige marine Dinoflagellaten gehören zu den toxischen Arten und verursachen das sogenannte PSP („paralytic shellfish poisoning“), besonders während der Bildung von Algenblüten („red tides“). Heterotrophe Arten ernähren sich von anderen Organismen oder nehmen gelöste Substanzen aus der Wassersäule auf (Schnepf & Elbrächter, 1992). So haben sich z.B. die Arten innerhalb der Gattung *Protoperdinium* in ihrer Ernährungsweise auf die Diatomeen-Gattung *Chaetoceros*, auf Detritus oder andere Dinoflagellaten spezialisiert (Jacobson & Anderson, 1986).

Der Lebenszyklus bzw. die Vermehrung (Abb. 6) der meisten Dinoflagellatenarten umfasst die relativ einfache, ungeschlechtliche Teilung von einer Zelle in zwei Tochterzellen (Fensome *et al.*, 1996). Parasitäre und symbiontische, aber auch viele freilebende Dinoflagellaten können als Teil der Reproduktion Zysten bilden. Eine Zyste ist eine „non-motile“ Zelle mit einer Zellwand. Besteht diese aus Zellulose ist sie nicht fossilisierbar. Viele Arten bilden jedoch Zellwände aus einem komplexen organischen Polymer, welches dem Sporopollenin von Pollen und Sporen gleicht (Brooks *et al.*, 1971), und Dinospurin genannt wird (Fensome *et al.*, 1993). Dinoflagellatenzysten, die aus Dinospurin bestehen, sind normalerweise erhaltungsfähig.

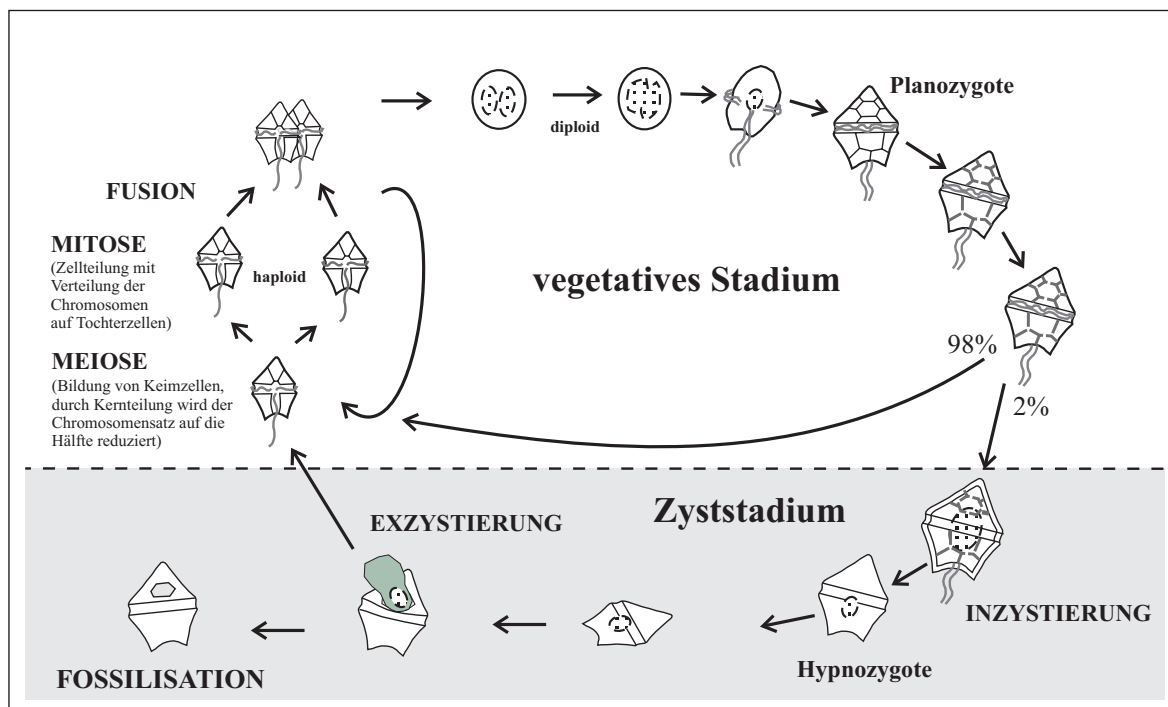


Abb. 6: Schematisches Diagramm des Lebenszyklus von organischen Dinoflagellaten (verändert nach Evitt, 1985; Nehring, 1994).

Zellen des vegetativen Stadiums werden nur in Ausnahmefällen fossil erhalten, z.B. durch frühdiagenetische Verkieselung (Fensome *et al.*, 1996). Ruhestadien (resting cysts) von Dinoflagellaten charakterisieren Ruhephasen, in denen die Lebensprozesse weitgehend reduziert sind und werden als das Resultat einer geschlechtlichen Verschmelzung beschrieben – folglich werden sie als zygotische Zysten bzw. Hypnozygoten bezeichnet (Abb. 6).

Es wird davon ausgegangen, dass die meisten fossil gefundenen Dinoflagellatenzysten Hypnozygoten darstellen, obwohl dieses bei bereits ausgestorbenen Arten nicht mehr nachzuprüfen ist. Die Bildung einer Hypnozygote ist nach Pfiester & Anderson (1987) nur bei ca. 1-2 % der Dinoflagellaten-Arten nachgewiesen. In späteren Publikationen setzten Autoren diese Zahl um eine 10er-Potenz höher an (z.B. Head, 1996).

Während etwa 2.000 rezente Dinoflagellatentaxa beschrieben wurden (Taylor, 1987), sind nach Head (1996) nur von rd. 90 marinen Taxa und 12 Süßwasserarten Zysten bekannt. Von den 90 marinen Arten erzeugen 12 kalkige und 78 organische Dinoflagellatenzysten, womit sich der Anteil der zystenbildenden Dinoflagellaten auf rd. 13 % korrigiert. Die meisten zystenbildenden Dinoflagellaten im marinen Milieu werden in die Gattungen *Protoperidinium* und *Gonyaulax* gestellt (Dale, 1983). Nach Head (1996) können einzelne Taxa je nach den vorherrschenden ökologischen Bedingungen auch morphologisch unterschiedliche Zysten bilden (z.B. *G. spinifera*). Die Taphozönosen aus Zysten organischer Dinoflagellaten geben somit nur ein verzerrtes Abbild der tatsächlichen Biozönosen.

Da nur ein Teil der Dinoflagellatenarten Zysten bildet, ist die Häufigkeit von Dinoflagellatenzysten kein Indikator für die Konzentration von Dinoflagellaten im Plankton, sondern spiegelt vielmehr die Produktion von Zysten in den Oberflächenwassermassen und ihre Konzentration im Substrat wider.

2.3 Weitere Palynomorpha

Die chemische Aufbereitung auf Dinoflagellaten reichert auch andere Palynomorphengruppen im Probenrückstand an. Dieses sind v.a. Copepodeneier, Foraminiferenhäutchen, Pollen/Sporen, Calpionellen, Loricae von Tintinniden, Scolecodonten, Grünalgen und Algen der Ordnung Chlorococcales, wie *Pediastrum* und *Botryococcus*.

Als Foraminiferenhäutchen (sog. „linings“) werden die säurebeständigen inneren, organischen Lagen von Foraminiferengehäusen bezeichnet (Stancliffe, 1996). Nach Untersuchungen dieses Autors können die organischen Häutchen bis zu 40 % kleiner sein als die mineralische Schale desselben Individuums. Dieses und die fehlende Oberflächenstruktur machen es nahezu unmöglich, „linings“ ohne das dazugehörige Foraminiferengehäuse taxonomisch zuzuordnen. Organische Foraminiferenhäutchen sind häufig in den Aufbereitungsrückständen von rezenten und subrezentem, seltener in älteren Sedimenten vieler Meeresgebiete enthalten (z.B. Arabisches Meer, Mittelmeer, Tasmanische See; eigene Beobachtungen), jedoch fehlt noch ein Hinweis auf die Nutzbarkeit dieser Fossilgruppe. Einerseits ist dieses auf eine fehlende taxonomische Systematik der Foraminiferenhäutchen zurückzuführen, andererseits ist eine Zuordnung der organischen Häutchen, denen die Strukturen der Schalengehäuse fehlen, nicht möglich - eine notwendige Parataxonomie lässt der International Code of Zoological Nomenclature (ICZN) nicht zu. In einem ersten Ansatz versuchen Mathison & Chmura (1995) diese Fossilreste als Indikatoren des Salzgehalts in der Flußmündung des Mississippi Deltas zu nutzen. Die ökologische und biostratigraphische Verwendung ist noch umstritten. Stancliffe & Matsuoka (1991) postulieren, dass die Häufigkeits- und Diversitätsschwankungen von Foraminiferenhäutchen und organischen Dinoflagellatenzysten während des Holozäns parallel

verlaufen. Bradford (1977) beschreibt ein ähnliches Verbreitungsmuster von organischen „linings“ und benthonischen Foraminiferen für den Arabischen Golf.

Copepoden gehören mit zu den wohl am besten untersuchten Gruppen des Zoomesoplanktons und verdanken ihren Bekanntheitsgrad ihrer Rolle als „Fischnahrung“ und ihrer Häufigkeit in Planktonnetzfangen (Sommer, 1996). Trotz des hohen Kenntnisstandes über die *Copepodida*, ist die Untersuchung der Copepoden-Eier bislang nur sehr stiefmütterlich abgehandelt worden. Palynomorphen-Assoziationen werden gelegentlich sogar von den organischen Resten von Copepoden-Eiern dominiert (van Waveren & Marcus, 1993). Obwohl der Entwicklungszyklus der Copepoden gut erforscht ist, gibt es bislang nur wenige Informationen über die Zuordnung der Copepoden-Eier zu den Copepodiden. Die Grundlagenforschung über Copepoden-Eier beschränkte sich aber bisher auf die taxonomische Zuordnung und morphologische Beschreibung (z.B. Hairston Jr. & Bohonak, 1998). Aus dem Gebiet des Arabischen Meeres und der Banda-See (Indonesien) wurde ein erster Ansatz über die paläoökologische Nutzbarkeit von Copepoden-Eiern entwickelt (van Waveren & Visscher, 1994; van Waveren, 1992, 1993, 1994a-c; van Waveren & Marcus, 1993; van Weering *et al.*, 1997). Nach Fängen von lebenden Copepoden und Untersuchung von morphologischen Merkmalen ihrer Eier (van Waveren, 1994b; van Waveren & Marcus, 1993) ist es möglich, einen Teil der im Arabischen Meer gefundenen Formen taxonomisch zuzuordnen. Eine genaue Untersuchung der Copepoden-Eier scheint jedoch unerlässlich, da einerseits viele morphologische Gemeinsamkeiten mit Dinoflagellatenzysten bestehen (McMinn *et al.*, 1992; Zonneveld & Jurkschat, 1999) und andererseits eine direkte Nahrungsbeziehung besteht. So fressen einige Copepoden-Arten vorzugsweise Dinoflagellaten, umgekehrt ernährt sich die Dinoflagellaten-Art *Noctiluca scintillans* nahezu ausschließlich von Copepoden-Eiern (Quevedo *et al.*, 1999).

III. Material und Methoden

3.1 Probenmaterial

Grundlage für diese Untersuchung bilden insgesamt 53 Oberflächenproben aus dem Meeresgebiet vor Pakistan sowie zwei Sedimentkerne (SO 90-111KL, SO 90-94KL), die während der PAKOMIN-Fahrt (Sonne 90) im Frühjahr 1993 genommen worden sind. Aus dem Seegebiet von Oman wurden zwei Bohrungen des Ocean Drilling Program (ODP Leg 117, Site 722B und 723A, Abb. 7) im Core Repository vom Ocean Drilling Program in College Station, Texas (USA), beprobt. Die geographische Position der Sedimentkerne und der Oberflächenproben wird in den nachfolgenden Tabellen (Tab. 1-2) angeführt.

Tab. 1: Bezeichnung und Lage des bearbeiteten Materials

Kern	Position	Wassertiefe [m]	Kernabschnitt [cm]	Anzahl bearbeiteter Proben
SO 90 94 KL ⁽¹⁾	22°29,16N / 65°39,04 E	2109	0 – 720	41
SO 90 111 KL ⁽¹⁾	23°05,84N / 66°29,02 E	776	0 – 1440	45
ODP 117 722 B ⁽²⁾	16°37,31N / 59°47,76 E	2033	0 – 620	47
ODP 117 723 A ⁽³⁾	18°03,08N / 57°36,56 E	808	0 – 2470	41
SO 90 GKG ^(1,4)	s. Tab. 2	s. Tab. 2	0 – 0,5	53

Sedimentologische Merkmale zu finden in:

⁽¹⁾ von Rad (1994), ⁽²⁾ Prell *et al.* (1989b), ⁽³⁾ Prell *et al.* (1989c), ⁽⁴⁾ vorliegender Arbeit, Tab. 2

Oberflächenmaterial

Die Oberflächenproben vor Pakistan wurden mit dem Großkastengreifer (GKG) genommen, da dieser ungestörte Sedimentoberflächen liefert. Das Material ist bis zur Beprobung im März 1997 in Stechzylindern gekühlt und aufrecht gelagert worden, so dass der ursprüngliche Zustand weitgehend erhalten blieb. Für die Sedimentoberflächenproben wurden die obersten 0,5 cm sorgfältig entnommen.

Es handelt sich überwiegend um karbonatische, siltige Tonschlämme, die foraminiferen- und pteropodenführend sind. Die Proben vom Makran- bzw. Sindh-Kontinentalschelf sind durch ihren höheren Silt- und z.T. Schillanteil charakterisiert (s. Tab. 2).

Die Proben sind entlang dreier Transekte ausgewählt, die vom pakistanischen Schelf über den Kontinentalhang bis in die Tiefsee verlaufen (Abb. 7). In jedem Transekt wurde der zwischen ca. 200 und 1.000 m liegende Bereich der Sauerstoffminimumzone durchquert.

Kernmaterial

Die Sedimentkerne aus dem nördlichen Arabischen Meer vor Pakistan liegen im Bereich der nordwestlichen Indus-Canyonschulter, Kern 111KL innerhalb der Sauerstoffminimumzone und Kern 94KL in der Tiefsee (Indus Fächer) unterhalb der Sauerstoffminimumzone (Abb. 7). Aufgrund der zu erwartenden und in vorangegangenen Studien belegten starken Umlagerungsprozesse wurden keine Kerne aus dem Bereich des Schelfes untersucht (von Stackelberg, 1972).

Die Kernlokationen vor Oman spiegeln ähnliche Ablagerungsbedingungen wider. Bohrung ODP 723A liegt heute innerhalb der SMZ am Kontinentalhang vor Ras Sharbithat in einem tektonisch

Tab. 2: Geographische Position und sedimentologische Eigenschaften der untersuchten Sedimentoberflächen (Position und Wassertiefe aus von Rad, 1994)

Probe	Entnahmeges- gerät	Position	WT [m]	Sedimentfarbe	Beschreibung
1	GKG	24°23.83 N 64°16.28 E	2678	oliv	foraminiferenführender Ton
10	GKG	24°51.63 N 64°18.21 E	784	hellolivgrau	foraminiferenführender Ton
12	GKG	24°51.63 N 64°18.20 E	789	1-2 mm olivbraun, darunter orangebraun	foraminiferenführender Ton
18	GKG	24°57.43 N 64°17.93 E	228	orangefarben am Top, bis 2mm olivbraun, darunter grau	foraminiferenreicher Ton
20	GKG	24°50.78 N 64°18.16 E	993	orangefarbener Fluff am Top; darunter hellolivgrau;	foraminiferenführender Ton
23	GKG	24°52.69 N 64°17.60 E	690	dunkelgrauoliv, 1mm darunter hellgrau, 1mm darunter hellbraun	foraminiferenführender Ton
24	GKG	24°46.69 N 64°18.69 E	1204	braunoliv	foraminiferenführender Ton
28	GKG	24°41.36 N 64°14.99 E	1017	grünolivgraubraun	foraminiferenreicher Ton
29	GKG	24°48.51 N 64°20.03 E	1492	orangener Fluff am Top, darunter hellgrüngrau	foraminiferenreicher Ton
34	GKG	24°53.95 N 64°17.23 E	667	graubraun bis hellgraubraun, schwarze Schlieren	foraminiferenführender Sand
35	GKG	24°51.95 N 66°00.02 E	416	grünbrauner Fluff am Top, darunter olivbraun	foraminiferenführender Ton; vereinzelt Pteropoden
39	GKG	24°50.00 N 65°55.01 E	704	braunoliv	foraminiferenführender Ton
42	GKG	24°36.52 N 65°59.03 E	313	olivbraun	foraminiferenführender Ton
44	GKG	24°37.02 N 66°01.47 E	258	olivbraun	foraminiferenführender Ton; an der Basis Pteropoden
46	GKG	24°33.18 N 65°41.83 E	1657	rotbraun am Top, darunter braungrau	foraminiferenreicher Ton
51	GKG	24°34.62 N 65°49.02 E	1114	olivbraun	toniger Foraminiferensand
53	GKG	24°48.59 N 65°54.99 E	825	hellolivbraun, schwarzen Schlieren	foraminiferenführender Ton
54	GKG	24°31.81 N 65°28.00 E	2462	hellbraunoliv	Ton; sehr wenig Foraminiferen
58	GKG	24°46.60 N 65°49.18 E	876	olivbraun	toniger Foraminiferenschlamm
64	GKG	24°57.43 N 66°11.90 E	92	olivbraun	foraminiferenführender Ton
66	GKG	24°38.31 N 66°09.27 E	120	hellbraun	pteropodenreicher Foraminiferensand
69	GKG	24°53.57 N 66°04.33 E	134	braungrau	foraminiferenführender Ton mit Pteropoden
72	GKG	24°39.12 N 65°45.37 E	1403	olivbraun	Ton; wenig Foraminiferen
76	GKG	24°40.61 N 65°41.23 E	1168	olivbraun	foraminiferenführender Ton
79	GKG	24°36.40 N 65°35.14 E	1970	olivbraun	foraminiferenführender Ton
85	GKG	24°26.11 N 65°01.53 E	2881	braunoliv	foraminiferenführender Ton
87	GKG	23°35.33 N 64°13.02 E	1782	braunoliv, rotbraune Flecken	foraminiferenführender Ton
95	GKG	22°29.16 N 65°39.04 E	2111	rotbraun	foraminiferenführender Ton
97	GKG	23°10.23 N 66°28.46 E	485	olivbraun	foraminiferenführender Ton

Fortsetzung Tab. 2:

Probe	Entnahme- gerät	Position	WT [m]	Sedimentfarbe	Beschreibung
99	GKG	22°55.87 N 66°20.89 E	1506	rotbraun	toniger Foraminiferensand
103	GKG	23°01.20 N 66°24.11 E	1206	braunoliv	foraminiferenführender Ton
107	GKG	23°03.64 N 66°30.32 E	992	braunoliv	foraminiferenführender Ton, einzelne Pteropoden
110	GKG	23°05.84 N 66°29.02 E	776	braunoliv	foraminiferenführender Ton
112	GKG	23°07.31 N 66°29.79 E	572	olivbraun	foraminiferenführender Ton
113	GKG	23°11.49 N 66°36.44 E	287	hellbraunoliv	foraminiferenführender Ton
115	GKG	22°43.80 N 66°11.17 E	1796	hellolivbraun	Ton, selten Foraminiferen
120	GKG	23°27.99 N 66°53.54 E	96	graubraun	toniger Foraminiferensand mit Pteropoden (<i>Diacria</i> sp.)
124	GKG	23°16.76 N 66°42.77 E	136	olivbraun	foraminiferenhaltiger Ton, selten Pteropoden
129	GKG	23°14.29 N 66°39.96 E	185	braun	foraminiferenreicher Sand mit Schill
135	GKG	23°11.02 N 66°29.50 E	402	dunkelbraun am Top, darunter olivbraun	foraminiferenführender Ton
138	GKG	23°30.20 N 66°12.09 E	674	olivbraun	foraminiferenführender Ton
142	GKG	24°46.55 N 65°49.23 E	865	olivbraun	foraminiferenführender Ton
143	GKG	24°44.97 N 65°44.31 E	1281	graubraun	Ton, selten Foraminiferen
144	GKG	24°36.40 N 65°35.10 E	1943	hellbraunoliv	toniger Foraminiferensand
146	GKG	24°36.33 N 65°57.50 E	585	grau	foraminiferenführender Ton
155	GKG	25°02.54 N 65°13.78 E	671	hellbraunoliv mit dunklen Schlieren am Top, darunter olivbraun	foraminiferenführender Ton
158	GKG	24°55.90 N 66°09.17 E	97	olivgrau	toniger Foraminiferensand mit Pteropoden (<i>Diacria</i> sp.)
163	GKG	23°13.01 N 66°38.29 E	239	braun	Foraminiferensand, schillführend
164	GKG	22°47.61 N 67.03.43 E	643	olivbraun	foraminiferenführender Ton
168	GKG	22°38.47 N 66°49.32 E	1283	olivbraun	foraminiferenführender Ton
173	GKG	23°02.38 N 66°53.05 E	1192	olivbraun	Ton mit wenig Foraminiferen
180	GKG	22°56.02 N 66°51.51 E	398	rotbraun	toniger Foraminiferensand mit Pteropoden (<i>Diacria</i> sp.)
183	GKG	22°39.61 N 66°42.41 E	1534	olivbraun, rotbraune Schlieren	foraminiferenführender Ton

GKG = Großkastengreifer

aktiven Sedimentbecken, welches als „Sedimentationsfalle“ wirkt. Für eine küstenferne Lokation wurde die Bohrung ODP 722B ausgewählt. Die Position dieser Bohrung auf dem Owen-Murray-Rücken stellt sicher, dass die Sedimentation nicht durch Turbiditablagerungen dominiert wird (Abb. 7 und 8).

Kennzeichnend für die Sedimentkerne aus der SMZ (111 KL, ODP 723A) ist der Wechsel von laminierten, dunklen TOC-reichen Lagen zu ungeschichteten, bioturbaten und hellen, karbonat-

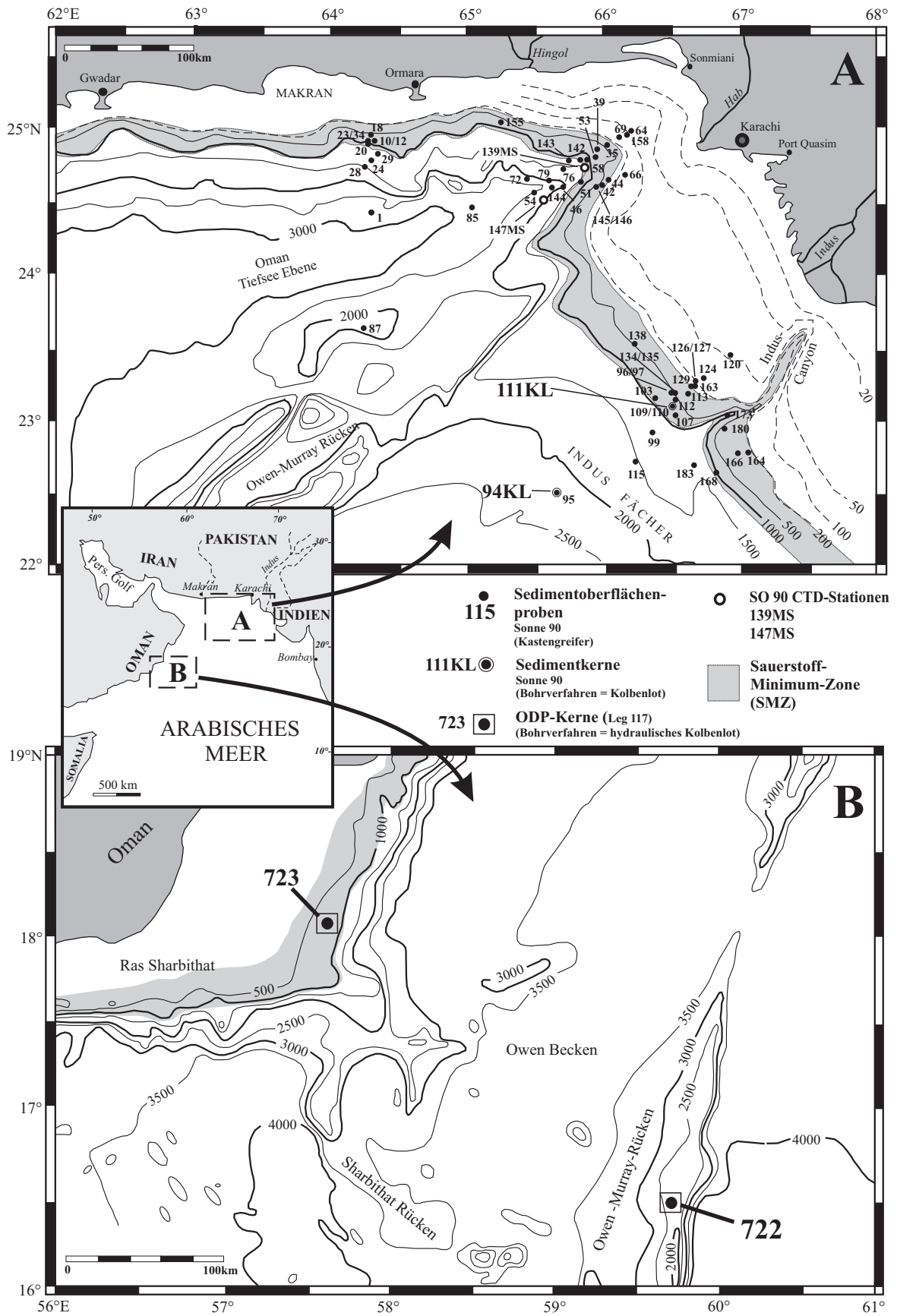


Abb. 7:

Detailkartenausschnitte aus dem nordöstlichen Arabischen Meer (A) und vor Oman (B) mit den Proben- und Kernlokalitionen sowie CTD-Wasserstationen.

Grau schraffierte Bereiche innerhalb der bathymetrischen Karten zeigen den Tiefenbereich, in dem die Sauerstoffminimumzone gegen den Kontinentalhang stößt.

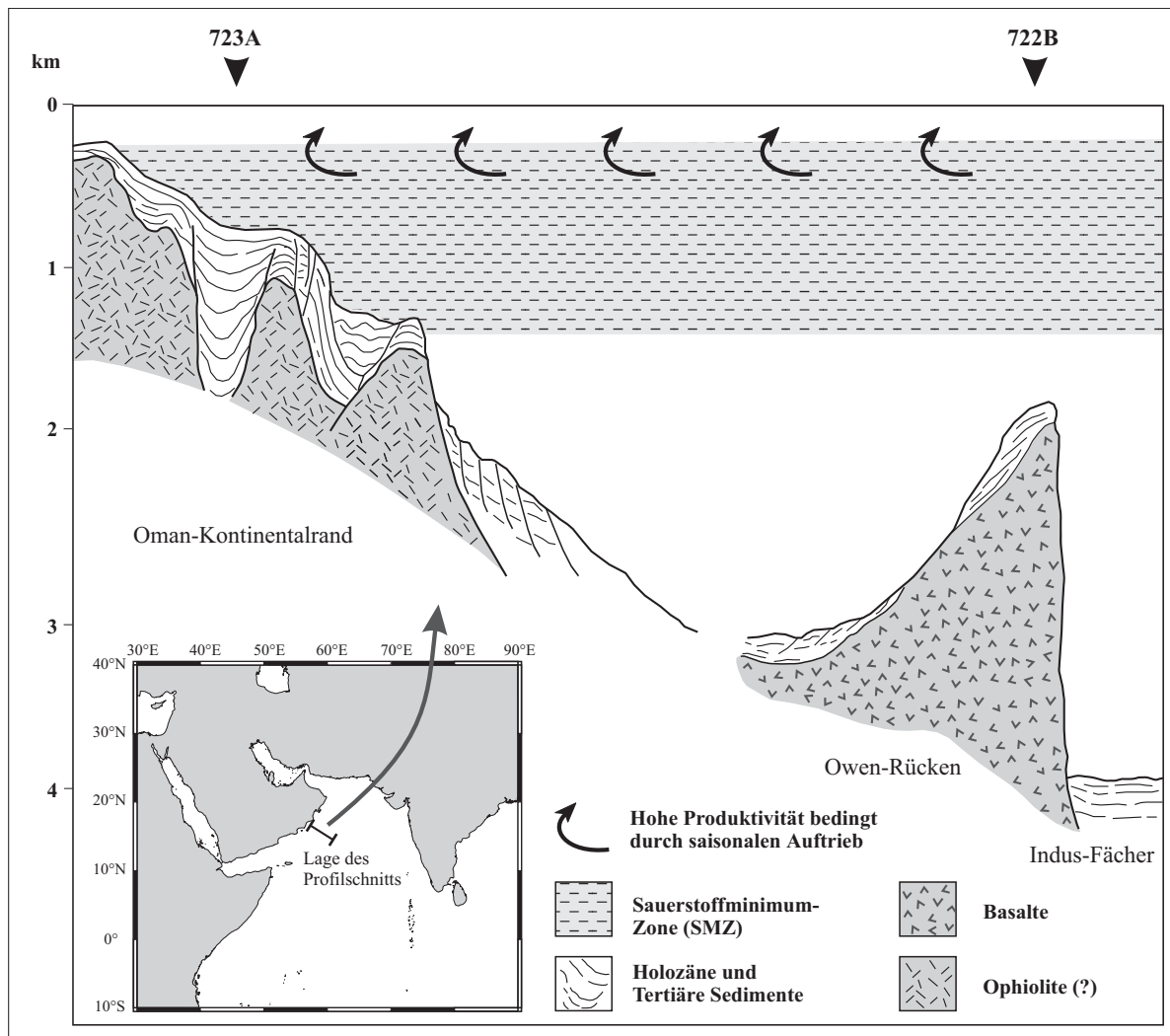


Abb. 8:
Schematische Schnittdarstellung vom Schelfbereich vor Oman bis zum Indusfächer (Schnittverlauf WNW-ESE).

Eingezeichnet sind die Positionen der Kerne des ODP-Legs 117, 722B und 723A.

reichen Schichten, die aufgrund ihrer Farbgebung und Helligkeit deutlich zu unterscheiden sind.

Die Kerne, die während der Ablagerung der Sedimente außerhalb der SMZ gelegen haben, zeigen gleichmäßige Ablagerungsbedingungen (94 KL, ODP 722B).

Bei der Beprobung aller Kerne wurden die Übergänge von Isotopenstadium 1 zu 2 sowie von Isotopenstadium 5 zu 6 (bei Kern 111 KL nicht enthalten) besonders engständig beprobt.

3.2 Aufbereitung der Proben

Die Aufbereitung der Sedimentproben auf organischwandige Dinoflagellaten wurden vollquantitativ durchgeführt.

Um eine möglichst schonende, nicht selektierende Aufbereitung zu gewährleisten, wurden zur Auswahl der am besten geeigneten Methode anhand einer Testprobenserie Vergleichsuntersuchungen mit verschiedenen Methoden durchgeführt.

Dabei wurden folgende Schritte der Aufbereitungsmethodik getestet bzw. bewertet:

- Gefriertrocknung und Lufttrocknung (Trockenschrank)
- Auswirkung des Einsatzes von Ultraschall
- Einbettungsmethoden- und Materialien
- Temperatur der Säuren
- Verseifung / Oxidation
- Acetolyse
- Quantitatives Auszählverfahren (Batterbee / Lycopodium)

Zum Test der Eignung der Trocknungsmethode wurde ein Teil einer frisch entnommenen Kernprobe direkt nach der Entnahme der Gefriertrocknung unterzogen. Ein zweiter Probenanteil wurde auf herkömmliche Weise in einen Ofen bei ca. 40°C getrocknet. Weder bei der weiteren Behandlung der Proben noch bei der anschließenden Testauswertung unter dem Mikroskop konnten wesentliche Unterschiede festgestellt werden. Ein Verkleben von Einzelkomponenten, welches durch die zeitaufwendigere Gefriertrocknung umgangen werden soll, wurde bei der Ofentrocknung nicht nachgewiesen.

Die an den Universitäten von Utrecht und Bremen angewandte Aufbereitungsmethode (u.a. Zonneveld, 1995) sieht vor, einen Teil des amorphen organischen Materials durch Ultraschall zu entfernen, um so die organischen Dinoflagellatenzysten zu "reinigen". Die in der Testserie behandelten Proben waren nach der Ultraschallbehandlung zwar relativ frei von organischem Detritus, jedoch werden die Dinoflagellatenzysten in der anschließenden Betrachtung unter dem Mikroskop häufig zerstört gefunden. Dies betrifft vor allem Arten der Gattung *Spiniferites*. Besonders *Spiniferites pachyderma* wird in kleinere Stücke zerlegt, so dass ein Großteil bei späteren Zählungen nicht erfasst werden kann. Auch bei der Art *Bitectatodinium spongium* gibt es Hinweise auf Zerstörung. Während bei der Ultraschallmethode sogar bei geringen Intensitäten und kurzen Schallintervallen der Bereich um die Archaeopyle häufig zerstört wird, können mit der schonenderen Methode ohne Ultraschall, welche rein auf dem manuellen Zentrifugeneffekt beruht, gut erhaltene Exemplare gewonnen werden. Erst durch die Dokumentation der Archaeopyle konnte die korrekte taxonomische Stellung bestimmt werden (Zonneveld & Jurkschat, 1999). Alle Proben für die Untersuchung in dieser Arbeit wurden ohne Ultraschall aufbereitet.

Als Einbettungsmittel für palynologische Proben wurden neben Glyceringelatine auch Hyrax und Kanadabalsam getestet. Alle getesteten Präparate unterschieden sich qualitativ nur geringfügig. Es ist allgemein bekannt, daß Kanadabalsam nach längerer Zeit nachdunkelt und sich Risse bilden, die das Präparat unbrauchbar machen. Der Preisvorteil der Glyceringelatine gegenüber Hyrax war ausschlaggebend, sich für dieses Einbettungsmittel zu entscheiden.

Die Anwendung von erwärmten oder heißen Säuren zeigte eindeutig eine selektive Zerstörung von organischen Dinoflagellatenzysten, so dass in der angewandten Probenaufbereitung nur kalte Säuren zum Einsatz kamen (s.a. Dale, 1976).

Als alternative Methode zur Entfernung von organischem und amorphem Material, werden neben der o.g. Ultraschallmethode auch Verseifung (Biebow, 1996) und Oxidation (Abidi, 1998) beschrieben. Beim Verseifen werden die organischen, amorphen Bestandteile des Sediments mit 100%iger HNO₃ nitriert und danach mit heißer, 10%iger KOH behandelt. Nach jedem Trennungsvorgang wird die Probe mit demineralisiertem Wasser gesiebt. Beim Vergleich der so behandelten Testprobe mit einer Probe, die auf diesen Arbeitsschritt verzichtet, zeigte sich, dass die verseifte Probe zweifellos von amorphen Kerogen befreit war, jedoch erreichten die Arten der Gattung *Brigantodinium* nicht annähernd die Häufigkeiten der nicht-verseiften Probe. Ob dieses Ergebnis

Quantitative Aufbereitung auf organische Dinoflagellaten

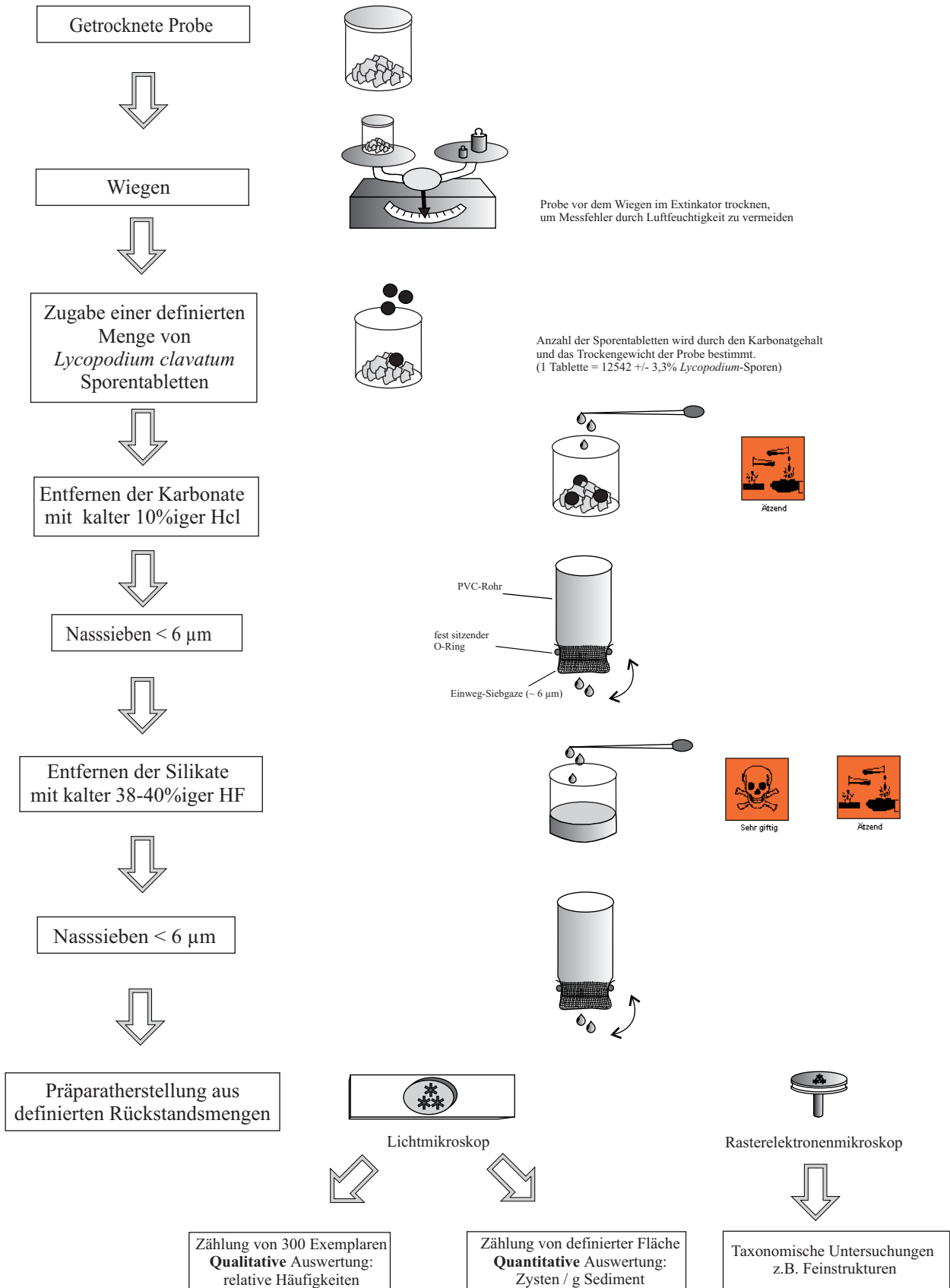


Abb. 9:
Flussdiagramm der Probenaufbereitung

auf die Nitrations- oder die Verseifung zurückzuführen ist, wurde nicht näher untersucht. Die ca. zehnmündige Behandlung mit heißer KOH wird jedoch auch von anderen Autoren abgelehnt (Dale, 1976). Ebenso starke Veränderungen der Vergesellschaftung werden durch die Oxidation von organischem Material durch die Zugabe von Wasserstoffperoxid (H_2O_2) bewirkt. Eine Studie von Abidi (1998), in der auch Proben aus dem Arabischen Meer bearbeitet wurden, zeigt deutliche Unterschiede in der Häufigkeit der einzelnen Taxa zu der vorliegenden Arbeit. Nahezu alle protoperidinoiden Zysten sind unterrepräsentiert oder gar nicht enthalten. Dieses Ergebnis ist einzig auf die Behandlung mit Wasserstoffperoxid (mündl. Mitteil. Abidi, 1998) während der Präparation zurückzuführen.

Da bereits von Marret (1993) in ausführlichen Testuntersuchungen nachgewiesen wurde, dass durch die Anwendung der Acetolyse bei der Aufbereitung von Proben eine selektive Zerstörung von Dinoflagellatenzysten erfolgt, ist auf weitere Untersuchungen zur Auswirkung der Acetolyse in dieser Studie verzichtet worden.

Auch für die Herstellung der Präparate wurden 2 Methoden getestet.

1. Die Methode nach Battarbee (1973): Hierzu werden Battarbee-Sedimentationsschalen verwendet, die so konzipiert sind, dass Vertiefungen im Schalenboden runde Deckgläser mit 20 mm Durchmesser der Stärke 0 aufnehmen können. Es stellte sich jedoch als äußerst schwierig heraus, die mit Glyceringelatine überzogenen Deckgläser aus den Sedimentationsschalen zu entnehmen. Weiterhin wird viel Material benötigt, welches nach der Präparation nicht für andere Aufbereitungsschritte (Bsp. REM-Präparation) benutzt werden kann.
2. Die herkömmliche Methode zur Herstellung von Festpräparaten erwies sich als einfacher und besser in der Handhabung. Auf einem Deckglas wird ein Stück Glyceringelatine (Kaisers Glycerol) geschmolzen. In diesen Tropfen wird mit einer Eppendorfpipette ein Aliquot der Probe geträufelt und mit einem Plastikzahnstocher homogenisiert. Je nach gewünschter Dichte des Präparats wird dieser Vorgang mehrere Male wiederholt. Die Glyceringelatine sollte fast vollständig eingetrocknet sein, bevor das Deckglas aufgebracht wird. Abschließend wird das Präparat mit Paraffin versiegelt.

Die nach der Testphase gewählte Methode zur Aufbereitung und Präparateherstellung für das in der vorliegenden Arbeit behandelte Material folgte in stark abgewandelter Form den palynologischen Standardverfahren, welche ausführlich in Barrs & Williams (1973), Doher (1980), Phipps & Playford (1984) und Wood *et al.* (1996) beschrieben werden. Der genaue Ablauf ist nachfolgend beschrieben (Abb. 9):

Einer getrockneten Rohprobe werden je nach Kalkgehalt und Ausgangsmenge 3 bis 6 Tabletten mit Sporen von *Lycopodium clavatum* zugesetzt. Da die Anzahl der Sporen pro Tablette sowie das Ausgangsgewicht der Probe bekannt ist, kann die Menge des ausgezählten Materials bestimmt und auf Individuen pro Gramm Sediment umgerechnet werden.

Die Karbonate werden anschließend mit ca. 10%iger Salzsäure gelöst. Es werden nur kalte Säuren zur Aufbereitung verwendet, um eine Zerstörung der peridinoiden Dinoflagellatenzysten zu verhindern (Dale, 1976). Die Probe wird danach durch säurebeständige Einweg-Polyestersieb-gaze von 6 µm Maschenweite mit demineralisiertem Wasser gesiebt, um die gelösten Kalziumionen zu entfernen. Fehlt dieser Zwischenschritt können bei der weiteren chemischen Behandlung mit Flußsäure Kalziumfluoride entstehen, die beim anschließenden Mikroskopieren erheblich stören und erst durch erneute HCl-Behandlung beseitigt werden können. Nach dem Sieben wird der Rückstand mit 38-40%iger Flußsäure versetzt, um Silikate zu lösen und den Rückstand weiter an

Dinoflagellatenzysten anzureichern. Es folgt erneutes Sieben über 6µm Polyestergaze zum Entfernen der überschüssigen Säure und der gelösten Stoffe. Dieser Rückstand wird mit wenigen Tropfen Formol versetzt in Reagenzgläsern aufbewahrt.

Für die Aufbereitung wurde die am Geomar in Kiel verwendete Siebvorrichtung leicht abgewandelt. In Kiel werden 2 aufeinander steckbare, säurebeständige PVC-Rohre verwendet, von denen eines konisch geschliffen ist, so dass es über das andere geschoben werden kann und einen festen Sitz hat. Zwischen diese wird die Siebgaze eingespannt. Diese Apparatur wird durch ein einziges PVC-Rohr (Durchmesser 100 mm) und ein fest sitzendes Dichtgummi ersetzt. Das Dichtgummi, welches über das Rohr gespannt wird, hält die Siebgaze an ihrer Position. Dadurch, dass die Siebgaze nicht straff gespannt wird, bildet sich unter der Apparatur ein "Beutel". Mit leichten Schwenk- und Drehbewegungen beim Sieben lässt sich der Tonanteil sowie die gelösten Stoffe (Korngröße < 6µm) durch den Zentrifugeneffekt leicht entfernen. Durch diese Optimierung lässt sich der Zeitaufwand um 60-70% reduzieren.

Fehlerabschätzung

Um den systematischen Fehler bei dieser aufwendigen Arbeitsmethode gering zu halten, werden alle Proben von derselben Person aufbereitet. Durch das häufige Sieben des Probenrückstandes können geringfügige Verluste des Materials nicht ausgeschlossen werden. Dieser Fehler ist jedoch zu vernachlässigen, da bei den vorliegenden homogenisierten Proben das Verhältnis zwischen Referenzsporen und Palynomorphen gleich bleibt.

3.3 Datenerhebung

Die angefertigten Streufestpräparate werden unter einem Durchlichtmikroskop Axioplan der Fa. Zeiss untersucht. Die einzelnen Taxa werden zuerst bei hoher Vergrößerung (630fach, 1000fach) registriert und klassifiziert. Anschließend werden die Präparate bei 400facher Vergrößerung ausgezählt.

Zur Bestimmung der relativen und absoluten Häufigkeiten werden bei der Auswertung der Streupräparate je Probe mindestens 200 Dinoflagellaten-Zysten gezählt. Aufgrund der hohen Dichte an organischem amorphem Kerogen müssen besonders bei den Oberflächenproben, sowie den Proben aus den laminierten Kernabschnitten, z.T. mehrere Einzelpräparate (bis zu 6 Stück) ausgezählt werden. Nur bei 5 Proben ist diese Zahl nicht erreicht worden. Von diesen 5 Proben erreichen jedoch 3 Proben eine Grundsumme von 100 Dinoflagellaten und sind in die statistische Auswertung mit einbezogen worden. Während des Auszählens der Präparate werden andere Palynomorphengruppen wie Chlorococcales-Algen, Pollen und Sporen, sowie verschiedene andere Zoomorphengruppen gleichzeitig erfasst. Die Gesamtsumme der gezählten Palynomorphen variiert in den einzelnen Proben zwischen rd. 500 und rd. 3.500 pro Probe.

Generell werden Dinoflagellatenzysten sowie andere Palynomorphe als ein Individuum gezählt, wenn mehr als 50% der Zyste erhalten ist. Problematisch ist einzig die Gruppe der organischen Innenwände ?benthischer Foraminiferen. Besonders die uniserialen „linings“ waren meistens zerissen; gezählt wurde ein Exemplar nur dann, wenn mindestens 6 Kammern zusammenhängend erhalten waren.

Die ausgezählten Palynomorphen gehören unterschiedlichen botanischen und zoologischen Gruppen an. Die im Text und in den Abbildungen angegebenen relativen Häufigkeiten beziehen sich -

wenn nicht anders angegeben - auf die Gesamtsumme der jeweils taxonomisch nächsthöheren Palynomorphengruppe. Die Angabe von absoluten Häufigkeiten bezieht sich auf die Konzentration (K) von Individuen pro Gramm Trockensediment (1):

$$K = \left[\frac{N}{g} \right] \quad (1)$$

mit N = Anzahl der Individuen
 g = Trockengewicht der Probe in Gramm (g)

Fehlerabschätzung für die Bestimmung der relativen Häufigkeiten

Es werden die relativen Häufigkeiten aus Zählungen von mindestens 300 Exemplaren pro Probe ermittelt. Der Fehler in dieser Bestimmung der relativen Häufigkeiten errechnet sich aus der Quadratwurzel der gezählten Exemplare geteilt durch die Anzahl der gezählten Exemplare (Stockmarr, 1971). Demnach liegt der Fehler bei 100 gezählten Exemplaren bei 10%, bei 300 gezählten Exemplaren bei etwa 5% und bei 1000 gezählten Exemplaren bei etwa 3%. Diese Methode vernachlässigt die Ungleichverteilung zwischen den Arten. Um bei der statistischen Auswertung reproduzierbare Ergebnisse zu ermitteln, müssen Arten mit einer relativen Häufigkeit $< 3\%$ ohnehin gesondert betrachtet werden. Der alpha-Index berücksichtigt dieses und verlangt für Proben mit einer Artenanzahl zwischen 30 und 40 ein ausreichend belastbares Ergebnis bei einer Zählung von 200 Individuen. Zu demselben Ergebnis kommen van der Plas & Tobi (1965). Danach ergibt sich bei 200 gezählten Exemplaren einer Komponente mit 5% Anteil an der Faunenzusammensetzung ein absoluter Fehler von $\leq 2\%$. Um diesen Fehler auf 1% zu reduzieren, müssten 2.500 Individuen ausgezählt werden.

Ein weiterer Fehler entsteht durch die Zuordnung der Exemplare zu Arten und Artengruppen. Unterschiedliche Definitionen einer Art bzw. Artengruppe führen zu Verfälschungen bei der Verwendung des Fisher-alpha-Index. Deshalb wurden die zu Beginn der Studie gezählten Proben nach einer taxonomischen Revision ein zweites Mal gezählt, um Fehler durch taxonomische Unsicherheiten auszuschließen.

Die grundlegenden Charakteristika zur Abgrenzung einzelner Taxa sind während Workshops (Bremen 1997), Tagungen (Dino 6 – Trondheim 1998), nationalen Treffen (Dino 1999 – Universität Darmstadt, Dino 2000 – Geomar Kiel, Dino 2001 – Universität Bremen, Dino 2002 – Helgoland) und Diskussionen mit den Bearbeitern rezenter Dinoflagellatenzysten erarbeitet worden.

3.3.1 Bestimmung der absoluten Häufigkeiten (Konzentration)

Die Bestimmung der Konzentrationen der Palynomorphen erfolgte nach der „marker-grain“-Methode nach Stockmarr (1971, 1973). Als Referenzsporen wurden der gewogenen Rohprobe vor der chemischen Behandlung Sporentabletten mit *Lycopodium clavatum* zugesetzt. Die Konzentration (K) eines Taxons innerhalb einer Probe errechnet sich nach:

$$[K] = \frac{n \times I}{N \times T} \cdot (g^{-1}) \quad (2)$$

mit n = Anzahl der zugesetzten Referenzsporen
 I = Anzahl der gezählten Individuen eines Taxons
 N = Anzahl der gezählten *Lycopodium* Sporen
 T = Trockengewicht (g) der Probe

Die benutzten Sporen-Tabletten (Batch Nr. 124.962 / Juli 1994) werden von Dansk Droge A/S, Ishøj, Dänemark (Bezugsquelle: Lund University, Department of Quaternary Geology, Lund, Schweden) hergestellt. Die Sporenkonzentration sind mit einer elektronischen Partikelzählapparatur ermittelt worden (Stockmarr, 1973). Folgende Kennwerte ergaben sich:

$$x = 12542 \text{ Sporen pro Tablette; Standardabweichung / Varianz (V) = } \pm 3,3\%$$

Fehlerabschätzung

Für diese Zählmethode ist eine Abschätzung innerhalb eines Konfidenzintervalls möglich. Ihre Genauigkeit der Bestimmung der absoluten Häufigkeit ist von der Anzahl der gezählten Individuen innerhalb der Palynomorphengruppen abhängig, sowie von der Anzahl der gezählten *Lycopodium*-Sporen und der Tablettenkalibration (V). Aus der Summe der Einzelfehler lässt sich der Gesamtfehler (f) in der Bestimmung der absoluten Häufigkeit errechnen (Stockmarr, 1971). Die Anzahl der pro Probe gezählten Referenzsporen variiert zwischen 150 und 5.200 Individuen.

Der Gesamtfehler errechnet sich nach Stockmarr (1971) mit nachfolgender Formel:

$$[f(\%)] = \pm 100 \times \sqrt{\left(\frac{I^2}{I} + \frac{N^2}{N} + V^2\right)} \quad (3)$$

mit I = Anzahl der gezählten Individuen eines Taxons
 N = Anzahl der gezählten *Lycopodium* Sporen
 V = Varianz (s.o.)

Einzelvorkommen einer Art werden nicht hoch gewichtet, so dass die Reproduzierbarkeit der Ergebnisse aufgrund des geringen Gesamtfehlers aller einzelnen Fehlerbetrachtungen ohne Einschränkung gegeben ist.

3.3.2 Berechnung der Massenakkumulationsraten

Um die Massenakkumulationsrate (MAR) zu errechnen, wird aus den vorhandenen Alterbestimmungen aus ^{14}C -Daten und Isotopenstratigraphie (s. Kap. 3.5) zuerst die lineare Sedimentationsrate [cm / 1.000 Jahre] bestimmt.

Aus den Sedimentationsraten (LSR) ergibt sich durch Multiplikation mit der Trockenraumdichte (DBD) die Akkumulationsrate für das Gesamtsediment (MAR). Die Trockenraumdichten des Probenmaterials der Sonne-Fahrt wird durch die „*in-situ*“-Entnahme eines festgelegten Volumenanteils und der anschließenden Trocknung gewonnen.

Die Trockenraumdichte des Material vor Oman (ODP-Leg 117) ist nach dem GRAPE-Verfahren (Gamma Ray Attenuation Porosity Evaluator) ermittelt worden. Die Methode und die Fehlerabschätzung ($\pm 1,5\%$) sind detailliert in Boyce (1973) und Boyce (1976) beschrieben.

Durch Multiplikation der Massenakkumulationsrate (MAR) mit der Häufigkeit z.B. der organischen Dinoflagellatenzysten / g Sediment oder der Häufigkeit einzelner Taxa werden die spezifischen Akkumulationsraten berechnet. Diese werden aus der Multiplikation der Parameter Trockenraumdichte (DBD), Sedimentationsrate (LSR) und den absoluten Gehalten eines Taxons (N) errechnet:

$$\text{TaxonMAR} = N \times \text{DBD} \times \text{LSR} \quad (4)$$

Das Ergebnis der Berechnung wird in $\text{cm}^2 / 1.000 \text{ Jahre}$ angegeben und gibt nützliche Hinweise auf die Produktivität dieser Planktongruppe zur Ablagerungszeit.

3.4 Taxonomische Zuordnung

Die Taxonomie der Dinoflagellatenzysten folgt Williams *et al.* (1998) und Fensome *et al.* (1993); bei der Benennung der charakteristischen Merkmale wird die Terminologie von Williams *et al.* (1978) verwendet. Die niedrigen Taxa sind innerhalb höherer Taxa alphabetisch aufgeführt. Die Erstbeschreibungen sind zitiert und mit Verweisen auf andere hilfreiche Beschreibungen bzw. Bildmaterial ergänzt. Taxonomische Bemerkungen wurden angeführt, sofern bei den bestehenden Beschreibungen der Art wichtige Charakteristika fehlen. Synonyme sind nur dann angegeben, wenn sie noch häufig benutzt werden.

In der Rubrik Ökologie / Vorkommen werden die aus der Literatur bekannten ökologischen Ansprüche in Bezug auf Wassertemperatur, Nährstoffe, Salinität und Hydrodynamik der Wassermassen aufgeführt. Die Arten werden nach Wall *et al.* (1977) in Bezug auf ihr Vorkommen zum Festland in ästuarine, neritische und ozeanische Formen unterteilt. Das aufgeführte biogeographische Vorkommen der einzelnen Arten bezieht sich im wesentlichen auf die bekannte geographische Verbreitung im Arabischen Meer (Zonneveld, 1997a, 1997b) und ist durch eigene Beobachtungen ergänzt worden.

Die Klassifikation der Dinoflagellaten und ihrer Zysten folgt der botanischen Nomenklatur (ICBN: "International Code of Botanical Nomenclature", Greuter *et al.*, 1994). Zum größten Teil wird eine duale Nomenklatur verwendet, die darauf begründet ist, dass die Theken (vegetative Zellen) nach der biologischen und die Zysten nach der paläontologischen Definition der Art abgegrenzt werden. Diese Vorgehensweise wird angewandt, da für viele organischen Dinoflagellatenzysten das dazugehörige, vegetative Stadium nicht bekannt ist (vgl. Kap. 2.3).

In den vergangenen Jahren wurden zunehmend die natürlichen Zusammenhänge zwischen Zysten und Theken bekannt (z.B. Lewis & Dodge, 1987; Lewis *et al.*, 1984). Von den etwa 170 rezenten, organischen Dinoflagellatenzysten konnten inzwischen ca. 60 Arten motilen Dinoflagellaten zugeordnet werden (Übersicht in Head, 1996). In diesen Fällen, in denen die Beziehung vegetatives Stadium - Zyste bekannt ist, wird auf den paläontologischen Namen (sofern vorhanden) verzichtet und die Zyste ohne eigenen Artnamen als "Zyste von ..." (Artnamen der Theka) bezeichnet (z.B. Zyste von *Protoperidinium americanum* LEWIS & DODGE 1987). In der vorliegenden Arbeit wurde dieser Regel gefolgt. Namen, die auf der Abgrenzung einer Art im paläontologischen Sinne beruhen, sind nur als Synonyme angeführt, sofern diese noch Verwendung finden.

Die Bestimmung der Gattungen und Arten erfolgt überwiegend anhand der Originalbeschreibungen sowie emendierenden Detailbeschreibungen. Die Wahl des Artnamens folgt Williams *et al.* (1998). Probleme bei der Identifizierung bereiten die trotz guter Erhaltung schlechten Einbettungseigenschaften der dünnwandigen Dinoflagellatenzysten. Dies gilt speziell für die protoperidinoiden Zysten des Sammeltaxons "round browns" (*Brigantedinium* spp.), die aufgrund ihrer Bauweise oftmals nur kollabiert im Präparat vorzufinden sind, so dass der Umriss der Archaeopyle nicht vollständig sichtbar ist. Erschwerend für die Artbestimmung ist die teilweise ungünstige Orientierung einiger Dinoflagellatenzysten, die das Erkennen der Hauptmerkmale nicht zulässt.

Die eindeutige Zuordnung einer Zyste zu einem Taxon erfolgt deshalb zunächst nur an optimal gelegenen und einwandfrei erhaltenen Exemplaren. Anhand von unverwechselbaren, charakteristischen Merkmalen können auch ungünstig orientierte und schlecht erhaltene Formen klassifiziert werden. Falls dies nicht möglich ist, werden diese Arten undifferenziert unter ihrem paläontologischen Gattungsnamen geführt (z.B. *Brigantedinium* spp., *Spiniferites* spp.).

3.5 Stratigraphie und Altersmodelle der Kerne

Für die vor dem pakistanischen Schelf entnommenen Kerne lagen hochauflösende Grauwertkurven zu Beginn der Arbeit vor (Schulz *et al.*, 1998). Die Grauwertmessungen an den ODP-Kernen 722B und 723A wurden selbst durchgeführt und sind die Basis für die Korrelation mit den Kernen vor Pakistan, da für diese beiden ODP-Kerne nur $\delta^{18}\text{O}$ -Kurven mit relativ weiten Probenabständen, basierend auf Sauerstoffisotopen an Gehäusen von *Pulleniatina obliquiloculata* und *Globigerinoides ruber*, existieren (Clemens & Prell, 1991; Niitsuma *et al.*, 1991). Die Grauwertmessungen wurden an den Archivhälften der Kerne mit einem Minolta Farbscanner (Messabstand = 2,5 cm) durchgeführt. Diese hochauflösenden Farbkurven sind mit der bestehenden Isotopenkurve und den Grauwertkurven der Kerne vor Pakistan korreliert worden. Das Ergebnis dieser Korrelation ist in Abb. 20 dargestellt. Die Genauigkeit der Korrelation hochauflösender Grauwertkurven mit Sauerstoffisotopenkurven haben Schulz *et al.* (1996, 1998) und von Rad *et al.* (1999) an allen Profilen innerhalb der Sauerstoffminimumzone vom Kontinentalhang vor Pakistan getestet und verifiziert. Weiterhin erlaubt der Farbverlauf der Grauwertmessungen Rückschlüsse auf den TOC-Gehalt.

Als Kontrollpunkt für die stratigraphische Einstufung dient in den Kernen, die über 75.000 Jahre hinausreichen, der tephrochronologisch bedeutsame Horizont der Toba-Asche. Rampino & Self (1993) haben dieses Ereignis auf 74.000 Jahre vor heute datiert. Für das Altersmodell des Kernes SO 90-111KL liegen neben den Grauwertkurven auch 35 AMS¹⁴C-Datierungen (Schulz *et al.*, 1998) sowie 140 $\delta^{18}\text{O}$ -Analysen (Suthhof *et al.*, 1999, 2000) vor.

Für den Kern SO 90-94KL beruht das hier verwendete Altersmodell auf einer hochauflösenden Sauerstoffisotopenkurve (Schubert *et al.*, 1998). Die Isotopenbestimmung wurde an Gehäusen der planktonischen Foraminifere *G. ruber* durchgeführt.

Um ein Alter für eine möglichst genaue Berechnung der Sedimentationsraten und ein Alter für die Basis der Kerne zu ermitteln, werden die Isotopenkurven mit der mittlerweile etablierten Isotopenstratigraphie für „niedrige Breiten“ nach Bassinot *et al.* (1994) korreliert. Als Grundlage für das verwendete Modell wird ein Kern aus der Malediven-Region (MD900963 - tropischer Indischer Ozean) herangezogen, in dem die durch die Erdneigung („Präzession“ i.S. Milankovitch) verursachten Schwankungen deutlich ausgebildet sind (Bassinot *et al.*, 1994). Die zeitliche Zuordnung nach Bassinot *et al.* (1994) weist eine sehr hohe Übereinstimmung mit dem SPECMAP-Datensatz von Imbrie *et al.* (1984) auf.

Folgende Gesamtalter wurden für die bearbeiteten Kernabschnitte ermittelt (Tab. 3).

Tab. 3: Alterseinstufung des bearbeiteten Materials

Kern	Position	Kernabschnitt [cm]	ermitteltes Gesamtalter [a]
SO 90 – 94 KL	22°29,16N / 65°39,04 E	0 – 720	123.000
SO 90 – 111 KL	23°05,84N / 66°29,02 E	0 – 1440	62.000
ODP 117 – 722 B	16°37,31N / 59°47,76 E	0 – 620	147.000
ODP 117 – 723 A	18°03,08N / 57°36,56 E	0 – 2470	131.000

3.6 Statistische Methoden

Ökologische Informationen über einen Lebensraum werden oft aus dem Vergleich der überlieferten Dinoflagellatenzystenassoziationen in Oberflächensedimenten mit den ozeanographischen Parametern der darüber liegenden Oberflächenwassermassen gezogen.

Arten, die in den Oberflächensedimenten nur selten auftreten, werden für die Lebensraumanalyse meistens nicht berücksichtigt, obwohl diese aufgrund ihrer häufig geringen Toleranz gegenüber einem Wechsel der Umweltbedingungen wichtige ökologische Informationen liefern könnten (z.B. Edwards & Andrieu, 1992; Matthiessen & Knies, 2001; Rochon *et al.*, 1998; Zonneveld, 1997a). Durch die Anwendung statistischer Methoden werden einerseits die visuellen Erstbeurteilungen des Datensatzes mathematisch belegt, andererseits können auch die untergeordnet auftretenden Arten berücksichtigt werden.

3.6.1 Diversität

Von allen bearbeiteten Proben wurde die Artendiversität einer Probe, bezogen auf die Gesamtzahl der gezählten Individuen und definiert als Anzahl der vorgefundenen Arten, bestimmt. Das Ergebnis kann bei Arten mit geringer relativer Häufigkeit stichprobenabhängig sein, da diese im Probenmaterial nur selten überliefert sind und bei der Zählung von 200 bis 300 Individuen nicht immer im gleichen Maße erfasst werden. Obwohl die Artenzahl in verschiedenen Proben gleich ist, können Abweichungen in der Häufigkeit der Individuen einer Art gefunden werden. Die relative Häufigkeit oder Dominanz einzelner Arten wird durch die Berechnung der Gleichverteilung ("equitability" = Äquitabilität) berücksichtigt. Zur Interpretation der Äquitabilitätsveränderungen wird eine Methode gewählt, die die folgenden Rahmenbedingungen erfüllt:

- wenn alle Arten einer Probe dieselbe Individuenzahl haben, ist die Äquitabilität am Größten.
- umso unterschiedlicher die Häufigkeiten der Individuen einzelner Arten sind, desto kleiner wird die Äquitabilität.

Buzas & Gibson (1969) verwenden folgende Formel als Maß für die Äquitabilität:

$$E = \left[\frac{e^H}{S} \right] \text{ mit } H = -\sum_{i=1}^S p_i \times \ln p_i \quad (5)$$

mit	E	= Äquitabilität
	H	= Diversitäts-Index nach Shannon (Pielou, 1966)
		[Syn.: Shannon-Index, Shannon-Wiener, Boltzmann-Shannon, Shannon-Weaver]
	S	= Artenanzahl innerhalb einer Probe (bzw. gezählter Individuen)
	p_i	= Größenverhältnis der Art i an der gezählten Gesamtindividuenzahl

Der Diversitätsindex nach Shannon ist ein Maß für die Verteilung der Dinoflagellatenzysten auf die gefundenen Taxa. Das Ergebnis dieser Formel (5) liegt zwischen den Werten 0 und 1, so dass bei gleichmäßiger Verteilung der Individuen auf alle Taxa der Diversitätsindex nach Shannon maximal (=1) und gleich der Äquitabilität ist.

3.6.2 Verbreitungskarten der Arten in Oberflächensedimenten

Aufgrund der hohen Probendichte in einem eng begrenzten Untersuchungsgebiet kann für alle unterschiedenen Taxa von organischen Dinoflagellatenzysten die relative und absolute Häufigkeit mit dem Programm SURFER, Version 6.01, Golden Software, Inc., in Form geographischer Verbreitungskarten dargestellt werden. Zur Dateninterpolation zwischen den Probenpunkten wird die „kriging“-Methode gewählt (Oliver & Webster, 1990). Die Ergebnisse des linearen Berechnungsmodells sind in Isolinien-Karten gleicher Konzentrationshäufigkeit dargestellt, in denen die Isolinien leicht geglättet werden.

3.6.3 Clusteranalyse

Durch eine Clusteranalyse werden die ermittelten Datensätze gruppiert. Die so gewonnene Gruppenzuordnung symbolisiert Ähnlichkeiten und wird als hierarchisches Dendrogramm dargestellt.

In dieser Studie werden mit der Clusteranalyse zwei wesentliche Ziele verfolgt:

- Ermittlung der Ähnlichkeiten im Verteilungsmuster der Arten (z.B. in Oberflächensedimenten).
- Ermittlung der Ähnlichkeiten in der Artenzusammensetzung sowie der relativen / absoluten Häufigkeiten innerhalb eines Datensatzes. Als Datensatz werden alle Proben eines Kerns bzw. alle Oberflächenproben behandelt.

Um ein verlässliches Ergebnis zu erzielen, wurden für die statistische Auswertung nur Arten verwendet, deren relative Häufigkeit innerhalb des Datensatzes 3% übersteigt. Die statistische Auswertung erfolgt mit dem „Multi-Variate-Statistical Package“ (MVSP), Version 3.1 (Kovach, 1999).

Zur Ermittlung möglicher Zusammenhänge im Verteilungsmuster der Arten sowie den Ähnlichkeiten der Proben eines Datensatzes untereinander werden die Clusteranalysen nach der „centroid-linkage“-Methode durchgeführt (Abb. 10). Hierbei wird die Distanz zwischen den einzelnen Gruppierungen („clustern“) aus den zentrierten Durchschnittswerten der einzelnen Gruppen ermittelt, so dass jeder Punkt im Cluster gleichwertig gewichtet ist.

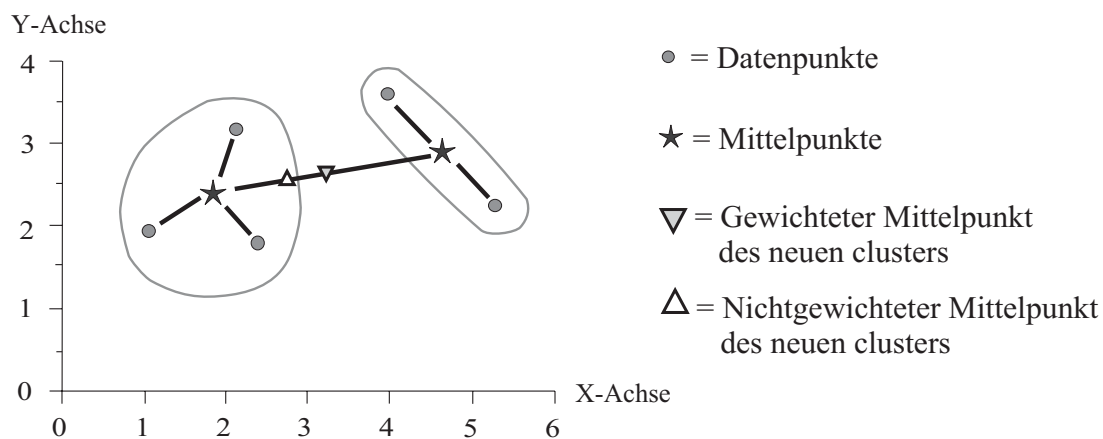


Abb. 10:

Darstellung der Gewichtung des Datensatzes bei Anwendung der „centroid-linkage“-Methode (nach Kovach, 1999)

Nach Maddy & Brew (1995) wird diese Methode bei paläontologischen Datensätzen als ausreichendes Kriterium zur Interpretation angesehen. Als Maß der Distanz zwischen den zu errechnenden Gruppen wurde „Pearson’s Korrelationskoeffizient“ gewählt, da hierdurch auch Hinweise auf die Ähnlichkeit von Variationen verschiedener Taxa (/Proben) gegeben werden. Die abschließende Datentransformation erfolgt mit dem natürlichen Logarithmus der Verhältnisse untereinander („log-ratio“), wobei die Ähnlichkeiten zwischen verschiedenen Taxa (/Proben) betont werden.

3.6.4 Korrespondenz-Analyse

Um zu bestimmen, welche Parameter in den Oberflächenwassermassen die Verbreitung der organischen Dinoflagellatenzysten bestimmen, können Verbreitungskarten der Taxa (Kap. 3.6.2) mit z.B. Karten der Nährstoffkonzentration sowie Temperatur- und Salinitätskarten verglichen werden. Da das Auftreten einer Art jedoch an verschiedene Parameter gleichzeitig gebunden sein kann, ist die Anwendung von statistischen Methoden hilfreich.

Die statistischen Methoden „detrended correspondence“-Analyse (DCA) und ihre canonische Form, die „canonical correspondence“-Analyse (CCA) wurden mit dem Programm MVSP (s. Kap. 3.6.3) berechnet und auf den aus den Oberflächenproben gewonnenen Datensatz (organische Dinoflagellatenzysten g^{-1}) angewandt. Der Datensatz „Dinoflagellatenzysten %“ wurde in dieser Darstellung der Ergebnisse nicht berücksichtigt, da er nahezu durchweg von Arten der Gattung *Brigantedinium* spp. dominiert wird und hierbei mögliche Trends quantitativ weniger bedeutsamer Arten unterdrückt werden.

DCA und CCA basieren auf der Annahme, dass Arten einen linearen Trend auf Veränderungen der ökologischen Parameter zeigen, d.h. eine Zunahme oder Abnahme der Häufigkeit korreliert positiv oder negativ mit den Veränderungen eines ozeanographischen Proxies (z.B. Salinität, Nährstoffe, Temperatur, etc.).

Im Ergebnis der DCA sind die gewünschten Variablen (Arten, Proben) entlang von hypothetischen Achsen angeordnet (s. Abb. 15). Die erste Achse (oder x-Achse) repräsentiert den Gradienten (oder eine Kombination aus verschiedenen Gradienten), der die größte Variation in der Zusammensetzung der Variablen hervorruft. Hierbei ist nicht festgelegt, ob es sich um biotische oder abiotische Faktoren handelt. In Analogie zu der o.g. Beziehung repräsentiert die zweite Achse (oder y-Achse) die zweitwichtigste Variation. Die Arten, die im Diagramm nur durch geringe Distanzen getrennt sind, haben eine hohe Übereinstimmung in ihrer Verbreitung. Ebenso besitzen Proben, die nebeneinander geplottet werden, eine hohe Übereinstimmung in ihrem Arteninventar.

Bei der CCA steht die Länge des Pfeiles einer bestimmten Variable (ozeanographische Faktoren wie: Temperatur, Salinität, Sauerstoffgehalt, Nitrat, Phosphat, Dichte, etc.) in direktem Zusammenhang mit der Aussagekraft der Variablen. Arten, die nah am Diagrammsprung dargestellt sind, werden von den entsprechenden Parametern nur sehr untergeordnet beeinflusst. In Analogie hierzu haben Variable mit kurzem Pfeil keinen oder nur geringen Einfluss auf die entsprechenden Arten. Der Korrelationskoeffizient zwischen einer Art und einer Variable korreliert mit dem Kosinus des Winkels zwischen der Art und der Linie der Variablen: ein positives Ergebnis steht für Zunahme der Häufigkeit entlang der Variablen, ein negatives ist gegensätzlich zu interpretieren.

Die zur Analyse notwendigen ozeanographischen Daten entstammen dem Levitus-Datensatz, World Ocean Atlas 1994 (Conkright *et al.*, 1994; Levitus & Boyer, 1994a, 1994b; Levitus *et al.*, 1994), und wurden aufgrund der speziellen saisonalen Bedingungen im Arbeitsgebiet aufbereitet:

1. Wintermonsun (NE Monsun): Dezember bis März
2. Intermonsun: April bis Mai
3. Sommermonsun (SW Monsun): Juni bis September
4. Intermonsun: Oktober bis November

Die saisonale Zuordnung wird getroffen, um die jahreszeitlich wechselnden Bedingungen, die u.a. auch durch die wechselnde Strömungsrichtung hervorgerufen werden, zu berücksichtigen.

Die Dichte (D) [kg / m^3] ist nach der NICMM Standard-Formel (6) aus den Temperatur- und Salinitätsgehalten berechnet worden (Pond & Pickard, 1983):

$$D = 1000 + \left[1,455 \times \left(\frac{(S - 0,03)}{1,805} \right) \right] - 0,00655 \times \left[T - 4 + \left(\frac{0,4 \times (S - 0,03)}{1,805} \right) \right]^2 \quad (6)$$

mit S = Salinität
 T = Temperatur

(beide Parameter in der gewählten Wassertiefe).

Aus der Dichte des Oberflächenwassers und der Dichte des Wassers in 100 m Tiefe ist die Brunt-Väisälä-Häufigkeit (ST) [rad / s] für jede Oberflächenprobenposition berechnet worden (Väisälä, 1925):

$$ST = \sqrt{\frac{(9,8 \times \delta D)}{(1026 \times \delta z)}} \quad (7)$$

mit δD = Dichteunterschied in der Wassersäule (hier: $D_{100} - D_0$)
 δz = Tiefenintervall (hier: $100 - 0 = 100$)

Je größer der Wert der Brunt-Väisälä-Häufigkeit, desto ausgeprägter ist die Stratifizierung der Wasserschichten zwischen 0 und 100 Metern Wassertiefe.

3.6.5 Spektralanalyse

Eine zentrale Fragestellung in der Geologie, Paläontologie und Paläozeanographie ist die Erfassung und Interpretation der zeitlichen Abfolge von Veränderungen der Umweltbedingungen im Verlauf der Erdgeschichte. Zur Deutung dieser Veränderungen ist es notwendig, den grundsätzlichen, zeitlichen Charakter dieser Veränderungen möglichst genau zu erfassen, um festzustellen, ob es sich bei dem beobachteten Prozess um ein einmaliges, ein episodisches oder ein periodisches Ereignis handelt.

Ein wesentliches Hilfsmittel zur Entschlüsselung von periodischen Veränderungen des Klimas bildet die Spektralanalyse (paläo-)klimatischer Zeitreihen. Um vorhandene periodische Signalcomponenten (z.B. Milankovitch-Frequenzen) in einer nicht äquidistanten Zeitreihe sichtbar zu machen, werden ausgewählte Arten mit Hilfe des Programms SPECTRUM (Schulz, 1996; Schulz & Stattegger, 1997) einer „harmonischen Datenanalyse“ unterzogen. Bei dieser Analyse wird die statistische Signifikanz durch den programminternen Fisher/Siegel-Test überprüft. Um vergleichbare Ergebnisse zu erzielen, werden alle Berechnungen mit identischen Grundeinstellungen durchgeführt:

- Signifikanzniveau = 0,01
- „oversampling factor“ = 4
- „high frequency factor“ = 1
- für Siegel's Test $\lambda = 0,6$

Der Datensatz wird durch die Transformation in ein Autospektrum umgewandelt, dessen Periodogramm-Wert g_s signifikant ist, wenn der statistische Test t_α größer ist als der kritische Wert t_{crit} („Nullhypothese“ i.S.v. Schulz & Stattegger, 1997). Die Phasenverschiebung zwischen der Kurve der borealen Sommerinsolation und den Kurven der ermittelten Datensätzen einzelner Taxa organischer Dinoflagellatenzysten wird mit Hilfe von Kreuzspektren berechnet. Die für die Kreuzkorrelation benötigte Insulationskurve für den borealen Sommer (= Tibetanisches Hochland) mit einer zeitlichen Auflösung von 1.000 Jahren ist nach der Methode von Berger (1978) mit dem Computer-Programm ANALYSERIES 1.2 (Paillard *et al.*, 1996) generiert worden.

Die Berechnung der Kreuzspektren erfolgt als „bivariate Spektralanalyse“ mit konstanten Grundeinstellungen:

- „oversampling factor“ = 4
- „high frequency factor“ = 1
- 2 Segmente mit 50 % Überlappung
- WELCH I Fenster
- Signifikanzniveau = 0,01

Das Ergebnis dieser Analyse umfasst die lineare Korrelation signifikanter, spektraler Bereiche sowie die Phasenbeziehung signifikanter Frequenzen, die als Phasenwinkel zwischen -180° und $+180^\circ$ dargestellt werden. Ein positiver Wert gibt den Vorlauf, ein negativer Wert die Verzögerung zu den Maxima der Insolationskurve an.

Darüber hinaus wird das Kohärenzspektrum bestimmt. In Analogie zum linearen Bestimmtheitsmaß r^2 , kann die Kohärenz als ein Maß für die Stärke einer linearen Beziehung zwischen $x(t)$ und $y(t)$ bei einer bestimmten Frequenz interpretiert werden. Das Ergebnis der Kohärenzfunktion wird als Zahlenwert zwischen 0 und 1 dargestellt. Hierbei wird die Kohärenz zweier nicht zu korrelierender Zufallsprozesse im Zahlenwert Null ausgedrückt. Kohärenzwerte $< 0,85$ werden in der vorliegenden Arbeit als „nicht signifikant“ angesehen.

IV. Ergebnisse

Das nachfolgende Kapitel 4.1 stellt die Ergebnisse vor, die aus der Auswertung aller bearbeiteten Proben gewonnen wurden. In Kapitel 4.2 werden spezifische Ergebnisse der Untersuchung der Oberflächenproben vorgestellt und in Kap. 4.3 die spezifischen Daten der Sedimentkerne beschrieben. Abschließend fasst Kapitel 4.4 die wichtigsten Ergebnisse kurz zusammen.

4.1 Arteninventar

Es wurden insgesamt 70 Arten und Artengruppen von organischen Dinoflagellatenzysten unterschieden. Vegetative Zellen sind sehr selten und werden im weiteren nicht behandelt. Ebenso selten sind in den Oberflächenproben Dinoflagellatenzysten mit Zellinhalt gefunden worden (< 1%).

Von diesen 70 Taxa waren 64 bislang beschriebenen Arten eindeutig zuzuordnen. Die übrigen sechs Taxa werden zunächst in einer offenen Nomenklatur geführt.

Die taxonomische Stellung der Arten sowie ihre Charakteristika und ihre Verbreitungsmuster werden in Kapitel 5 detailliert beschrieben.

Eine Zusammenstellung der am indopakistanischen Kontinentalrand sowie vor Oman vorgefundenen organischen Dinoflagellatenzysten zeigt Tabelle 4.

Tab. 4: Alphabetische Auflistung der in den Sedimenten des Arabischen Meeres vorgefundenen organischen Dinoflagellatenzysten:

<i>Alghidaspheridium</i> spp.	<i>Impagidinium variaseptum</i>
<i>Ataxiodinium choane</i>	<i>Impagidinium velorum</i>
<i>Bitectatodinium spongium</i>	<i>Islandinium minutum</i>
<i>Bitectatodinium tepikiense</i>	<i>Leipokatium invisitatum</i>
<i>Brigantedinium cariacoense</i>	<i>Lejeunecysta oliva</i>
<i>Brigantedinium majusculum</i>	<i>Lejeunecysta sabrina</i>
<i>Brigantedinium simplex</i>	<i>Lingulodinium hemicystum?</i>
<i>Brigantedinium</i> spp. ("round browns")	<i>Lingulodinium machaerophorum</i>
Zyste von <i>Dissodium parvum</i>	<i>Lingulodinium machaerophorum</i> (short)
<i>Dubridinium caperatum</i>	<i>Nanshadinium decorosum</i>
" <i>Echinidinium aculeatum</i> "	<i>Nanshadinium</i> sp.
" <i>Echinidinium bispiniiformis</i> "	<i>Nematosphaeropsis labyrinthus</i>
" <i>Echinidinium delicatum</i> "	<i>Operculodinium centocarpum</i>
<i>Echinidinium granulatum</i>	<i>sensu</i> WALL & DALE 1966
" <i>Echinidinium transparentum</i> "	<i>Operculodinium centocarpum</i> (short)
<i>Echinidinium</i> sp. 1 (" <i>longispina</i> ")	<i>sensu</i> WALL & DALE 1966
Zyste von <i>Gymnodinium catenatum</i>	<i>Operculodinium israelianum</i>
<i>Impagidinium aculeatum</i>	<i>Operculodinium janduchenei</i>
<i>Impagidinium paradoxum</i>	<i>Operculodinium?</i> <i>striaconulum</i> sp. nov.
<i>Impagidinium patulum</i>	<i>Operculodinium</i> sp. 1
<i>Impagidinium plicatum</i>	Zyste von <i>Pentapharsodinium dalei</i>
<i>Impagidinium sphaericum</i>	Zyste von <i>Pheopolykrikos hartmanni</i>
<i>Impagidinium striatum</i>	Zyste von <i>Polykrikos kofoidii</i>
	Zyste von <i>Polykrikos schwarzii</i>

Fortsetzung Tab.4:

<i>Polysphaeridium zoharyi</i>	<i>Spiniferites pachydermus</i>
Zyste von <i>Protoperidinium americanum</i>	<i>Spiniferites perforatus</i>
Zyste von <i>Protoperidinium monospinum</i>	<i>Spiniferites ramosus</i>
Zyste von <i>Protoperidinium thorianum</i>	<i>Stelladinium robustum</i>
<i>Pyxidinopsis reticulata</i>	<i>Stelladinium reidii</i>
<i>Quinquecuspis concreta</i>	<i>Tectatodinium pellitum</i>
<i>Selenopemphix nephroides</i>	<i>Tectatodinium psilatium</i>
<i>Selenopemphix nephroides</i> var. 1	<i>Trinovantedinium applanatum</i>
<i>Selenopemphix quanta</i>	<i>Votadinium calvum</i>
<i>Spiniferites bentorii</i>	<i>Votadinium nanhaiense</i>
<i>Spiniferites bulloideus</i>	<i>Votadinium spinosum</i>
<i>Spiniferites membranaceus</i>	<i>Xandarodinium xanthum</i>
<i>Spiniferites mirabilis</i>	

4.1.1 Erhaltungszustand der Taphozöosen

Der in allen Proben nachgewiesene gute bis sehr gute Erhaltungszustand der enthaltenen Individuen beruht auf dem geringen Alter der untersuchten Sedimente und darauf, dass diese z.T. unter Bedingungen mit verringertem Sauerstoffgehalt im Bodenwasser abgelagert und konserviert wurden. Durch die gewählte, schonende Präparationsmethode (s. Kap. 3.2) werden zusätzlich aufbereitungsbedingte Beeinträchtigungen und Veränderungen des Erhaltungszustandes vermieden.

In Abhängigkeit vom Ablagerungsraum zeigen einzelne Taxa jedoch charakteristische Merkmale, die darauf schließen lassen, dass diese einer selektiven Zerstörung unterliegen. In Abb. 11 werden Individuen des Sammeltaxons *Brigantedinium* spp. dargestellt, die zweierlei Veränderungen belegen. Einerseits zeigen deren Oberflächen kleine, runde Spuren, die auf Bakterienfraß (freundl. mündl. Mitteil. Elbrächter) zurückgeführt werden (Figs. 1-11), andererseits ist eine Anlösung der Zystenoberfläche (Fig. 12) dokumentiert.

Die abgebildeten Merkmale betreffen neben den Zysten der Oberflächensedimente auch das Zysteninventar der untersuchten Sedimentkerne.

Hinweise auf selektive postsedimentäre Zerstörung wurden hauptsächlich in den Proben außerhalb der Sauerstoffminimumzone gefunden (Jurkschat, 1998). Von der selektiven Zerstörung sind vor allem die protoperidinoiden Zysten (u.a. *Brigantedinium* spp.) betroffen. In den Probenrückständen aus den Sedimentoberflächen des Arabischen Meeres, die innerhalb der Sauerstoffminimumzone entnommen wurden, dominieren die protoperidinoiden Zysten die Vergesellschaftungen mit bis zu 80 % relativer Häufigkeit (s. Abb. 12). Dabei ist eine kontinuierliche Zunahme der Häufigkeit dieser Zystengruppe vom Schelf bis zur unteren Begrenzung der SMZ zu verzeichnen. Im Bereich der Tiefsee, der an die Zone der rezent nachgewiesenen SMZ anschließt, reduziert sich die Häufigkeit z.T. drastisch und steigt mit zunehmender Entfernung vom Kontinentalhang wieder langsam an.

Weiterhin zeigen die außerhalb der Sauerstoffminimumzone gefundenen protoperidinoiden Zysten deutlich dünnere Wände (im Durchlichtmikroskop hellbraun bis farblos anstatt dunkelbraun), was auf Oxidation des organischen Materials durch das sauerstoffreichere Tiefen- bzw. Bodenwasser in diesem Bereich zurückgeführt wird. Im Kapitel Methodik (Kap. 3.2) ist darauf hingewiesen worden, dass Oxidation einen entscheidenden Einfluss auf die Erhaltung von organischen Dinoflagellatenzysten hat.

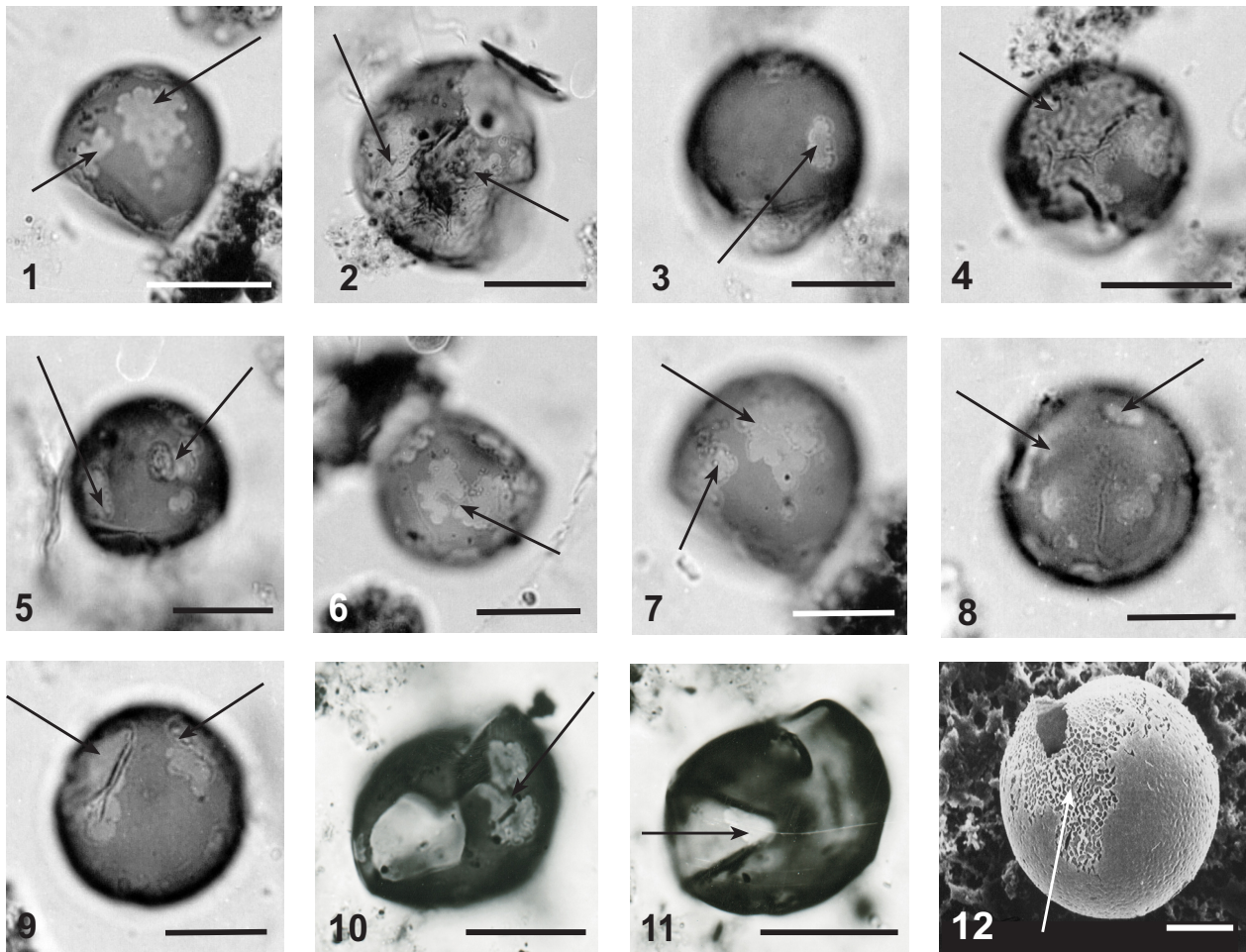


Abb. 11:

Fotografische Abbildungen von organischen Dinoflagellatenzysten des Sammeltaxons *Brigantedinium* spp.

Alle Individuen sind in Oberflächenproben außerhalb der Sauerstoffminimumzone gefunden worden und zeigen deutliche „Lösungs“- und „Fraß“-Spuren (siehe Pfeile). Die Figs. 1-11 dokumentieren die Zerstörung der Zysten durch Tätigkeit von Bakterien; Fig. 12 verdeutlicht die lagenweise Oxidation der Zystenoberfläche unter dem Rasterelektronenmikroskop. (Maßstab = 25 µm)
 1 = SO90-183KG [1], E34-4; 2 = SO90-115KG [2], J31-4; 3 = SO90-1KG [1], J28-2; 4 = SO90-95KG [3], P35-2; 5 = SO90-99KG [2], Q35; 6 = SO90-99KG [2], J29-2; 7 = SO90-120KG [2], J29-4; 8,9 = SO90-87KG [4], J26-4; 10,11 = SO90-72KG [1], Q29; 12 = SO90-64KG [1652]

Auffällig in den Ergebnissen aus den Sedimentoberflächenproben (Abb. 12) ist die sukzessive, keinesfalls abrupte Veränderung der Häufigkeiten unterhalb der SMZ, die auf Schwankungen in der Lage der permanenten Sauerstoffminimumzone und somit einen eingeschränkten oder reduzierten Einfluss der zuvor beschriebenen Vorgänge schließen lässt.

Tabelle 5 gibt einen Überblick über die Resistenz der Arten gegenüber Oxidation und Zerstörung durch Bakterien. Sie basiert i.W. auf Befunden aus den untersuchten Probenrückständen der Oberflächensedimente und dem Vergleich der Erhaltung in suboxischem, dysoxischem und oxischem Milieu.

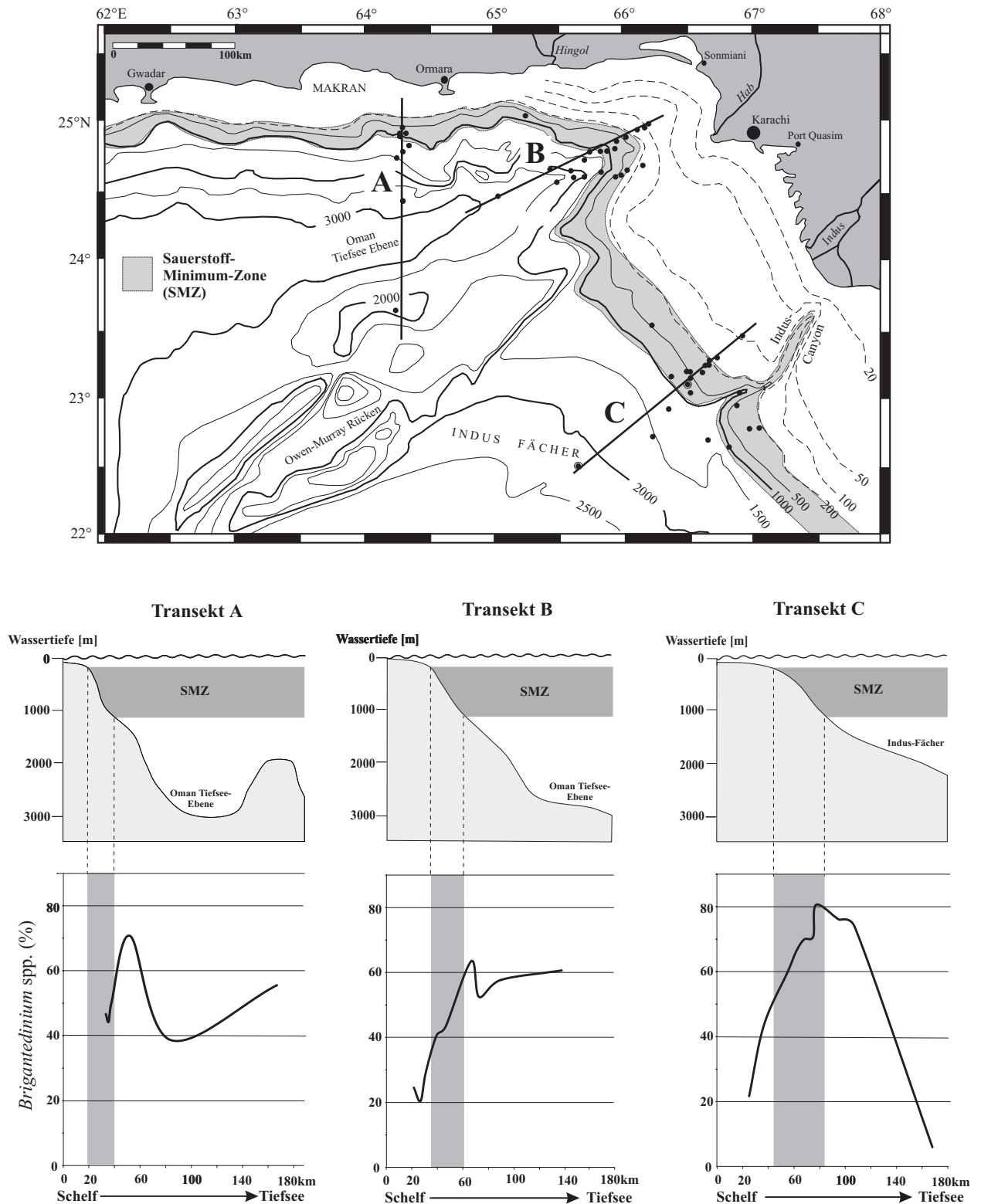


Abb. 12

Relative Häufigkeiten des Sammeltaxons *Brigantedinium* spp. entlang von drei Transekten im nördlichen Arabischen Meer.

Die Positionen der Schnittprofile sind aus der Kartendarstellung zu entnehmen. Grau schraffiert ist die Lage der Sauerstoffminimumzone.

Die Zuordnung zu den einzelnen Kategorien erfolgt nach subjektiven Kriterien:

- Der Kategorie „**sehr empfindlich**“ werden alle Arten zugeordnet, die eine Veränderung in ihrer Häufigkeit aufweisen. Der Nachweis wird u.a. bei den Arten innerhalb der Gattung *Brigantidium* spp. durch die Reduzierung der Häufigkeiten oberhalb oder unterhalb der SMZ (s. Abb. 12) erbracht. Weiterhin sind diese Arten dadurch charakterisiert, dass unterschiedliche Wandstärken (i.e.S. Unterschiede in der Farbgebung in der Lichtmikroskopbetrachtung) festgestellt werden. Bei allen Arten dieser Kategorie sind die als „Bakterienfraß“ bezeichneten Spuren festgestellt worden (Abb. 11, Figs. 1-12).
- Als „**empfindlich**“ werden Arten bezeichnet, die nur geringe Häufigkeitsunterschiede im Übergangsbereich SMZ → unterer Kontinentalhang (SMZ) → Tiefsee zeigen, so dass diese Schwankungen nicht direkt auf den Einfluß von erhöhter Sauerstoffkonzentration im Bodenwasser zurückzuführen sind. Dennoch wurden in dieser Gruppe Exemplare gefunden, deren Wandstärke verdünnt ist und deren Erscheinungsform von der arttypischen Ausbildung abweicht. „Bakterienfraß“ wurde nicht nachgewiesen.
- Als „**wenig empfindlich**“ sind die Arten klassifiziert, bei denen Oxidationsspuren selten sind und deren Veränderung in der Häufigkeit nicht eindeutig auf die zuvor beschriebenen Oxidationsvorgänge zurückgeführt werden können. „Bakterienfraß“ ist nicht nachgewiesen worden.
- In die Kategorie „**unempfindlich**“ werden die Arten gruppiert, bei denen weder Variationen in der Wandstärke als Hinweis der Oxidation noch „Bakterienfraß“ dokumentiert wurden:

Die Auswertung der Zählergebnisse in Kombination mit den visuellen Hinweisen belegen eine deutliche Beeinflussung der Artenzusammensetzung der organischen Dinoflagellatenzysten-Taphozönose durch bakterielle Zersetzung und Lösung bei oxidischen Bodenwasserverhältnissen. Insgesamt zeigen rd. 10-15 % der protoperidinoiden Zysten aus dem Probenmaterial, welches geringfügig unterhalb der SMZ abgelagert wurde, die o.g. Zersetzungs- und Oxidationsmerkmale.

4.1.2 Umlagerung / Transport (präsedimentäre Verdriftung)

Über das Sinkverhalten von Dinoflagellatenzysten ist bislang wenig bekannt. Verschiedene Autoren haben sich zwar schon mit diesem Thema befasst (z.B. Anderson, 1982; Anderson *et al.*, 1985; Smayda, 1970), jedoch betrachten sie Dinoflagellatenzysten in ihren theoretischen Sinkgeschwindigkeitsberechnungen als „Einzelkomponenten“ in Siltkorngröße.

Laboruntersuchungen mit gezüchteten Dinoflagellatenzysten ergaben eine tatsächliche und nach dem Stoke'schen Gesetz errechnete Sinkgeschwindigkeit von rd. 7-11 m / d (Anderson *et al.*, 1985).

Da jedoch ein Großteil des Planktons in Form von Kotpillen oder im Verbund mit anderem, z.T. strukturlosem organischen Material („marine snow“ nach Lampitt *et al.*, 1993) den Meeresgrund erreicht, kann für die Absinkgeschwindigkeit ein höherer Wert als der aus den Laborversuchen berechnete zugrunde gelegt werden.

Für den lateralen Transport während der Sedimentation ist somit nur ein geringer Versatz zwischen Lebensraum und Sedimentoberfläche anzunehmen, der bei der in dieser Arbeit für diese Fragestellung großräumlichen Betrachtung der Veränderungen der Oberflächenwassermassen keine Rolle spielt. Eine stärkere laterale Verdriftung der Zysten ist nur für den Bereich bis zur Wellenbasis (d.h. bis 80 m Wassertiefe) oder durch Trübestrome (Turbidite) zu erwarten.

Eine Umlagerung von Dinoflagellatenzysten durch Trübestrome oder andere Ereignisse lässt sich anhand einer „Anomalie“ im Oberflächenverteilungsmuster sowie bei der durchzuführenden Cluster-

Tab. 5: Bewertung der Anfälligkeit organischer Dinoflagellatenzysten gegenüber Oxidation und Bakterientätigkeit.

(Aufgeführt sind nur die Arten, die in ausreichender Häufigkeit in den meisten Proben enthalten sind)

Einstufung	Organische Dinoflagellaten-Zyste (Taxa)	Beobachtung*
sehr empfindlich	<i>Brigantedinium</i> spp. <i>Brigantedinium cariacense</i> <i>Brigantedinium majusculum</i> <i>Brigantedinium simplex</i> "Echinidinium bispiniformis"	O+, B+ O, B+ O, B+ O, B+ O, B
empfindlich	„Echinidinium aculeatum“ „Echinidinium transparentum“ <i>Nanshadinium</i> spp. <i>Selenopemphix nephroides</i> <i>Trinovantedinium applanatum</i> Zyste von <i>Protoperidinium thorianum</i>	O O O O O O
wenig empfindlich	<i>Echinidinium granulatum</i> <i>Operculodinium</i> spp. <i>Lingulodinium machaerophorum</i> <i>Lejeunecysta</i> spp. Zyste von <i>Pentapharsodinium dalei</i> <i>Pyxidinopsis reticulata</i> <i>Stelladinium reidii</i>	O- O- O- O- O- O- O-
unempfindlich bzw. keine Veränderungen nachgewiesen	<i>Spiniferites mirabilis</i> <i>Spiniferites pachydermus</i> <i>Nematopheropsis labyrinthus</i> <i>Impagidinium</i> spp. <i>Stelladinium robustum</i>	

*Erläuterungen:

O = Oxidationserscheinungen (z.B. Variationen in der Wandstärke)

O+ = häufiges Vorkommen von Oxidationserscheinungen, besonders im Bereich unterhalb der SMZ

O- = Oxidationsspuren selten

B = „Bakterienfraß“ / B+ = häufiges Vorkommen von Zysten mit „Fraßspuren“ (s. Abb. 11)

analyse nachweisen. Die Überprüfung auf lokale Verbreitungsanomalien ergab, dass lediglich eine Oberflächenprobe (SO 90-180KG) möglicherweise eine Turbiditlage repräsentiert und somit ein falsches Signal wiedergibt. Für die hier vorgestellten Ergebnisse wurde diese Probe nicht berücksichtigt.

Lateraler Versatz bzw. das postsedimentäres Verdriften durch Oberflächen- und Tiefenströmungen kann nicht ausgeschlossen werden, jedoch ist aus o.g. Gründen nur ein geringer, bei der Interpretation zu vernachlässigender Versatz zu erwarten.

4.2 Oberflächenproben im nordöstlichen Arabischen Meer (Sonne 90, PAKOMIN)

Für den Bereich des Arabischen Meeres vor Pakistan wurden 53 Oberflächenproben auf ihren Inhalt an organischen Palynomorphen hin untersucht. Zwei weitere Oberflächenproben, entnommen am Top der untersuchten Tiefseekerne vor Oman, werden in dieser Auswertung nicht berücksichtigt, da aufgrund des Kernbohrverfahrens nicht gewährleistet ist, dass die ursprüngliche Oberfläche erhalten bleibt. Die Probe SO 90-180 KG wird bei der Betrachtung der Ergebnisse nicht herangezogen, da die ausgewerteten sedimentologischen, floristisch-faunistischen und statistischen Parameter darauf hinweisen, dass Umlagerung nicht ausgeschlossen werden kann (vgl. Kap. 4.1.1).

In den Oberflächenproben des nördlichen Arabischen Meeres sind insgesamt 63 verschiedene Taxa unterschieden worden, von denen 18 zur Clusteranalyse herangezogen werden (vgl. Kap. 3.6.3). Die Anzahl der Arten in den Oberflächenproben variiert zwischen 11 und 39 eindeutig zu identifizierenden Taxa.

4.2.1 Geographische Verbreitung der Arten und Artengruppen

Die absolute Häufigkeit an organischen Dinoflagellatenzysten in den Oberflächenproben des Arabischen Meeres ist in den offenozeanischen Regionen und im Schelfbereich mit rd. 350 - 2.900 Individuen / g Sediment relativ gering. Im Bereich der Sauerstoffminimumzone am Kontinentalhang sind mit rd. 18.000 Individuen / g Sediment fünf- bis siebenfach höhere Werte dokumentiert (Abb. 13). Das Verbreitungsmuster der organischen Dinoflagellatenzysten in den Oberflächensedimenten im nördlichen Arabischen Meer ist deutlich mit der maximalen Häufigkeit und der Verbreitung laminiierter, nicht bioturbater Sedimente korreliert. Weiterhin ist auffällig, dass im Bereich vor der Indusmündung und des Induscanyons reduzierte Häufigkeiten festgestellt werden, was wahrscheinlich auf Verdünnung durch terrigenen Detritus zurückzuführen ist.

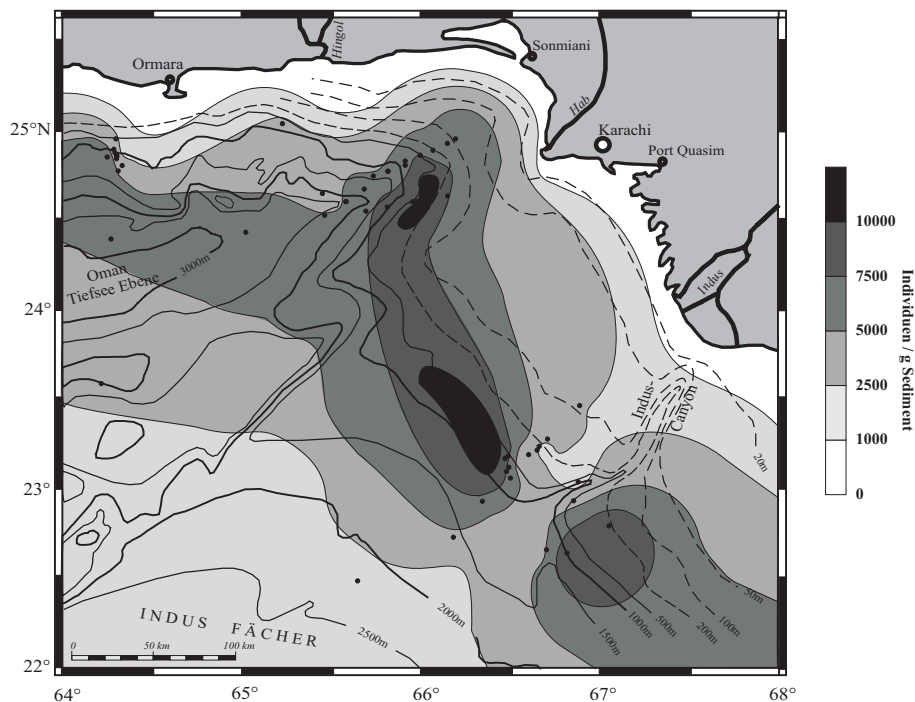


Abb. 13:

Absolute Individuenkonzentrationen / g Sediment der organischen Dinoflagellatenzysten im nordöstlichen Arbeitsgebiet vor Pakistan. Die Lage des Untersuchungsgebietes sowie die Bezeichnung der Probenlokationen (hier als schwarze Punkte dargestellt) sind Abb. 7 zu entnehmen.

Die Dinoflagellatenassoziationen werden dominiert von Arten der Gattung *Brigantedinium* spp., deren relative Häufigkeit in den Bereichen, in denen die Sauerstoffminimumzone an den Kontinentalhang trifft, z.T. mehr als 80% beträgt. Außerhalb dieser Zone variiert die Häufigkeit zwischen 30 und 50 %.

Die Untersuchung der Diversität zeigt für den Bereich innerhalb des Ablagerungsgebietes laminiertes Sedimente eine verringerte Anzahl von Arten; sie ist in Abb. 14 entlang von drei Transekten vom Schelf bis in die Tiefsee dargestellt. Ein gleichartiges Verhalten zeigt der Kurvenverlauf der Äquitabilität und des Shannon-Index. Gegenläufig hierzu steigt die Anzahl der Individuen pro Gramm Sediment (s.o.).

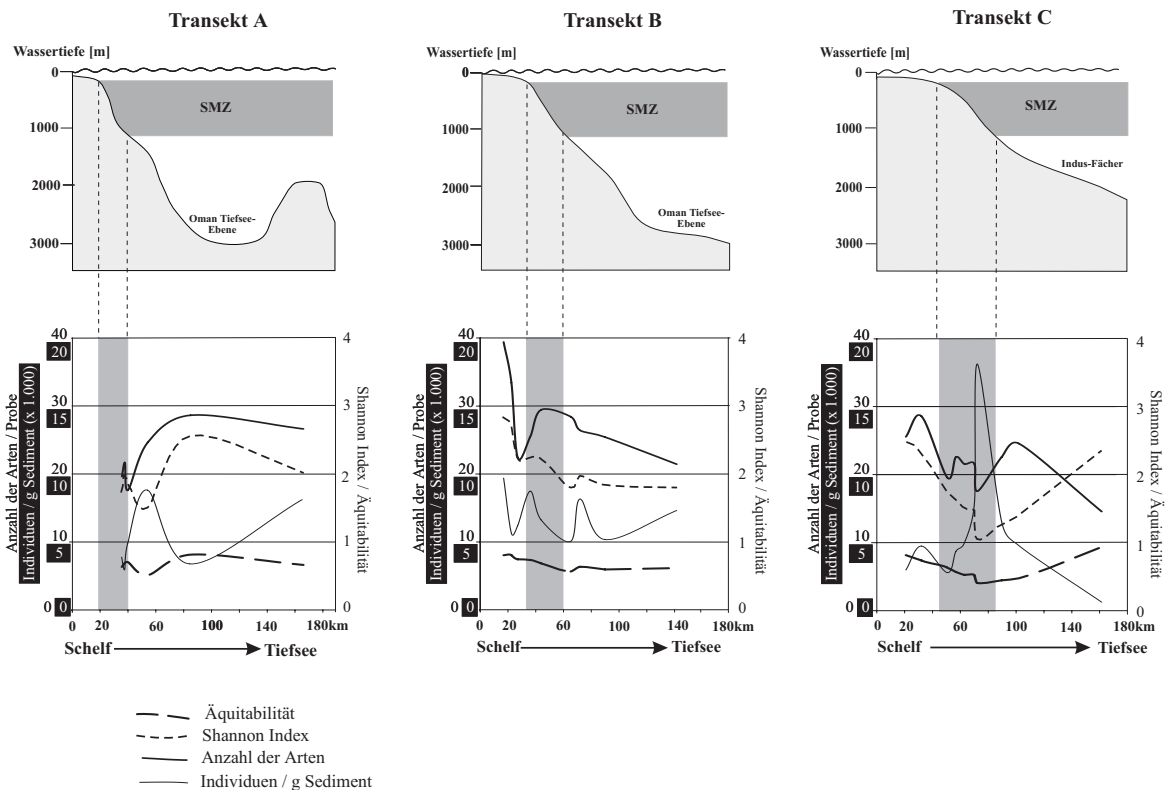


Abb. 14:

Darstellung der Diversitätsparameter Shannon-Index, Äquitabilität und Artenzahl sowie der absoluten Häufigkeiten entlang dreier Transekte im nördlichen Arabischen Meer. Die Positionen der Profilschnitte sind Abb. 12 zu entnehmen. Grau schraffiert ist die Lage der Sauerstoffminimumzone.

Der aus der Auswertung der Oberflächenproben gewonnene Datensatz wurde einer Korrespondenzanalyse (DCA, vgl. Kap. 3.6.4) unterzogen (Abb. 15).

In der dargestellten DCA (Abb. 15) repräsentiert die erste Achse einen (unbekannten) Parameter, der zu 71 % die im Datensatz gefundenen Variationen widerspiegelt. Die zweite Achse reflektiert 34 % eines weiteren, unterschiedlichen Parameters. Die höher indizierten Achsen werden aufgrund ihrer geringen Übereinstimmung (< 10%) nicht berücksichtigt. Die Proben aus vergleichbaren geographischen Gebieten wurden mit dem gleichen Symbol versehen.

Aus Abb. 15 geht hervor, dass die Proben aus ähnlichen geographisch-ozeanographischen Gebieten vergleichsweise dicht aneinander liegen - also durch einen sehr ähnlichen Datensatz (Fossilinhalt) charakterisiert sind. Dieses gilt vor allem für die Proben aus der Tiefsee und vom Schelf.

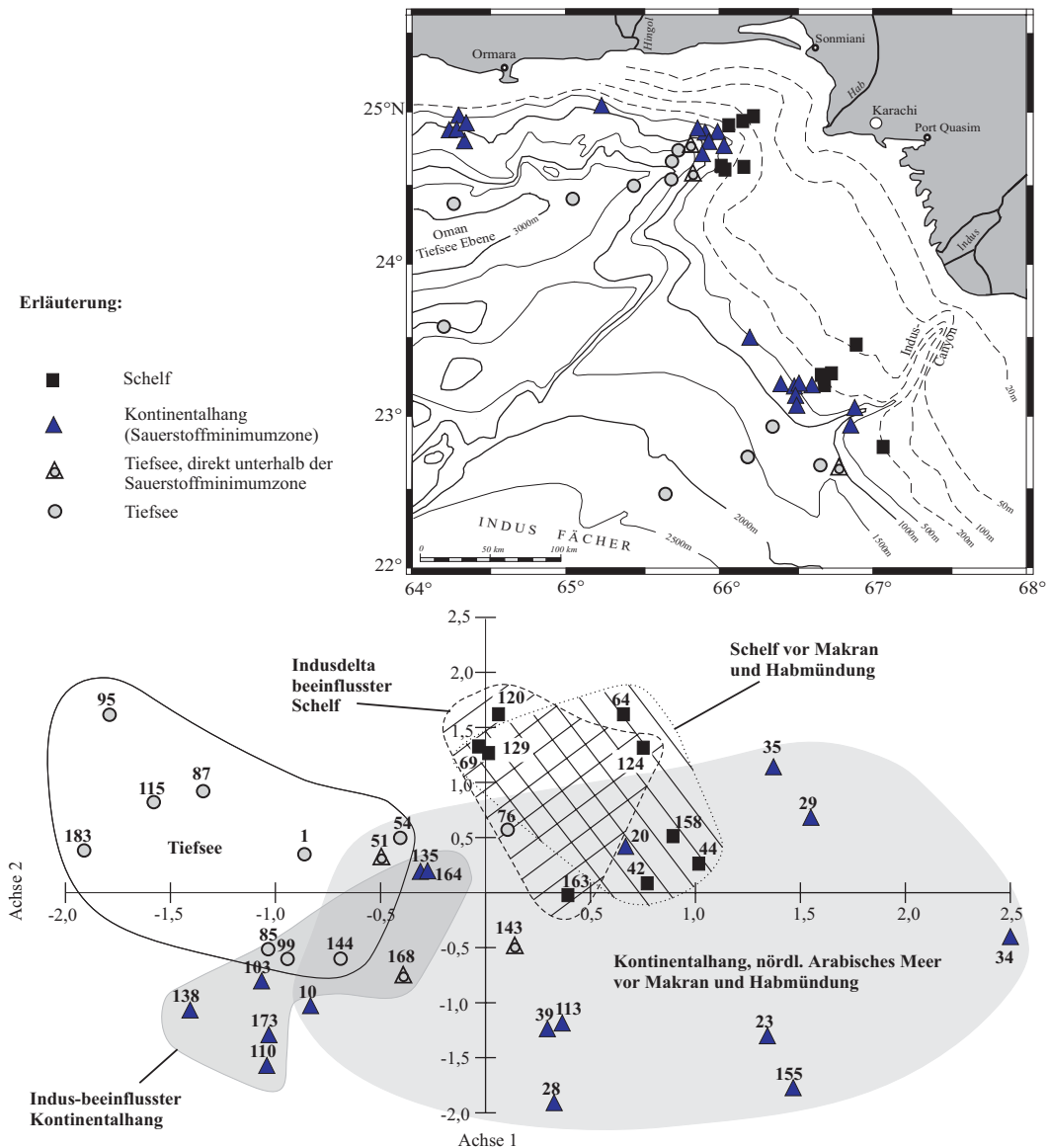


Abb. 15:
Korrespondenzanalyse (DCA) der untersuchten Datensätze aus den Proben der Oberflächensedimente aus dem nordöstlichen Arabischen Meer.

Die Werte der x- und y-Achse geben die Standardabweichung an. Probenlokationen mit ähnlicher geographischer Verbreitung wurden mit demselben Symbol versehen (s. Erläuterung).

Für die Proben vom Kontinentalhang (Proben laminiertes, nicht bioturbierter Sedimente) ergibt sich eine breitere Streuung. Aber auch hier lässt sich, wie bei den Schelfproben des nördlichen Arabischen Meeres, der vom Induseintrag beeinflusste Bereich von den Gebieten vor Makran und vor der Hab-Mündung abgrenzen.

Auch das Ergebnis der Clusteranalyse (Abb. 16) zeigt eine Gruppierung in nachfolgende Kategorien und unterstützt die Korrespondenzanalyse:

1. Beckenzentrum, 2. Kontinentalhang und Beckenzentrum, 3. Kontinentalhang (mit einer hohen Übereinstimmung der Verbreitung auf den Bereich, der rezent durch bodennahe dysoxische Verhältnisse gekennzeichnet ist), 4. Kontinentalhang und Schelfbereich.

Cluster Analyse - Oberflächenproben

Methode: "Centroid-linkage"
 Distanzmaß: Pearson's Korrelationskoeffizient
 Datentransformation: logarithmisch (logratio)

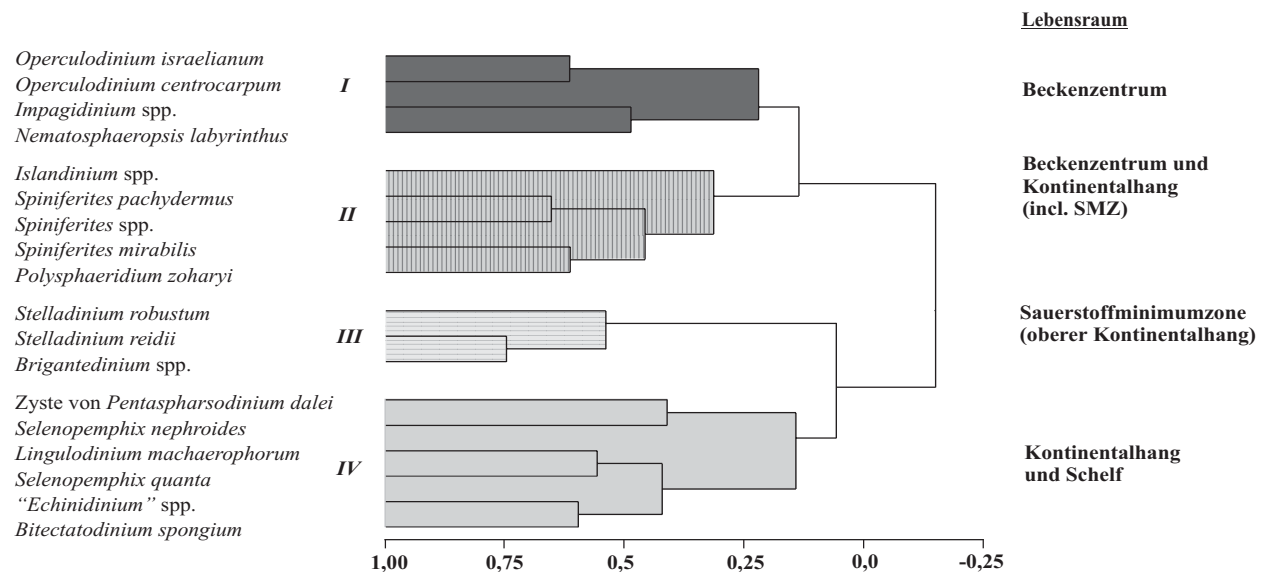


Abb. 16:

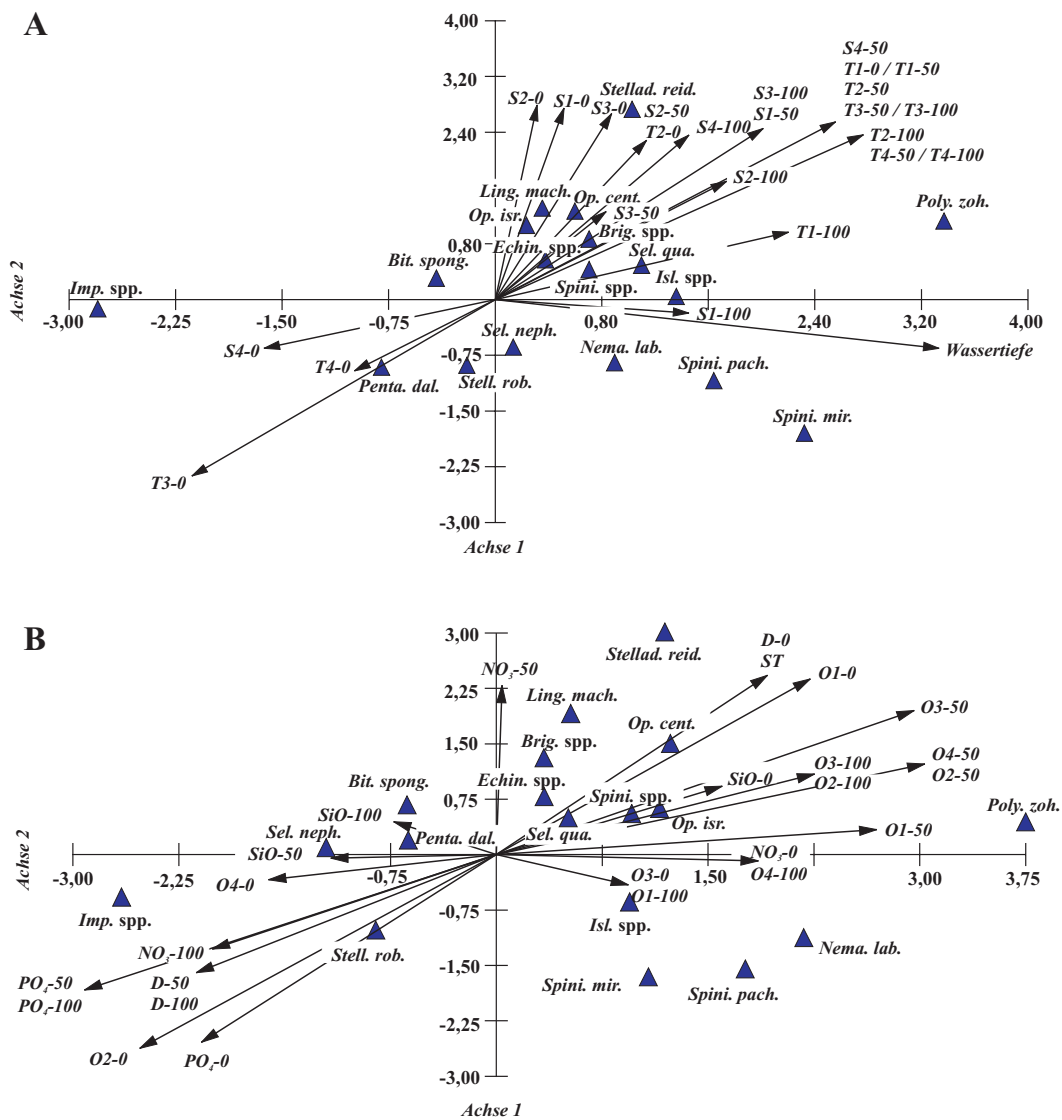
Clusteranalyse des reduzierten Datensatzes aus den Oberflächenproben des nordöstlichen Arabischen Meeres. (Bemerkungen zur Reduzierung des Datensatzes sind in Kap. 3.6.3 aufgeführt).

In die Clusteranalyse wurden die häufigsten 18 organischen Dinoflagellatenzysten einbezogen (vgl. Kap. 3.6.3). Die ausgewählten Arten erreichen in mindestens einer Probe 5 % und sind in mindestens der Hälfte aller untersuchten Proben enthalten.

Die Korrespondenzanalyse (DCA) hat ergeben, dass ein Großteil der Variationen innerhalb der Artengemeinschaften der organischen Dinoflagellatenzysten mit der Entfernung des Ablagerungsraumes zur Küste und den damit verbundenen Parametern wie Temperatur, Salinität, Nährstoffangebot, Turbulenz, Trübstofffracht, etc. korreliert. In einem nächsten Schritt wird der reduzierte Datensatz (s. Clusteranalyse) einer kanonischen Korrespondenzanalyse (CCA) unterzogen, um die Artenverbreitung und -häufigkeit auf ihre Abhängigkeit von zuvor genannten Wassermassenparametern zu testen. Das Ergebnis dieser statistischen Berechnung ist in Abb. 17 und Tab. 6 dargestellt.

Die Analyse belegt, dass 92,6 % der gesamten Fluktuationen der Taxa im untersuchten Datensatz durch Unterschiede in einzelnen ozeanographischen Parametern zu erklären sind. Zur besseren Übersichtlichkeit werden die in die Korrespondenzanalyse einbezogenen ozeanographischen Parameter in zwei Abbildungen unterteilt (Abb. 17A/17B), in denen die Arten / Taxa als Dreiecke gekennzeichnet sind. Der Abstand vom Ursprung ist – genau wie die Länge des Pfeiles bei den ozeanographischen Parametern – in direktem Zusammenhang mit der Aussagekraft der Variablen zu bewerten, wobei ein größerer Abstand mit einer höheren Aussagekraft korreliert. Dementsprechend werden die ozeanographischen Parameter sowie die Taxa, deren Distanzen vom Ursprung 0,75 Skaleneinheiten unterschreiten, als nicht aussagekräftig charakterisiert und für die weitere Interpretation nicht berücksichtigt.

Der Einfluss von einzelnen ozeanischen Parametern auf die Verbreitung / Verteilung der organischen Dinoflagellatenzysten ist detailliert in Tabelle 6 dargestellt.



Abkürzungen:

Ozeanographische Parameter:

A:

T1-0, T1-50, T1-100 = Temperatur 1. Saison (Dez.-Mrz.): Oberfläche, 50m, 100mWassertiefe
 T2-0, T2-50, T2-100 = Temperatur 2. Saison (Apr.-Mai): Oberfläche, 50m, 100m Wassertiefe
 T3-0, T3-50, T3-100 = Temperatur 3. Saison (Juni-Sept.): Oberfläche, 50m, 100m Wassertiefe
 T4-0, T4-50, T4-100 = Temperatur 4. Saison (Okt.-Nov.): Oberfläche, 50m, 100m Wassertiefe
 S1-0, S1-50, S1-100 = Salinität 1. Saison (Dez.-Mrz.): Oberfläche, 50m, 100mWassertiefe
 S2-0, S2-50, S2-100 = Salinität 2. Saison (Apr.-Mai): Oberfläche, 50m, 100m Wassertiefe
 S3-0, S3-50, S3-100 = Salinität 3. Saison (Juni-Sept.): Oberfläche, 50m, 100m Wassertiefe
 S4-0, S4-50, S4-100 = Salinität 4. Saison (Okt.-Nov.): Oberfläche, 50m, 100m Wassertiefe

B:

O1-0, O1-50, O1-100 = Sauerstoffgehalt 1. Saison (Dez.-Mrz.): Oberfläche, 50m, 100mWassertiefe
 O2-0, O2-50, O2-100 = Sauerstoffgehalt 2. Saison (Apr.-Mai): Oberfläche, 50m, 100m Wassertiefe
 O3-0, O3-50, O3-100 = Sauerstoffgehalt 3. Saison (Juni-Sept.): Oberfläche, 50m, 100m Wassertiefe
 O4-0, O4-50, O4-100 = Sauerstoffgehalt 4. Saison (Okt.-Nov.): Oberfläche, 50m, 100m Wassertiefe
 D-0, D-50, D-100 = Dichte des Wassers (Jahresmittel): Oberfläche, 50m, 100m Wassertiefe
 SiO-0, SiO-50, SiO-100 = Silikatgehalt im Wasser (Jahresmittel): Oberfläche, 50m, 100m Wassertiefe
 NO₃-0, NO₃-50, NO₃-100 = Nitratgehalt (Jahresmittel): Oberfläche, 50m, 100m Wassertiefe
 PO₄-0, PO₄-50, PO₄-100 = Phosphatgehalt (Jahresmittel): Oberfläche, 50m, 100m Wassertiefe
 ST = Stratifizierungsindex der Wasserschichten (Jahresmittel): Oberfläche, 50m, 100m Wassertiefe

Code der Dinoflagellatenzysten in A, B:

Brig. spp. = *Brigantedinium* spp.
 Bit. spong. = *Bitectatodinium spongium*
 Sel. qua. = *Selenopemphix quanta*
 Echin. spp. = "Echinidinium spp."
 Penta. dal. = Zyste von *Pentapharsodinium dalei*
 Ling. mach. = *Lingulodinium machaerophorum*
 Spini. pach. = *Spiniferites pachydermus*
 Spini. mir. = *Spiniferites mirabilis*
 Spini. spp. = *Spiniferites* spp.
 Imp. spp. = *Impagidinium* spp.
 Nema. lab. = *Nematosphaeropsis labyrinthus*
 Op. cent. = *Operculodinium centrocarpum* sensu WALL & DALE 1966
 Op. isr. = *Operculodinium israelianum*
 Isl. spp. = *Islandinium* spp.
 Poly. zoh. = *Polysphaeridium zoharyi*
 Sel. neph. = *Selenopemphix nephroides*
 Stellad. reid. = *Stelladinium reidii*
 Stell. rob. = *Stelladinium robustum*

Abb. 17:

Kanonische Korrespondenzanalyse (CCA) der Verteilung der absoluten Häufigkeiten von organischen Dinoflagellatenzysten (reduzierter Datensatz) aus Oberflächensedimenten des nordöstlichen Arabischen Meeres. Weitere Bemerkungen und Hinweise auf die verwendeten Abkürzungen sind der Legende zu entnehmen.

Tab. 6: Korrelation der Verbreitung der organischen Dinoflagellatenzysten aus den Oberflächenproben des Arabischen Meeres vor Pakistan mit bekannten ozeanographischen Parametern, abgeleitet vom Diagramm der CCA (Abb. 17). Abkürzungen sind in Abb. 17 erläutert.

	<i>Brig. spp.</i>	<i>Bit. spong.</i>	<i>Sel. qua.</i>	<i>Echin. spp.</i>	<i>Penta. dal.</i>	<i>Ling. mach.</i>	<i>Spini. pach.</i>	<i>Spini. mir.</i>	<i>Spini. spp.</i>	<i>Imp. spp.</i>	<i>Nema. lab.</i>	<i>Op. cent.</i>	<i>Op. isr.</i>	<i>Ist. spp.</i>	<i>Poly. zoh.</i>	<i>Sel. neph.</i>	<i>Stellad. reid.</i>	<i>Stell. rob.</i>
T1-0	+	.	+	+	-	.	.	.	+	.	.	+	.	.	+	.	.	.
T2-0	+	.	.	.	-	+	+	+	.	.	.	++	-
T3-0	-	.	-	.	++	.	.	.	-	-	-	.	-	+
T4-0	—	.	-	.	++	.	.	.	-	+	.	.	.	-	-	.	-	+
T1-50	+	.	+	+	-	.	.	.	+	.	.	+	.	.	+	.	.	.
T2-50	+	.	+	+	-	.	.	.	+	.	.	+	.	.	+	.	.	.
T3-50	+	.	+	+	-	.	.	.	+	.	.	+	.	.	+	.	.	.
T4-50	+	.	+	.	-	.	.	.	+	.	.	+	.	+	+	.	.	.
T1-100	+	.	++	.	-	.	+	+	+	-	+	.	.	.	++	.	.	.
T2-100	+	.	+	.	-	.	.	.	+	.	.	+	.	+	+	.	.	.
T3-100	+	.	+	+	-	.	.	.	+	.	.	+	.	+	+	.	.	.
T4-100	+	.	+	.	-	.	.	.	+	.	.	+	.	+	+	.	.	.
S1-0	+	+	+	.	.	-	+	-
S2-0	+	+	+	.	.	-	+	-
S3-0	+	+	+	+	.	.	-	++	-
S4-0	-	.	—	.	+	.	.	.	-	+	.	.	.	-	—	.	.	.
S1-50	+	.	+	+	-	+	.	.	+	.	+	.
S2-50	+	+	+	+	.	.	.	++	-
S3-50	++	.	+	+	+	.	.	++	.	.	+	.	+	.
S4-50	+	.	+	+	+	.	.	+	.	.	+	.	.	.
S1-100	.	-	+	.	.	.	+	+	+	—	+	.	.	++	+	.	.	.
S2-100	+	.	+	+	+	.	.	+	.	+	+	.	.	.
S3-100	+	.	+	+	-	+	.	.	+	.	+	.
S4-100	++	.	.	.	-	+	+	.
O1-0	+	+	.	.	+	-	.	+	+	.	+	.	+	-
O2-0	-	-	+	.	-	-	.	-	.	-	+
O3-0	-	—	.	.	—	.	+	+	.	.	++	.	.	++	+	—	.	.
O4-0	+	.	.	.	-	+	.	.	-	.	-	+	.	.
O1-50	+	-	.	+	+	.	++	-	.	.
O2-50	+	-	.	+	+	.	+	-	.	.
O3-50	+	+	-	.	+	+	.	+	.	.	-
O4-50	+	-	.	+	+	.	+	-	.	.
O1-100	-	—	.	.	—	.	+	+	.	.	++	.	.	++	+	—	.	.
O2-100	+	-	.	+	+	.	+	-	.	-
O3-100	+	-	.	+	+	.	+	-	.	-
O4-100	.	—	+	+	.	.	+	.	.	+	+	—	.	.
D-0	+	+	+	+	—
D-50	-	-	+	.	-	-	.	-	+	-	+
D-100	-	-	+	.	-	-	.	-	+	-	+
SiO-0	+	-	.	+	+	-
SiO-50	.	+	.	.	+	+	+	.	.
SiO-100	-	++	.	.	+	.	-	-	.	.	-	.	.	-	-	+	.	.
NO ₃ -0	.	-	-	+	—	.	.
NO ₃ -50	+	+	+	.
NO ₃ -100	-	-	+	.	-	-	.	-	+	-	+
PO ₄ -0	-	-	.	.	-	+	.	-	-	.	-	.	—	++
PO ₄ -50	-	-	+	.	-	-	.	-	+	-	+
PO ₄ -100	-	-	+	.	-	-	.	-	+	-	+
ST	+	+	+	+	—
Wassertiefe	.	-	+	.	.	.	+	+	+	—	+	.	+	+	+	.	.	.

Die Auswertung der graphischen Darstellung der Korrespondenzanalyse erfolgt in 5 Kategorien:

① ++ = starke positive Korrelation, ② + = positive Korrelation, ③ . = keinerlei Korrelation erkennbar bzw. neutrales Verhalten gegenüber entsprechendem Parameter, ④ - = negative Korrelation, ⑤ — = starke negative Korrelation.

Für die einzelnen Zystenarten sind folgende Wechselbeziehungen ermittelt worden:

Brigantedinium spp. zeigt über das ganze Jahr hinweg eine Affinität zu Temperatur- und Salinitätsverhältnissen in 50 und 100 m Wassertiefe. Die Bevorzugung der Temperatur- und Salinitätsverhältnissen in diesen Tiefen steht jedoch nicht im Zusammenhang mit der daraus resultierenden Dichte (negative Korrelation zur Dichte in 50 und 100 m Tiefe). Eine ähnliche Präferenz der Temperatur- und Salinitätsverhältnisse in derselben Tiefe (50 und 100 m) zeigen die Zysten der Art *Selenopemphix quanta* und die Arten innerhalb der Gattung „*Echinidinium*“.

Bitectatodinium spongium weist eine Vorliebe zu erhöhten SiO_2 -Gehalten in den Tiefen von 50 und 100 m auf. Niedrige Sauerstoffgehalte, wie sie z.B. in einer Wassertiefe von 100 m nachgewiesen sind, werden nicht bevorzugt (negative Übereinstimmung).

Pentapharsodinium dalei scheint in der Verbreitung an ein sehr enges Temperaturintervall gebunden zu sein. Während des Sommermonsuns und während der Intermonsunphase im Oktober/November bevorzugt diese Art die Bereiche mit höheren Oberflächenwassertemperaturen um 28°C . Auch die Salinität und der Sauerstoffgehalt in den Oberflächenwassermassen während derselben Intermonsunphase beeinflusst die Häufigkeit der Art positiv. Zu den übrigen Temperaturen in tieferen Wasserschichten (50 und 100 m) reagiert die Art mit negativer Korrelation.

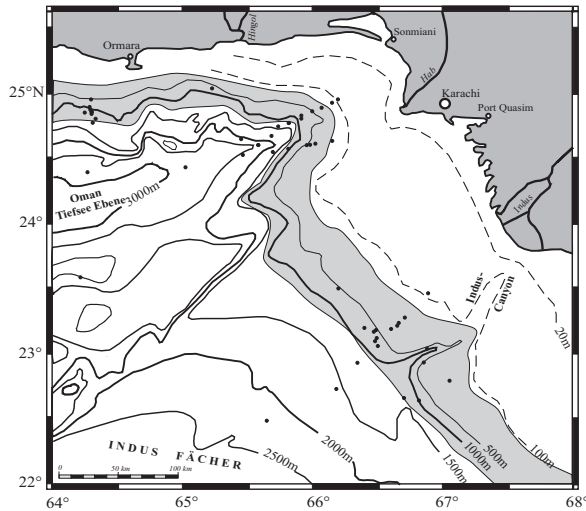
Die Häufigkeit der Art *Lingulodinium machaerophorum* korreliert positiv mit den erhöhten Salinitätsgehalten der Oberflächenwassermassen vor Makran während der Monsunphasen wie auch während des Intermonsuns in den Monaten April/Mai.

Spiniferites mirabilis und *Spiniferites pachydermus*, sowie *Nematosphaeropsis labyrinthus* und die Arten der Gattung *Islandinium* bevorzugen die ozeanographischen Bedingungen in einer Wassertiefe von 100 m während des Wintermonsuns. Dabei zeigen alle genannten Arten auch eine negative Korrelation zu den erhöhten SiO_2 -Gehalten in derselben Wassertiefe, wodurch eine geringe Toleranz in Bezug auf klastischen Detritus belegt wird. Sie treten somit bevorzugt in deltaferneren Wassermassen auf und sind nur in geringen Häufigkeiten auf dem Schelf und im Bereich der Indusmündung nachgewiesen.

Die übrigen Arten innerhalb der Gattung *Spiniferites* spiegeln ebenfalls eine Affinität zu den ozeanographischen Faktoren in den tieferen Wasserschichten wider. Das Taxon weist über das ganze Jahr eine positive Korrelation zu Temperatur, Salinität und Sauerstoffgehalt in den Tiefenbereichen 50 und 100 m auf. Eine weitere Gruppe mit ähnlichen ökologisch-ozeanographischen Ansprüchen setzt sich aus den Arten innerhalb der Gattung *Impagidinium* sowie den Arten *Selenopemphix nephroides* und *Stelladinium robustum* zusammen. Diese Arten bevorzugen die für die tieferen Oberflächenwassermassen in 50 und 100 m charakteristischen Dichten und Phosphatgehalte. Darüber hinaus besteht eine negative Beziehung zwischen der Häufigkeit dieser Arten und den niedrigeren Sauerstoffgehalten in 50 und 100 m Wassertiefe sowie mit Bereichen erhöhter Salinität in den Oberflächenwassermassen.

Operculodinium centrocarpum und *Polysphaeridium zoharyi* favorisieren geringere Temperatur-, Salinitäts- und Sauerstoffverhältnisse, v.a. in den Tiefenbereichen von 50 und 100 m. Sie zeigen aber auch in allen untersuchten oberflächennahen Wassermassen eine Abneigung gegenüber den Phosphatgehalten und eine Abneigung gegenüber erhöhten Stickstoffgehalten in 100 m Wassertiefe. Dieselben Affinitäten zeigen auch die Arten *Operculodinium israelianum* und *Stelladinium reidii*. Ein Unterschied besteht jedoch darin, dass die beiden letztgenannten Arten keine Korrelation mit jahreszeitlichen Temperaturschwankungen aufweisen.

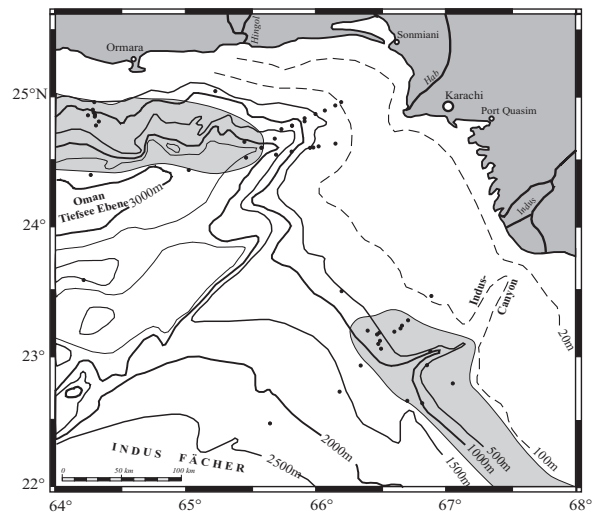
A) Häufigkeitsmaximum im Bereich der Sauerstoffminimumzone



Bitectatodinium spongium (*)
Brigantedinium spp.
 "Echinidinium" spp.
Islandinium spp. (*)
Operculodinium sp. 1 (*)
Polysphaeridium zoharyi
Selenopemphix nephroides (*)
Spiniferites pachydermus (*)
Stelladinium reidii (*)
Stelladinium robustum (*)

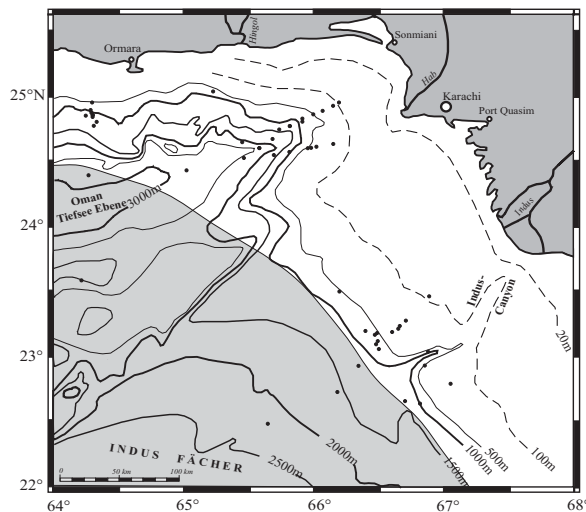
(*) = reduziertes Vorkommen im Bereich der Indusmündung

B) Wahrscheinliches Häufigkeitsmaximum auf SMZ beschränkt (Art im zentralen Arbeitsgebiet nicht nachgewiesen)



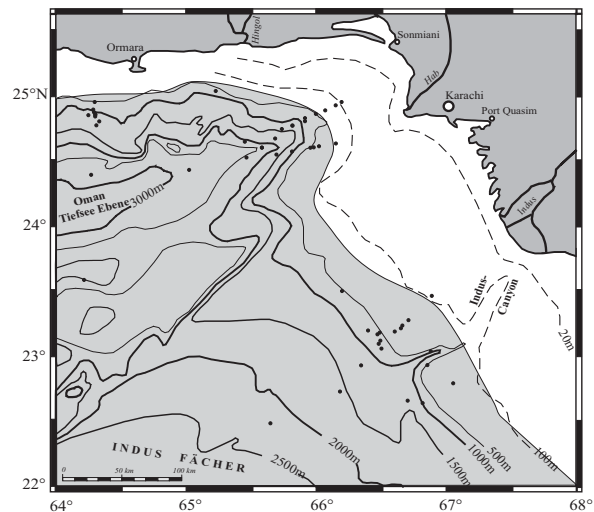
"Echinidinium delicatum"
Lejeunecysta spp.
Selenopemphix quanta

C) Verbreitungsmaximum im zentralen Arabischen Meer



Nematosphaeropsis labyrinthus
Impagidinium sphaericum
Impagidinium striatum
Operculodinium centrocarpum

D) Auftreten in der Sauerstoffminimumzone und im Beckenzentrum

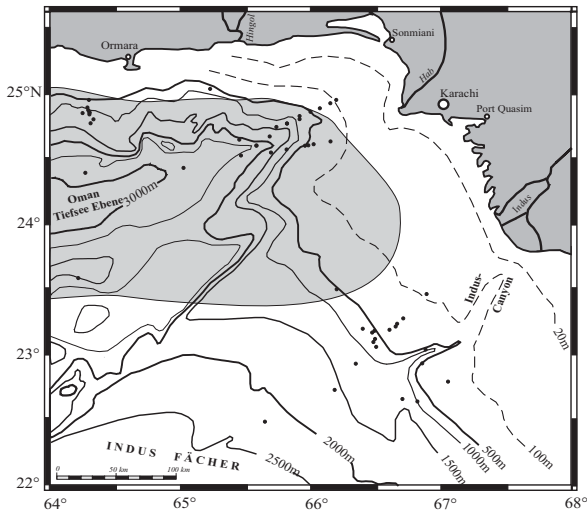


Operculodinium israelianum
Spiniferites bulloides
Spiniferites ramosus
Spiniferites spp.

Abb. 18A-H:

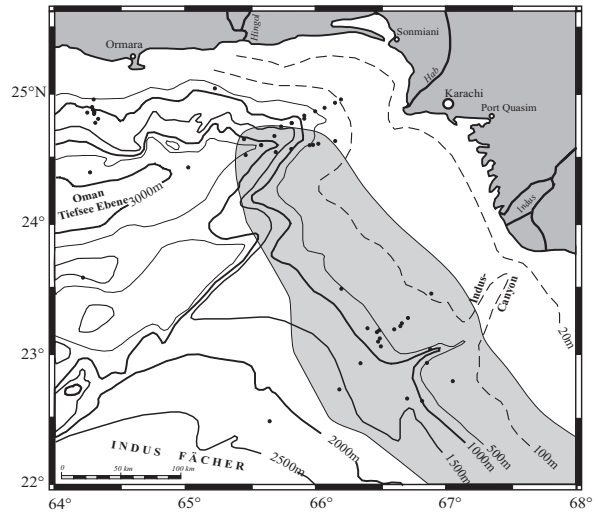
Generalisierte Modelle der Verbreitung der in den Oberflächensedimenten des nordöstlichen Arabischen Meeres gefundenen organischen Dinoflagellatenzysten. Weitere Erläuterungen in Tab. 7

E) Vorkommen nur im nord-westlichen Untersuchungsgebiet nachgewiesen



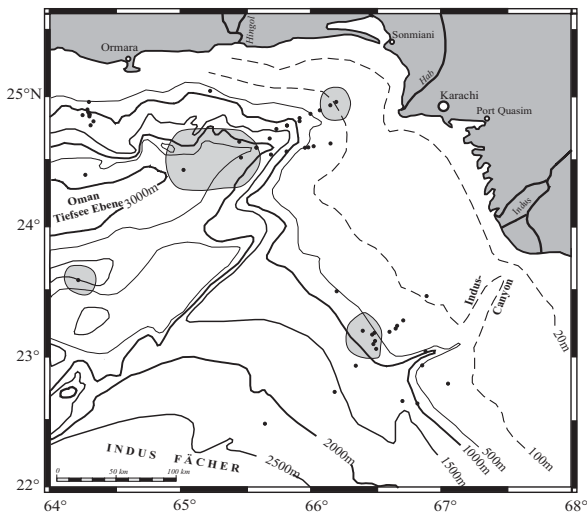
“Echinidinium aculeatum”
“Echinidinium transparentum”
Lejeunecysta sabrina
Lingulodinium machaerophorum

F) Verbreitung nur im (süd)östlichen Untersuchungsgebiet nachgewiesen



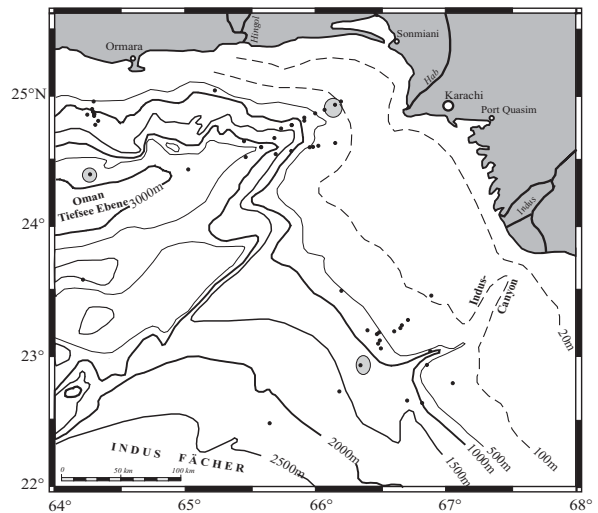
Brigantedinium majusculum
“Echinidinium spp. 1 (“longispina”)
 Zyste von *Protopteridinium americanum*
Pyxidinosopsis reticulata

G) Fleckenhafte Verbreitung, ohne deutlich erkennbares Muster



Brigantedinium cariacense
“Echinidinium capitatum”
Lejeunecysta oliva
Impagidinium patulum
Impagidinium spp.
Operculodinium centrocarpum short
Operculodinium janduchenii
 Zyste von *Pentasparsodinium dalei*
Quinquecuspis concreta
Spiniferites membranaceus
Spiniferites mirabilis

H) Punktueller Auftreten, ohne deutlich erkennbares Muster



Brigantedinium simplex
Dubridinium caperatum
Dissodium parvum
Echinidinium granulatum
“Echinidinium bispiniformis”
Impagidinium aculeatum
Impagidinium paradoxum
 Zyste von *Polykrikos kofoidii*
 Zyste von *Polykrikos schwarzii*
 Zyste von *Protopteridinium thorianum*
Spiniferites bentorii
Stelladinium spp.
Trinovantedinium applanatum
Votadinium calvum
Votadinium spinosum
Xandarodinium xanthum

Abb. 18A-H:

Fortsetzung von S. 47. Weitere Erläuterungen in Tab. 7

Tab. 7: Beschreibung der charakteristischen Merkmale zur Gruppeneinteilung der in den Sedimenten des nordöstlichen Arabischen Meeres gefundenen organischen Dinoflagellatenzysten.

Bezeichnung		Merkmale / Bemerkungen
A)	Häufigkeitsmaxima im Bereich der Sauerstoffminimumzone (SMZ)	Die Arten dieser Gruppe weisen in ihrer Verbreitung eine hohe Übereinstimmung mit dem Sedimentationsraum auf, der rezent durch bodennahe, dysoxische Verhältnisse charakterisiert ist.
B)	Beschränkung auf SMZ fraglich, jedoch im zentralen Arbeitsgebiet nicht nachgewiesen	Wahrscheinlich auch eine für die SMZ charakteristische Gruppe, die sich aber durch eine bimodale Verbreitung auszeichnet, wobei die Arten zwischen den Einflussbereichen des Hab und Indus nicht nachgewiesen wurden.
C)	Verbreitung im zentralen Arabischen Meer	Dieser Gruppe werden die Arten zugeordnet, die ihre Häufigkeitsmaxima im offenozeanischen Milieu aufweisen.
D)	Auftreten in der Sauerstoffminimumzone und im Beckenzentrum	Hier zugeordnete Arten zeichnen sich durch eine vom Kontinentalhang auf die offenozeanischen Gebiete übergreifende Verbreitung aus, jedoch ohne eindeutige Häufigkeitsmaxima.
E)	Verbreitung nur im nordwestlichen Untersuchungsgebiet nachgewiesen	Taxa dieser Gruppe werden nur im westlichen Gebiets- teil entlang des Kontinentalhangs gefunden. Einige Taxa dokumentieren auch eine Abnahme der Individuenhäufigkeit von West nach Ost.
F)	Verbreitung nur im (süd)östlichen Untersuchungsgebiet nachgewiesen	Taxa dieser Gruppe werden nur im (süd)östlichen Gebiets- teil entlang des Kontinentalhangs gefunden. Einige Taxa dokumentieren auch eine Abnahme der Individuenhäufigkeit von Ost nach West.
G)	Fleckenhafte Verbreitung	Arten dieser Gruppe zeigen ein fleckenhaftes Auftreten mit Häufigkeitsmaxima im Bereich der SMZ – ein eindeutiger Zusammenhang mit ozeanisch-ökologischen Faktoren ist nicht nachzuweisen.
H)	Punktuelles Auftreten	Dieser Gruppe werden alle Arten zugeordnet, die nur in einer oder wenigen Proben mit geringen Häufigkeiten auftreten. Ein Zusammenhang mit ozeanisch-ökologischen Faktoren ist nicht nachzuweisen.

Die Wassermassenabhängigkeit ist visuell deutlicher in den acht Modellen der geographischen Häufigkeits- und Verbreitungsmustern der organischen Dinoflagellatenzysten dargestellt (Abb. 18a-h). Eine Beschreibung der für die Einteilung zugrundeliegenden Merkmale sind in Tab. 7 zusammengefasst. Verbreitungskarten nahezu aller in den Oberflächenproben gefundenen und unterschiedenen Taxa sind in Kap. V (Abb. 33 - 88) abgebildet.

Die neben den organischen Dinoflagellatenzysten erfassten Palynomorphen wurden nur als Gruppen klassifiziert und treten in allen Proben in unterschiedlicher Gewichtung auf. Ihre Verbreitungsmuster im Arabischen Meer sind in Abb. 19 dargestellt.

Häufigste Gruppe sind die Foraminiferen-Häutchen mit Individuenzahlen zwischen 1.000 und > 25.000 Individuen / g Sediment. Die maximale Individuenzahl für die Gruppen Tintinnida und Copepoda variiert zwischen 1.000 und > 10.000 / g Sediment.

Die Verbreitungskarten zeigen deutlich, dass die dargestellten Gruppen in ihrem Vorkommen und ihrer Häufigkeit erhaltungskontrolliert und von der Lage der Sauerstoffminimumzone beeinflusst sind. Die Gruppe der Tintinnida zeigt die am stärksten ausgeprägte Erhaltungsabhängigkeit und scheint überwiegend auf den Bereich der Sauerstoffminimumzone begrenzt zu sein. Bei den Gruppen Foraminiferen-Häutchen, Copepodeneier und Calpionellida nimmt die Häufigkeit / g Sediment vor der Indusmündung charakteristisch ab.

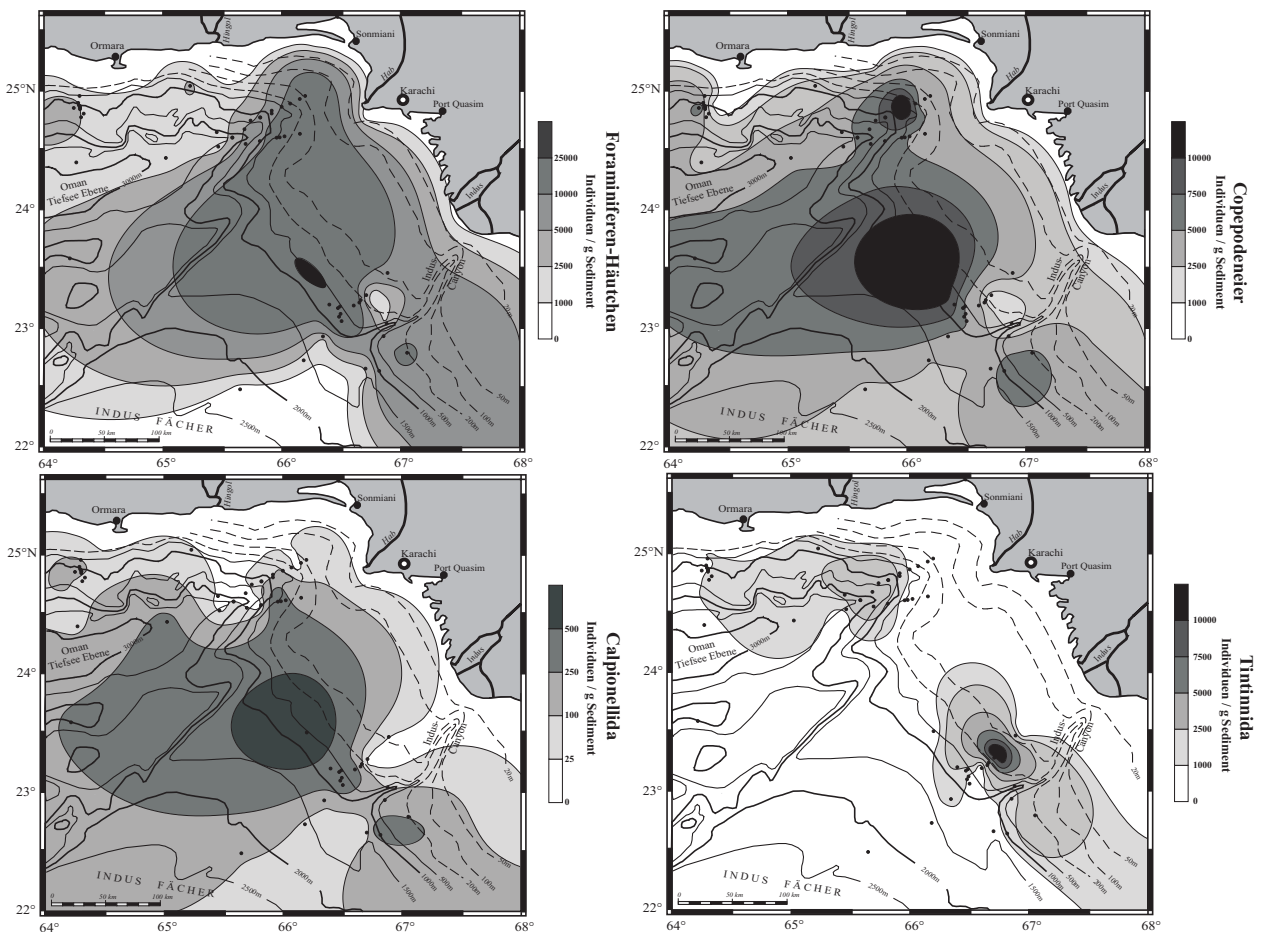


Abb. 19:
Absolute Individuenkonzentrationen / g Sediment von Palynomorphenresten (Foraminiferen-Häutchen, Copepodeneier, Calpionellida, Tintinnida) in den Oberflächensedimenten des nordöstlichen Arabischen Meeres. Probenlokationen sind als schwarze Punkte dargestellt, vgl. Abb. 7.

4.3 Kernmaterial

Insgesamt wurden vier Sedimentkerne aus dem Arabischen Meer auf ihren Gehalt und ihre Zusammensetzung an organischen Dinoflagellatenzysten hin untersucht. In Kap. 4.3.1 werden die Kerne aus dem nördlichen Arabischen Meer vor der Küste Pakistans beschrieben; in Kap. 4.3.2 sind die Ergebnisse der Kerne vor Oman angeführt.

Im Ergebnisteil werden die Daten aller Profile im Bezug auf ihre Tiefe [in cm] dargestellt (Abb. 21 - 32). Um jedoch einen Überblick über das Alter des untersuchten Materials zu geben, sind hochauflösende $\delta^{18}\text{O}$ -Kurven in jeder Darstellung als erste Kurve abgebildet. Die daraus resultierende Isotopenstratigraphie ist zur besseren Unterscheidung mit abwechselnd grauen und weißen Feldern hinterlegt (römische Zahlen entsprechen den Isotopenstadien). Die vier bearbeiteten Profile sind anhand der $\delta^{18}\text{O}$ -Kurven sowie der Grauwertmessungen miteinander korreliert worden. Das Ergebnis ist in Abb. 20 dargestellt. Die eingezeichneten „Heinrichlagen“-Äquivalente „H1“-„H6“ konnten zweifelsfrei nur in Kern SO90-111KL nachgewiesen werden.

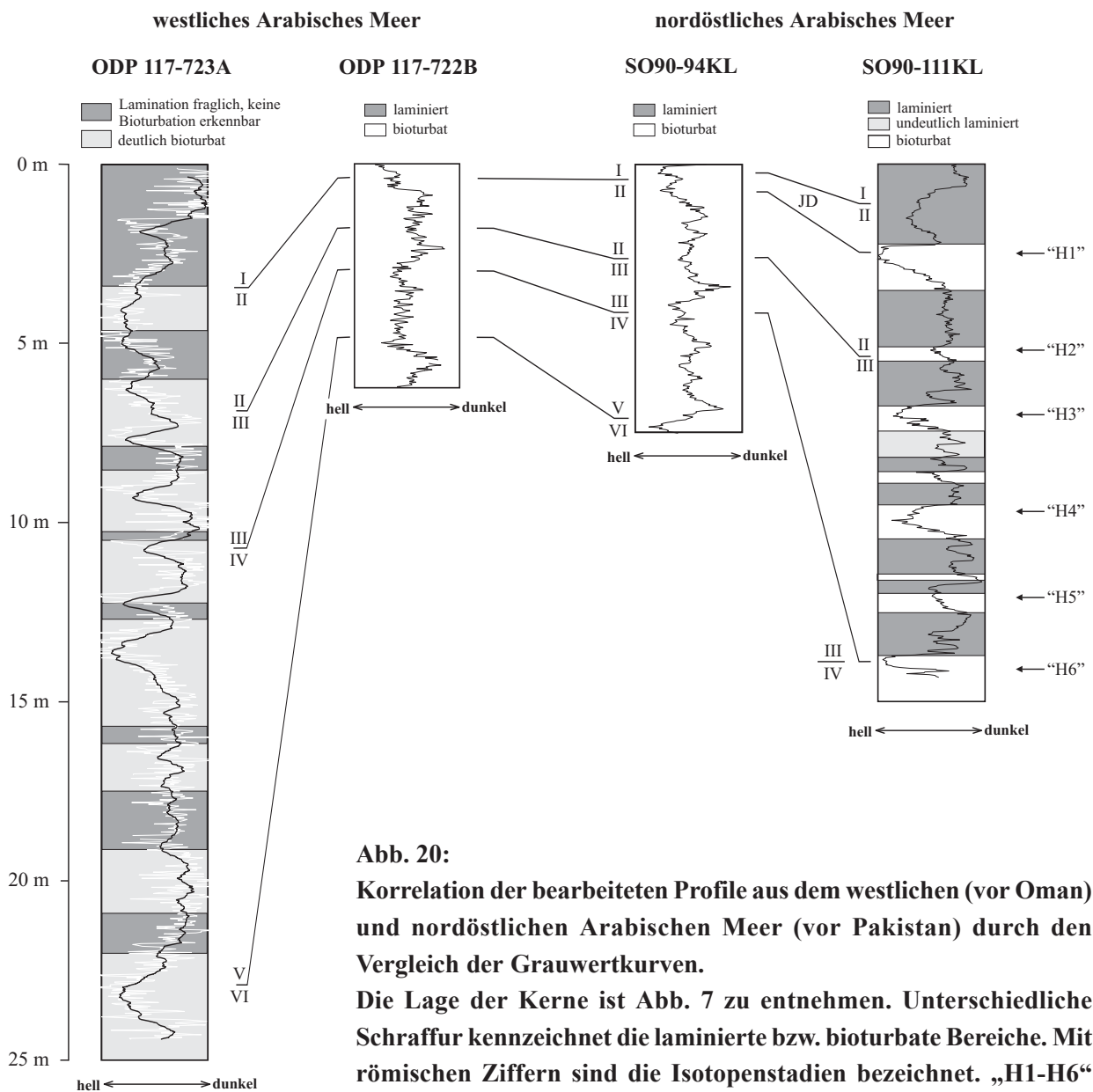


Abb. 20:

Korrelation der bearbeiteten Profile aus dem westlichen (vor Oman) und nordöstlichen Arabischen Meer (vor Pakistan) durch den Vergleich der Grauwertkurven.

Die Lage der Kerne ist Abb. 7 zu entnehmen. Unterschiedliche Schraffur kennzeichnet die laminierte bzw. bioturbate Bereiche. Mit römischen Ziffern sind die Isotopenstadien bezeichnet. „H1-H6“ entsprechen zeitlichen Äquivalenten der nordatlantischen Heinrichlagen-Ereignisse.

Die erste Darstellung jedes Kerns umfasst die sedimentologischen, lithologischen und – falls vorhanden - geochemischen Eigenschaften. Ergänzend sind die Diversitätsindizes einfache Diversität (Fisher α - Index), Shannon-Index und Äquitabilität dargestellt. Aus der Trockenraumdichte und der linearen Sedimentationsrate ist die Massenakkumulationsrate der organischen Dinoflagellatenzysten errechnet worden. Die Herkunft der Daten ist in den Profilen vermerkt bzw. der Abbildungsunterschrift zu entnehmen. Sofern keine Quellenangabe angeführt ist, wurden die Daten selbst erhoben.

In den nachfolgenden Abbildungen werden die sechs häufigsten Dinoflagellatentaxa in relativen und absoluten Häufigkeiten dargestellt. Die Darstellung ist weiterhin in „protoperidinoide“ und „gonyaulacale“ organische Dinoflagellatenzysten unterteilt.

4.3.1 Pakistan, Sonne 90 (PAKOMIN)

4.3.1.1 Profil SO 90 – 111 KL

Der Kern wurde innerhalb des Bereiches der heutigen Sauerstoffminimumzone am Kontinentalhang vor Pakistan genommen (vgl. Abb. 7). Insgesamt wurden 1.470 cm Kernmaterial gewonnen, die ein ungestörtes Sedimentationsgeschehen der letzten rd. 62.000 Jahre dokumentieren (Schulz *et al.*, 1998; Suthof *et al.*, 1999). Die höchsten Sedimentationsraten sind während der Jüngeren Dryas mit maximal 170 cm / 1.000 Jahre sowie während des letzten glazialen Maximums (LGM) mit maximal 90 cm / 1.000 Jahre zu verzeichnen (Abb. 21).

Die Trockenraumdichte zeigt einen von der Profilbasis zum Top abnehmenden Trend mit überlagernden Schwankungen in Abhängigkeit vom Kalkgehalt des Sediments und den Veränderungen der Sedimentationsrate. Entsprechend ist ein vergleichbares Muster bei der Betrachtung der Grauwerte zu erkennen. In den Grauwertschwankungen werden jedoch quasi-zyklische Maxima (repräsentiert durch den raschen Wechsel von dunkleren und hellen Abschnitten) in einem Abstand von etwa 120-150 cm erkannt.

Diesen invers korreliert sind die Schwankungen im Gehalt des organischen Kohlenstoffs (TOC), die die gleiche Zyklizität zeigen. Die TOC-Gehalte variieren zwischen rd. 0,5 und 4,5 %, wobei geringere Gewichtsprozentage den klimatisch kühleren Phasen der Jüngeren Dryas und des letzten glazialen Maximums zuzuordnen sind. Die Massenakkumulationsrate an organischem Kohlenstoff variiert zwischen 0,05 und 2,34 g / cm² * 1.000 Jahre.

Der Gehalt an organischen Dinoflagellatenzysten schwankt zwischen rd. 1.000 und 15.000 Individuen / g Sediment. Die höchsten Werte korrelieren mit den Maxima der TOC-Gehalte, wie auch diese beiden Kurven generell eine hohe Ähnlichkeit aufweisen. Aufgrund der geringeren Beprobungsdichte sind die o.g. quasi-zyklischen Maxima aber nur ansatzweise bzw. undeutlich zu erkennen. Die Häufigkeitskurve reflektiert jedoch einen überlagernden Zyklus mit einem Teufenabstand von rd. 400-450 cm. Höchste Gehalte an organischen Dinoflagellatenzysten finden sich in den laminierten Kernabschnitten, die während der klimatisch wärmeren Zeitabschnitte abgelagert wurden. Die Dinoflagellatenzystengehalte im Sediment sind während des Isotopenstadiums I und III bis zu sechsmal höher als in den kühleren Zeitabschnitten (Jüngere Dryas bzw. LGM). Die Massenakkumulationsrate der organischen Dinoflagellatenzysten ist von der linearen Sedimentationsrate geprägt und variiert zwischen 0,15 und 11,25 * 10⁵ Individuen / cm² * 1.000 Jahre. Die geringsten Werte sind zu Beginn des Isotopenstadiums IV sowie innerhalb der Jüngeren Dryas und des LGM zu verzeichnen. Das absolute Maximum ist der Probe bei 1.155 cm zuzuordnen.

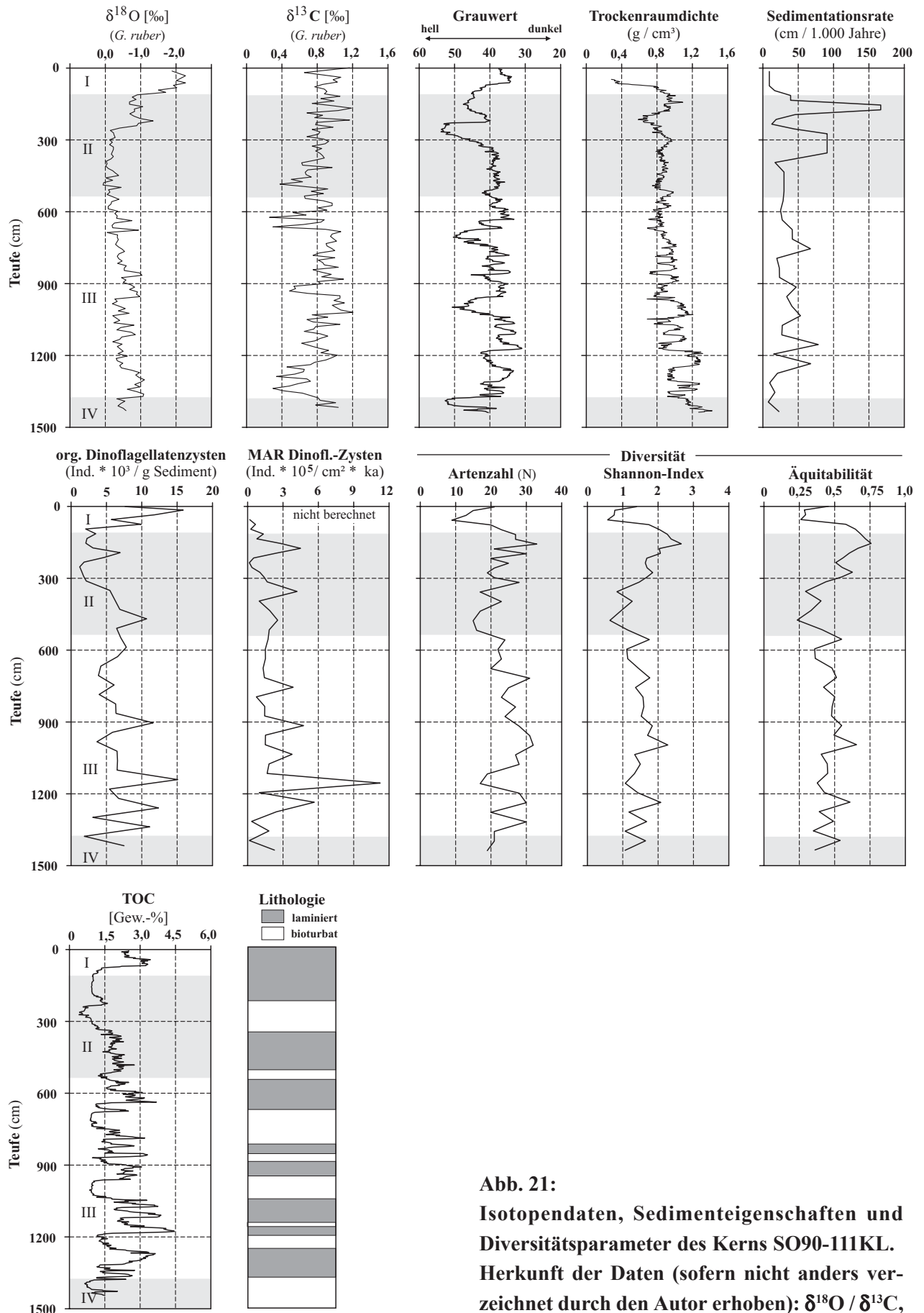


Abb. 21:
 Isotopendaten, Sedimenteigenschaften und Diversitätsparameter des Kerns SO90-111KL. Herkunft der Daten (sofern nicht anders verzeichnet durch den Autor erhoben): $\delta^{18}\text{O}$ / $\delta^{13}\text{C}$, TOC nach Schulz *et al.* (1998); Grauwert nach Schulz *et al.* (1998) sowie Vergleichsmessung.

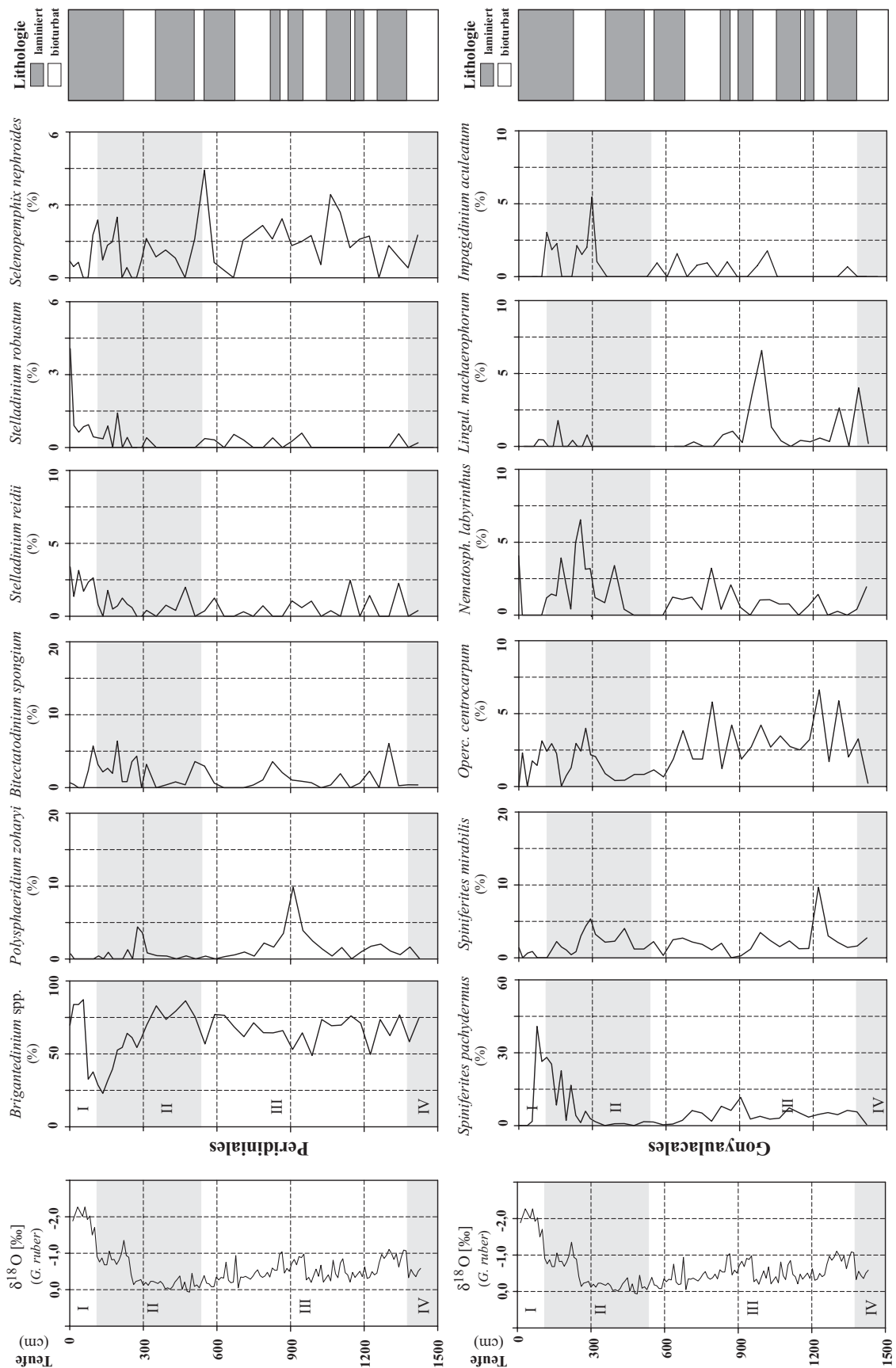


Abb. 22:
Relative Häufigkeiten (%) ausgewählter organischer Dinoflagellatenzysten und ihre Verteilung innerhalb der untersuchten Proben des Kerns SO90-111KL im Vergleich zur Isotopenstratigraphie und zur Lithologie.

Dargestellt sind die jeweils 6 häufigsten Taxa aus den Gruppen Peridinales und Gonyaulacales.

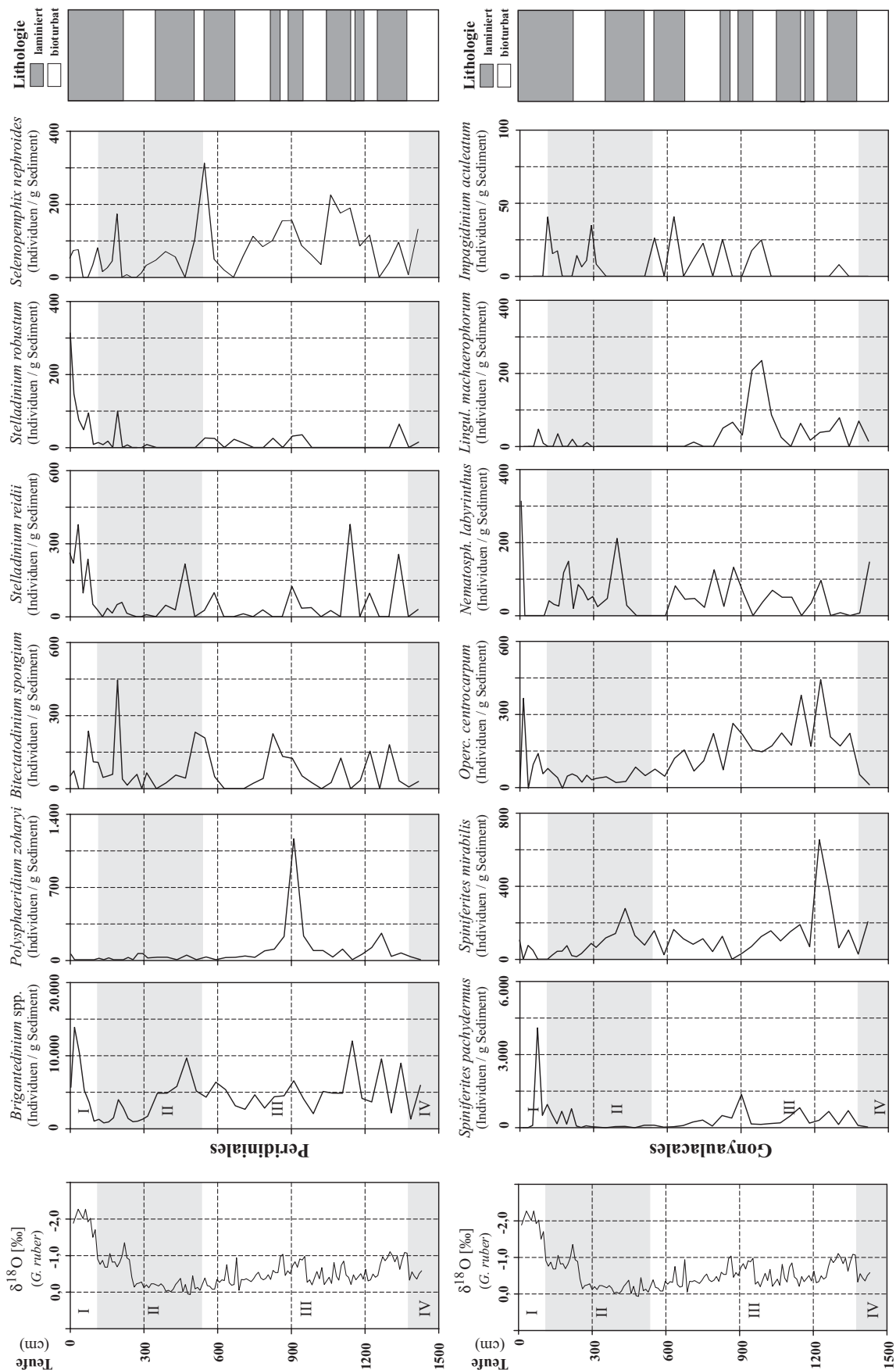


Abb. 23:

Absolute Häufigkeiten (Individuen / g Sediment) ausgewählter organischer Dinoflagellatenzysten und ihre Verteilung innerhalb der untersuchten Proben des Kerns SO90-111KL im Vergleich zur Isotopenstratigraphie und zur Lithologie.

Dargestellt sind die jeweils 6 häufigsten Taxa aus den Gruppen Peridinales und Gonyaulacales.

Die Artenzahl der organischen Dinoflagellatenzysten-Assoziationen pro 300 gezählter Exemplare schwankt zwischen 9 und 33 Arten und ist im Profilverlauf durch große Schwankungen charakterisiert. Trotzdem lässt sich der Trend erkennen, dass die höchsten Diversitäten mit den geringsten Gehalten an Dinoflagellatenzysten / g Sediment korrelieren.

Einen nahezu identischen Verlauf zeigen der *Shannon*-Index und die Äquitabilität. Die höchsten Werte des *Shannon*-Index werden am Übergang zwischen Isotopenstadium I und II bis in den Abschnitt der Jüngeren Dryas angezeigt und dokumentieren somit für dieses Intervall die höchste Gleichverteilung der Arten/Taxa untereinander.

Die Artengemeinschaften werden von den Arten innerhalb der Gattung *Brigantedinium* spp. dominiert. Die absolute Häufigkeit erreicht bis zu 80 %. In Abb. 22 sind die jeweils sechs häufigsten Taxa der „protoperidinoiden“ sowie „gonyaulacalen“ organischen Dinoflagellatenzysten aus dem Probenmaterial des Kerns 111 KL als relative Häufigkeiten (%), in Abb. 23 als absolute Häufigkeiten (Individuen / g Sediment) dargestellt. Dabei dominieren die Taxa *Brigantedinium* spp. und *Spiniferites pachydermus*. Neben diesen Taxa werden höhere Gehalte von den Arten *Polysphaeridium zoharyi*, *Bitectatodinium spongium*, *Stelladinium reidii*, *Stelladinium robustum*, *Selenopemphix nephroides*, *Spiniferites mirabilis*, *Operculodinium centrocarpum sensu WALL & DALE 1966*, *Nematosphaeropsis labyrinthus*, *Lingulodinium machaerophorum* und *Impagidinium aculeatum* erreicht. Die genannten Arten stellen mehr als 90 % der organischen Dinoflagellatenzysten-Assoziation in allen untersuchten Proben. Daneben sind im Probenmaterial des Kerns 111 KL weitere 45 Arten enthalten, die nur sporadisch bzw. nur mit geringen Häufigkeiten auftreten.

Die Häufigkeitsverteilung des Taxons *Brigantedinium* spp. läuft in groben Zügen dem Kurvenverlauf des TOC-Gehaltes des Sedimentes parallel, mit Minima während des letzten glazialen Maximums und während des Isotopenstadiums III. Noch deutlicher ist diese Korrelation bei der absoluten Häufigkeit von *Brigantedinium* spp., wobei die höchsten Konzentrationen (~ 14.000 Individuen / g Sediment) ebenfalls im Holozän zu verzeichnen sind. Die absolute Häufigkeitskurve zeigt weiterhin eine grobe Übereinstimmung mit der Sauerstoffisotopenkurve. Die Verteilung dieses Taxons bestimmt, bis auf wenige punktuelle Ausnahmen, den Verlauf der Gesamtdinoflagellatenzystenhäufigkeit. Über das gesamte Profil zeigen sich in den Häufigkeitsschwankungen dieser Gattung entsprechend auch Häufigkeitsspitzen mit maximalen absoluten Häufigkeiten in einem quasi-zyklischen Abstand von 120-150 cm.

Unter den „protoperidinoiden“ Arten zeigt *Polysphaeridium zoharyi* im Profil 111 KL zwei deutliche Maxima, eines während des letzten glazialen Maximums, das andere während der wärmsten Phase des marinen Isotopenstadiums III (MIS III).

Bitectatodinium spongium und *Selenopemphix nephroides* weisen eine Anzahl von Übereinstimmungen in der Lage der absoluten und relativen Häufigkeitsmaxima auf. Bei der Betrachtung der absoluten Häufigkeiten ist wiederum ein quasi-zyklischer Abstand auffällig, jedoch weiter gespreizt als zuvor beschrieben. Die Abstandswerte variieren bei den beiden o.g. Arten zwischen 280 und 320 cm.

Die dargestellten Arten der Gattung *Stelladinium* (*S. reidii* und *S. robustum*) weisen dieselben charakteristischen Fluktuationen auf. Das absolute Maximum wird bei beiden Arten im späten Holozän erreicht. Darüber hinaus ähneln die Häufigkeitskurven dieser Arten / g Sediment auch dem Verlauf der Kurve(n) des Taxons *Brigantedinium* spp.

Einen andersartigen Verlauf als die zuvor beschriebenen Arten zeigt die Art *Spiniferites pachydermus*, die ein deutliches Häufigkeitsmaxima mit über 30 % resp. rd. 4.000 Individuen / g Sediment im

Übergangsbereich vom letzten glazialen Maximum zum Holozän ausgebildet hat.

Während bei den protoperidinoiden Zysten z.T. eine quasi-zyklische Verteilung feststellbar ist, zeichnen die gonyaulacalen Zysten diesen Trend nicht nach. *Operculodinium centrocarpum* ist durch eine bimodale Häufigkeitsverteilung (absoluten und relativen Gehalte) mit Maxima in MIS I und MIS III charakterisiert. Eine hohe Variabilität der absoluten und relativen Häufigkeiten spiegeln die Arten *Lingulodinium machaerophorum*, *Nematosphaeropsis labyrinthus* und *Impagidinium aculeatum* wider.

4.3.1.2 Profil SO 90 – 94 KL

Der Kern wurde in der Tiefseeebene vor Pakistan, auf dem sogenannten Indus-Fächer entnommen. Mit einer Wassertiefe von mehr als 2.100 m liegt dieser Bereich weit unterhalb der Sauerstoffminimumzone (vgl. Abb. 7). Laminierte Kernabschnitte, die in Kombination mit fehlender Bioturbation auf dysoxische Verhältnisse hinweisen, wurden nicht gefunden. Insgesamt wurden 750 cm Kernmaterial untersucht, die ein ungestörtes Sedimentationsgeschehen der letzten rd. 123.000 Jahre (bis in das Isotopenstadium VI) dokumentieren. Die Sedimentationsraten sind hier erheblich geringer als innerhalb der Sauerstoffminimumzone und erreichen maximale Werte während der letzten Eiszeit von bis zu 24 cm / 1.000 Jahre (Abb. 24).

Ähnlich wie im Kern 111 KL nimmt die Trockenraumdichte, wenn auch nur in sehr geringem Maße, von der Profilbasis zum Top sukzessive ab. Unterbrochen wird dieser Trend durch das Maximum während der Jüngerer Dryas. Auch die Grauwertkurve ist durch aufeinanderfolgende Kleinschwankungen gekennzeichnet, die einen übergeordneten Trend jedoch nicht erkennen lassen. Quasi-zyklische Maxima sind in einem Abstand von etwa 100-150 cm zu vorhanden. Deutlich invers korreliert der Kurvenverlauf des Grauwertes mit der des organischen Kohlenstoffs (TOC). Die TOC-Gehalte variieren zwischen rd. 0,21 und 1,24 %, wobei geringere Gewichtsprozente den klimatisch kühleren Phasen der Jüngerer Dryas und des letzten glazialen Maximums zuzuordnen sind, und zeigen ebenso quasi-zyklische Maxima in Abständen von 100-150 cm. Die Massenakkumulationsrate an organischem Kohlenstoff variiert zwischen 0,01 und 0,18 g / cm² * 1.000 Jahre.

Der Gehalt an organischen Dinoflagellatenzysten schwankt im allgemeinen zwischen rd. 1.000 und 14.000 Individuen / g Sediment. Darüber hinaus ist eine Lage beprobt worden (bei 281 cm Teufe), deren Gehalt an organischen Dinoflagellatenzysten nahezu 40.000 Individuen / g Sediment erreicht. Es ist auszuschließen, dass es sich bei dieser Anomalie um einen Präparationsfehler handelt und für eine turbiditische Lage fehlen sedimentologische Anzeichen. Von diesem Phänomen wird auch von Bearbeitern anderer Mikrofossilgruppen berichtet (freundl. mündl. Mitteil. H. Brinkhuis & G.-J. Reichart, Utrecht, unveröff. Daten).

Die Korrelation zwischen organischer Dinoflagellatenzysten-Häufigkeit und dem Gehalt an organischem Kohlenstoff im Sediment ist in diesem Kern schwächer als im Kern 111 KL. Die höchsten Gehalte an organischen Dinoflagellatenzysten spiegeln eine Zyklizität mit einer Wellenlänge von ca. 100 - 150 cm wider. Die Massenakkumulationsrate der organischen Dinoflagellatenzysten ist von der linearen Sedimentationsrate geprägt und variiert zwischen 0,07 und 3,46 * 10⁵ Individuen / cm² * 1.000 Jahre. Die geringsten Werte werden während des Holozäns sowie phasenweise in den Isotopenstadien III und V festgestellt. Das absolute Maximum ist der Probe bei 161 cm zuzuordnen.

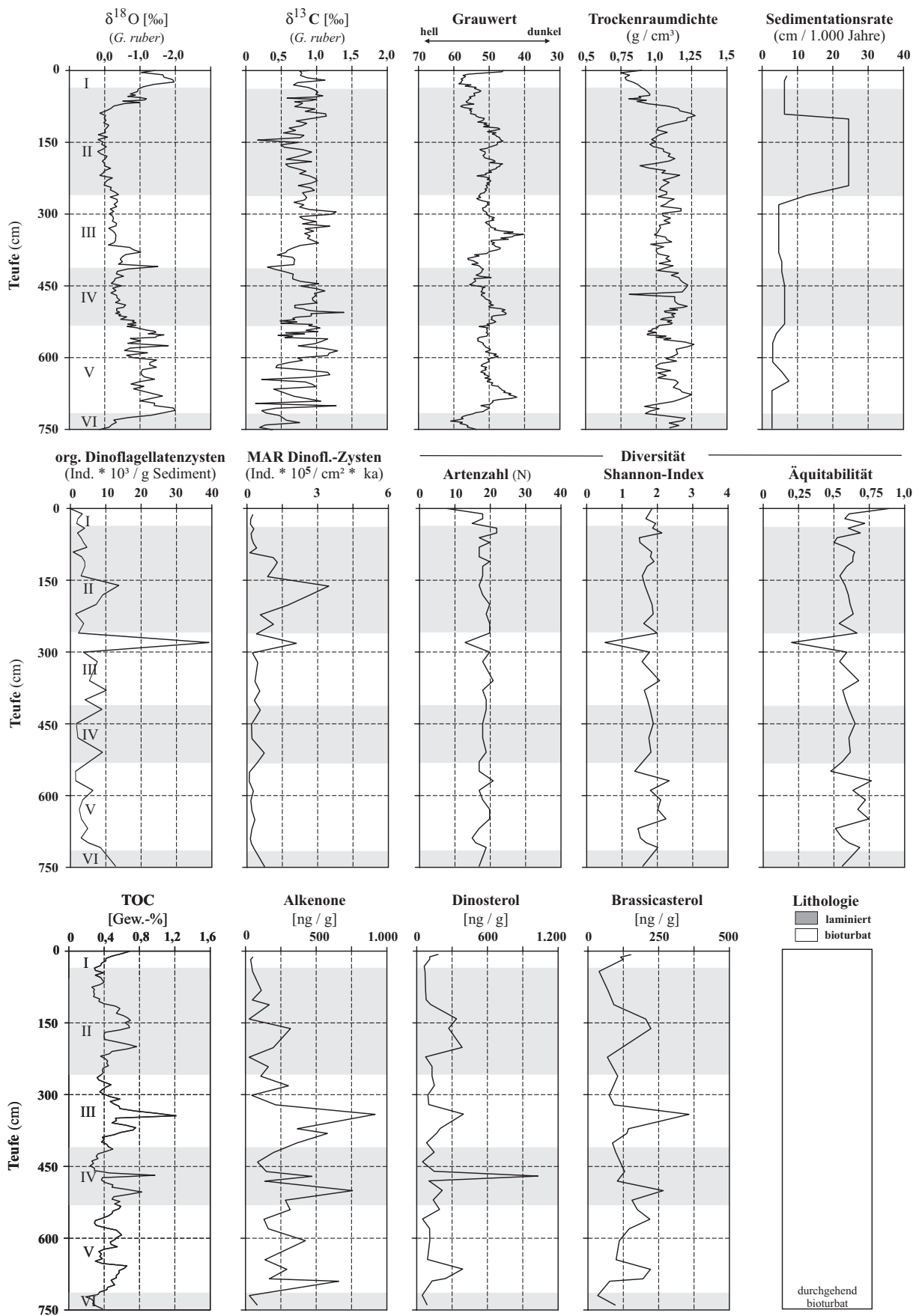


Abb. 24:

Isotopendaten, Sedimenteigenschaften und Diversitätsparameter des Kerns SO90-94KL.

Herkunft der Daten (sofern nicht anders verzeichnet durch den Autor erhoben): $\delta^{18}\text{O}$ / $\delta^{13}\text{C}$, TOC, Alkenone nach Schubert *et al.* (1998).

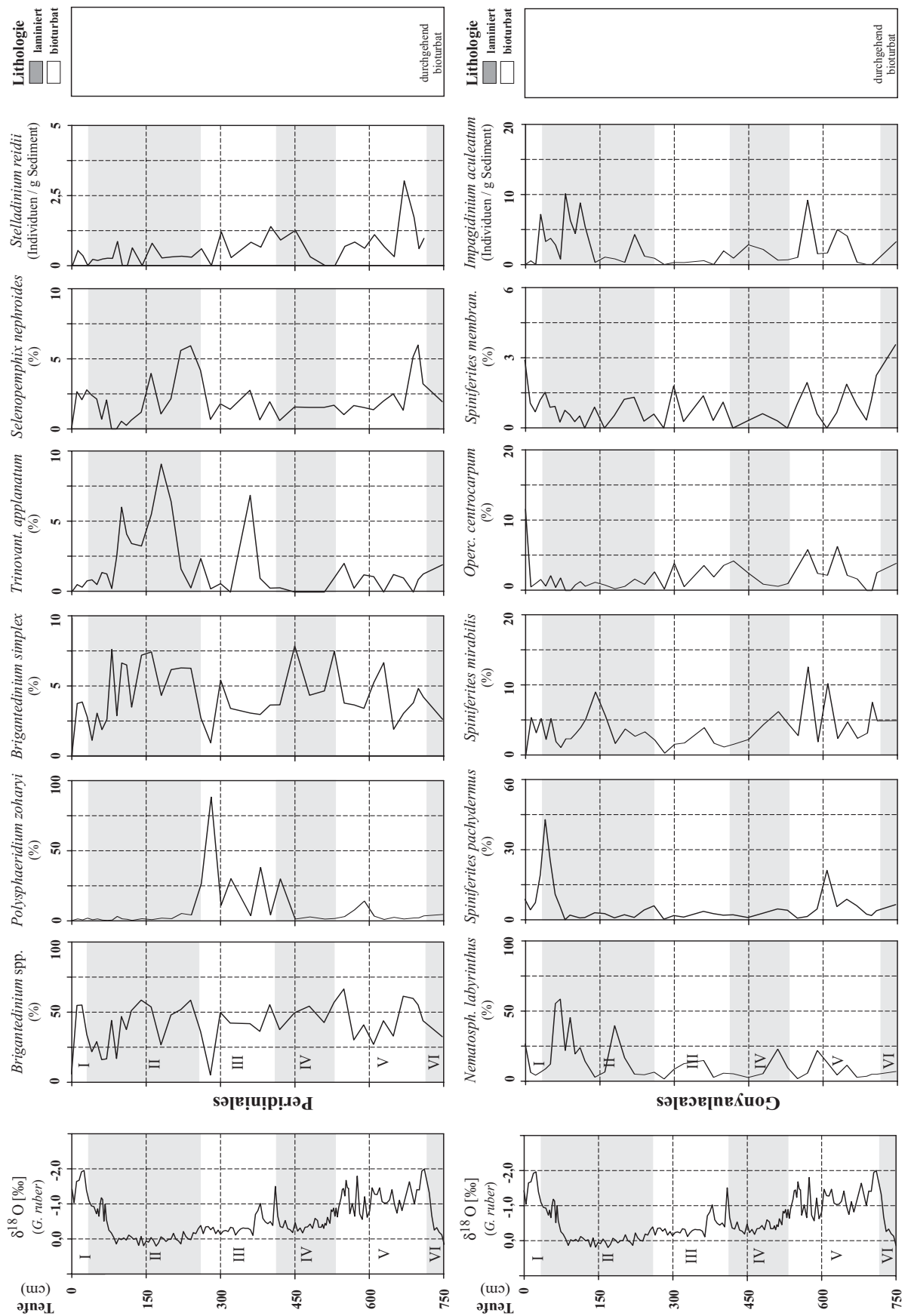


Abb. 25:

Relative Häufigkeiten (%) ausgewählter organischer Dinoflagellatenzysten und ihre Verteilung innerhalb der untersuchten Proben des Kerns SO90-94KL im Vergleich zur Isotopenstratigraphie und zur Lithologie.

Dargestellt sind die jeweils 6 häufigsten Taxa aus den Gruppen Peridinales und Gonyaulacales.

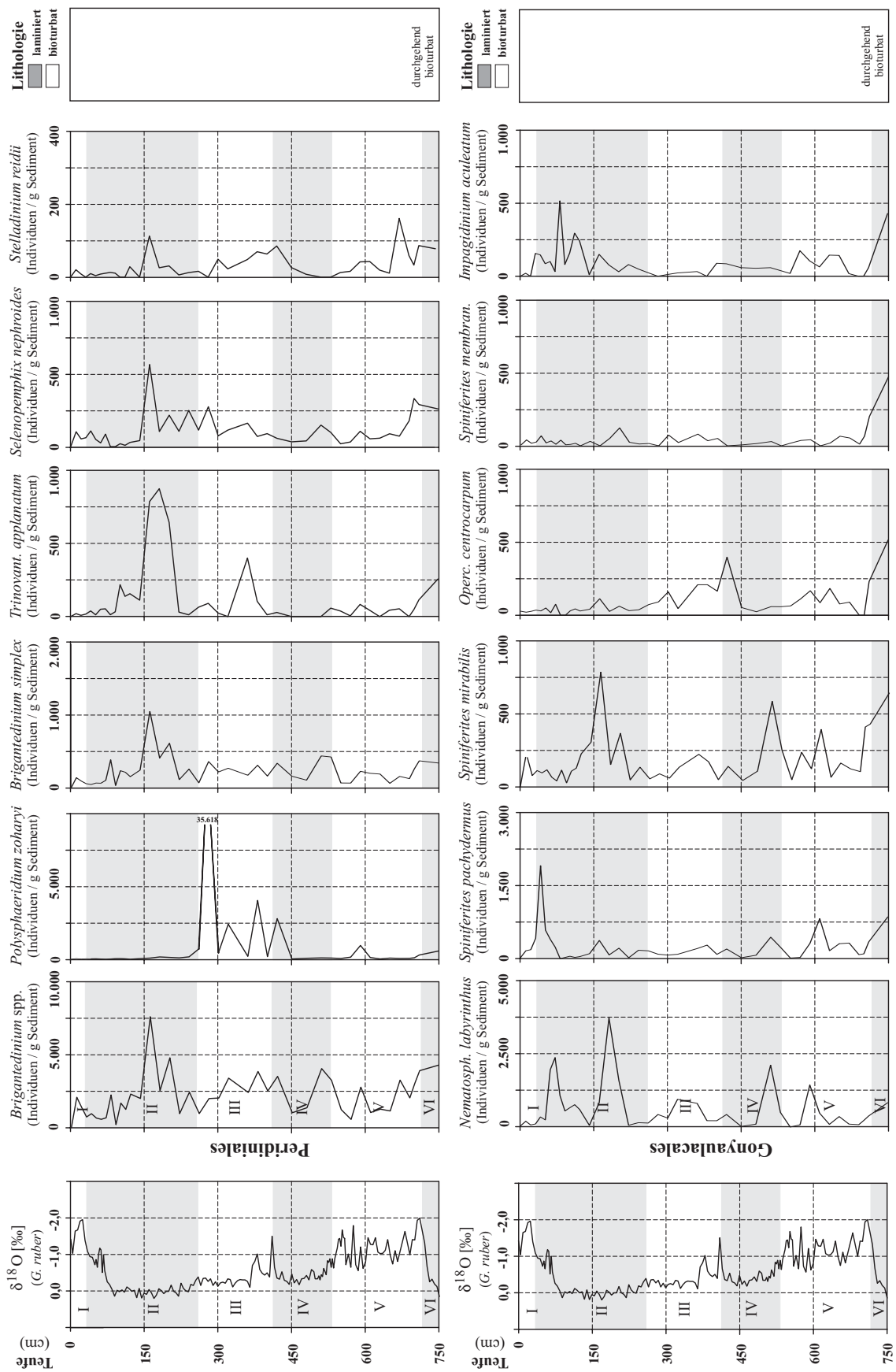


Abb. 26:

Absolute Häufigkeiten (Individuen / g Sediment) ausgewählter organischer Dinoflagellatenzysten und ihre Verteilung innerhalb der untersuchten Proben des Kerns SO90-94KL im Vergleich zur Isotopenstratigraphie und zur Lithologie.

Dargestellt sind die jeweils 6 häufigsten Taxa aus den Gruppen Peridinales und Gonyaulcales.

Die Artenzahl der organischen Dinoflagellatenzysten-Assoziationen pro 300 gezählter Exemplare schwankt zwischen 8 und 22 Arten. Bis auf eine verminderte Artenzahl in der untersuchten Oberflächenprobe und in der Probe bei 281 cm (Häufigkeitsanomalie) ist der Kern durch eine sehr ausgeglichene Artenzahl (16 bis 22 Arten) charakterisiert.

Unter Berücksichtigung der gleichen Vorgaben (Anomalien in der Oberflächenprobe und bei 281 cm) zeigen die Kurven des *Shannon*-Index und der Äquitabilität einen ähnlichen Verlauf. Die höchsten Werte des *Shannon*-Index sind für das Isotopenstadium V errechnet worden und dokumentieren somit für diesen Zeitraum die höchste Gleichverteilung der Arten/Taxa untereinander.

Abgebildet sind weiterhin die aus dem TOC extrahierten langkettigen Ketone (Alkenone). Die Rohdaten zeigen tendenziell höhere Gehalte an Alkenonen während der Interglaziale und eine deutliche Reduktion während der klimatisch kälteren Abschnitte. Auch die Alkenone sowie deren Vertreter Dinosterol und Brassicasterol zeigen quasi-zyklische Maxima in einem Teufenabstand von etwa 120-150 cm.

Die Artengemeinschaften werden von den Arten innerhalb der Gattung *Brigantedinium* spp. (Peridinales) und der Art *Nematosphaeropsis labyrinthus* (Gonyaulacales) in gegenläufiger Form dominiert. Als absolute Häufigkeiten erreichen beide Arten über 60 %. In Abb. 25 sind die jeweils sechs häufigsten Taxa der „protoperidinoiden“ sowie „gonyaulacalen“ organischen Dinoflagellatenzysten aus dem Probenmaterial des Kerns 94 KL als relative Häufigkeiten (%), in Abb. 26 als absolute Häufigkeiten (Individuen / g Sediment) dargestellt. Neben den o.g. Taxa werden höhere Gehalte von den Arten *Polysphaeridium zoharyi*, *Brigantedinium simplex*, *Trinovantedinium applanatum*, *Selenopemphix nephroides*, *Stelladinium reidii*, *Spiniferites pachydermus*, *Spiniferites mirabilis*, *Operculodinium centrocarpum sensu WALL & DALE 1966*, *Spiniferites membranaceus* und *Impagidinium aculeatum* erreicht. Die genannten Arten stellen mehr als 80 % der organischen Dinoflagellatenzysten-Assoziation in allen untersuchten Proben. Daneben sind im Probenmaterial des Kerns 94 KL weitere 43 Arten enthalten, die jedoch nur punktuell bzw. in geringen Konzentrationen auftreten.

Von der Basis des Kerns bis zur Basis des Isotopenstadiums II weist die Häufigkeitskurve des Taxons *Brigantedinium* spp. zahlreiche kleindimensionale Schwankungen auf, aus denen jedoch kein eindeutiger Trend abzuleiten ist. Im Verlauf des Isotopenstadiums V erreicht die Häufigkeit zweimal Werte über 62 %. Minima sind während des letzten glazialen Maximums (LGM) sowie während der Jüngerer Dryas mit einem drastischen Abfall auf unter 25 % bzw. auf 16 % zu verzeichnen. Der Verlauf der absoluten Häufigkeit von *Brigantedinium* spp. zeigt wie auch in Kern 111 KL eine deutliche Korrelation mit den Gehalten an organischem Kohlenstoff und negativen Exkursionen zur Kohlenstoffisotopenkurve, wobei die höchsten Konzentrationen (~ 7.500 Individuen / g Sediment) während des LGM dokumentiert sind. Auch im Kern 94 KL spiegelt die Verteilung dieses Taxons, bis auf wenige punktuelle Ausnahmen, den Verlauf der Gesamtdinoflagellatenzystenhäufigkeit wider. Über das gesamte Profil zeigen sich bei dieser Art Peaks mit maximalen, absoluten Häufigkeiten in einem quasi-zyklischen Abstand von 80-150 cm.

Die „protoperidinoiden“ Art *Polysphaeridium zoharyi* weist in relativen und absoluten Gehalten ein deutliches Maximum während des Isotopenstadium III auf. In den übrigen Profilabschnitten werden prozentuale Anteile > 10 % nur noch im oberen Abschnitt des Isotopenstadiums V erreicht. Auffallend ist der Gehalt dieser Art in der Probe 281 cm, in der *Polysphaeridium zoharyi* eine relative Häufigkeit von nahezu 90 % erreicht.

Brigantedinium simplex und *Trinovantedinium applanatum* weisen eine Anzahl von Übereinstimmungen in der Lage der absoluten und relativen Häufigkeitsmaxima auf. Bei der Betrachtung der

absoluten Häufigkeiten fällt wiederum eine quasi-zyklische Abfolge mit einem Abstand von ca. 80-150 cm auf, die aber bei der letztgenannten Art weniger deutlich ausgebildet ist.

Auch die dargestellten Arten *Selenopemphix nephroides* und *Stelladinium reidii* weisen dieselben charakteristischen Fluktuationen auf. Das absolute Maximum wird bei beiden Arten direkt nach dem Wechsel von Isotopenstadium VI zu Isotopenstadium V erreicht. Darüber hinaus ähneln die Häufigkeitsverteilungen dem Verlauf der Kurve(n) des Taxons *Brigantedinium* spp. Insgesamt zeichnet sich *Stelladinium reidii* durch einen tendenziellen, schwachen Rückgang der Häufigkeit von der Basis zum Top des untersuchten Profils aus.

Wie in Kern 111 KL zeigt die Art *Spiniferites pachydermus* Häufigkeitsmaxima während des Übergangs von einem glazialen Maximum zur darauffolgenden Warmzeit (Übergang Isotopenstadium II / I und Übergang VI / V) mit über 40 % resp. rd. 2.000 Individuen / g Sediment.

Ebenso wie die protoperidinoiden Zysten zeichnen die gonyaulacalen Zysten z.T. eine quasi-zyklische Verteilung mit einem Abstand von ca. 80-150 cm nach, wobei sich die Maxima z.T. überlagern (s. Maxima bei 161 cm).

Eine hohe Variabilität der absoluten und relativen Häufigkeiten spiegeln die Arten *Spiniferites mirabilis*, *Operculodinium centrocarpum*, *Spiniferites membranaceus* und *Impagidinium aculeatum* wider. Die großen Fluktuationen lassen keine eindeutigen Trends in der Häufigzunahme bzw. – abnahme erkennen.

4.3.2 Oman, ODP Leg 117

4.3.2.1 Profil ODP Leg 117 – 723A

Der Kern wurde innerhalb des Bereiches der heutigen Sauerstoffminimumzone am Kontinentalhang vor Oman entnommen (vgl. Abb. 7 und 8). Von dem bis in das späte Pliozän reichenden Kern wurden nur die obersten 2.500 cm Kernmaterial beprobt und untersucht. Nach der Sauerstoffisotopenkurve von Niitsuma *et al.* (1991) spiegelt der Kern das Sedimentationsgeschehen der letzten rd. 131.000 Jahre nahezu vollständig wider.

Die Sedimentationsrate variiert zwischen ca. 5 und 55 cm / 1.000 Jahre, wobei die höheren Werte mit den klimatisch kühleren Phasen korrelieren. So werden die höchsten Sedimentationsraten während des letzten glazialen Maximums mit rd. 55 cm / 1.000 Jahre sowie während des Isotopenstadiums VI mit maximal 33 cm / 1.000 Jahre erreicht (Abb. 27).

Die Trockenraumdichte nimmt von der Profilbasis zum Top sukzessive ab. Neben diesem übergeordneten Trend zeigen sich geringere Dichten in den Profilabschnitten mit reduzierter Sedimentationsrate und höheren Kalkgehalten. Ein vergleichbares Muster ist bei der Betrachtung der Grauwerte zu erkennen. Neben den kleindimensionalen Schwankungen, die als Hintergrundrauschen nicht weiter aufzulösen sind, werden drei quasi-zyklische Maxima während des marinen Isotopenstadiums II (MIS II), MIS IV und MIS VI festgestellt. Die Grauwertuntersuchungen wurden an den Archivhälften des ODP-Kernlagers in College Station, USA, durchgeführt. Die Kerne sind trotz ihres Alters in hervorragendem Zustand, so dass die quasi-zyklischen Maxima in 150 cm Abstand (entspricht der Kernlänge) nicht auf lagerungsbedingte Austrocknungserscheinungen zurückzuführen sind.

Invers korreliert der Kurvenverlauf des Grauwertes mit dem des organischen Kohlenstoffs (TOC). Die TOC-Gehalte variieren zwischen rd. 0,7 und 6,8 %, wobei geringere Gewichtsprozentage den

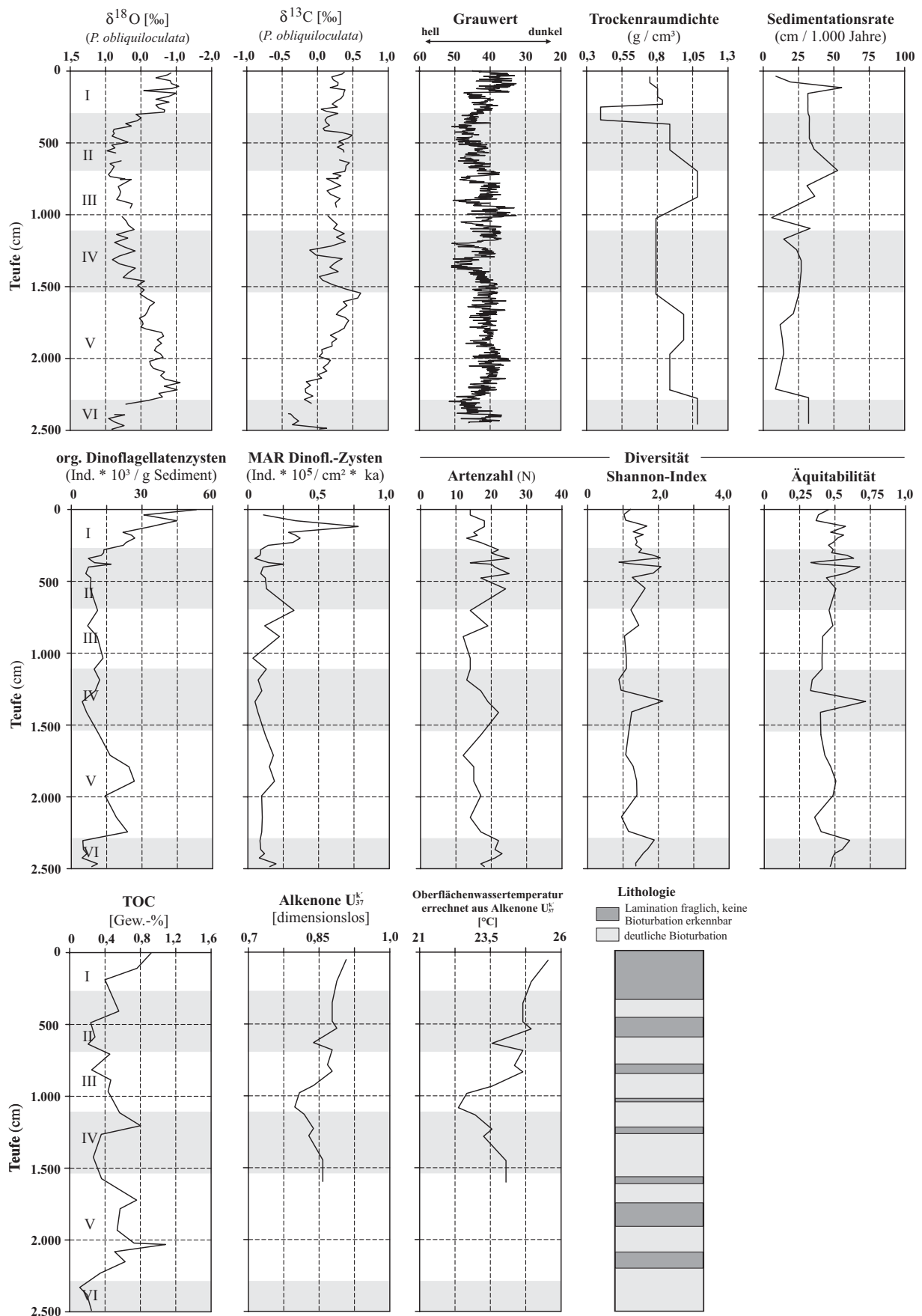


Abb. 27:

Isotopendaten, Sedimenteigenschaften und Diversitätsparameter des Kerns ODP 117-723A.

Herkunft der Daten (sofern nicht anders verzeichnet durch den Autor erhoben): $\delta^{18}\text{O}$ / $\delta^{13}\text{C}$ nach Niitsuma *et al.* (1991); TOC nach Emeis *et al.* (1991); Alkenone nach ten Haven & Kroon (1991).

klimatisch kühleren Phasen der Jüngeren Dryas und des letzten glazialen Maximums sowie dem Isotopenstadium VI zuzuordnen sind. Die Massenakkumulationsrate an organischem Kohlenstoff variiert zwischen 0,14 und 2,22 g / cm² * 1.000 Jahre.

Der Gehalt an organischen Dinoflagellatenzysten schwankt zwischen rd. 4.400 und 55.000 Individuen / g Sediment und ist mit den TOC-Gehalten korreliert. Die höchsten Gehalte an organischen Dinoflagellatenzysten finden sich in Sedimenten aus den klimatisch wärmeren Phasen. Sie sind in den Ablagerungen während des Isotopenstadiums I und III-V bis zu zehnmal höher als in den kühleren Zeitabschnitten (Jüngere Dryas bzw. LGM). Die Massenakkumulationsrate der organischen Dinoflagellatenzysten ist vorwiegend von der Gesamtsedimentationsrate geprägt und variiert zwischen 0,69 und 15,93 * 10⁵ Individuen / cm² * 1.000 Jahre. Die geringsten Werte sind zu Beginn des Isotopenstadiums III sowie innerhalb der Jüngeren Dryas, des LGM, und des MIS Vd,e zu verzeichnen. Das absolute Maximum ist der Probe bei 119 cm zuzuordnen.

Die Artenzahl der organischen Dinoflagellatenzysten-Assoziationen pro 300 gezählter Exemplare schwankt zwischen 12 und 25 Arten und ist im Profilverlauf durch große Schwankungen charakterisiert. Trotzdem lässt sich der Trend nachvollziehen, dass die höchsten Diversitäten mit den geringsten Gehalten an Dinoflagellatenzysten / g Sediment korrelieren. Einen nahezu identischen Verlauf zeigen der *Shannon*-Index und die Äquitabilität. Die höchsten Werte des *Shannon*-Index werden am Übergang zwischen Isotopenstadium I und II bis in den Abschnitt der Jüngeren Dryas sowie am Übergang von Isotopenstadium V / VI angezeigt und dokumentieren somit für dieses Intervall die höchste Gleichverteilung der Arten/Taxa untereinander.

Die Artengemeinschaften werden von den Arten der Gattung *Brigantedinium* spp. (Peridinales) und der Art *Spiniferites pachydermus* (Gonyaulacales), die gegenläufig prozentuale Häufigkeitskurven zeigen, dominiert. Die absoluten Häufigkeiten erreichen bis zu 81 % beim erstgenannten Taxon bzw. 56,5 % bei der zweitgenannten Art. In Abb. 28 sind die jeweils sechs häufigsten Taxa der „protoperidinoiden“ sowie „gonyaulacalen“ organischen Dinoflagellatenzysten aus dem Probenmaterial des Kerns ODP 117 – 723A als relative Häufigkeiten (%), in Abb. 29 als absolute Häufigkeiten (Individuen / g Sediment) dargestellt. Neben den o.g. beiden Taxa werden höhere prozentuale Gehalte von den Arten *Brigantedinium simplex*, *Polysphaeridium zoharyi*, *Bitectatodinium spongium*, *Selenopemphix nephroides*, *Stelladinium reidii*, *Nematosphaeropsis labyrinthus*, *Spiniferites mirabilis*, *Spiniferites ramosus*, *Spiniferites membranaceus* und *Operculodinium centrocarpum sensu WALL & DALE 1966* festgestellt. Alle genannten Arten stellen zusammen mehr als 85 % der organischen Dinoflagellatenzysten-Assoziation in den untersuchten Proben. Daneben sind im Probenmaterial des Kerns ODP 117 – 723A weitere 41 Arten enthalten, die nur punktuell bzw. in geringen Konzentrationen auftreten.

Der Mittelwert der relativen Häufigkeit des Taxons *Brigantedinium* spp. beträgt zwischen 60 und 75 %. Über das gesamte Profil weist die Häufigkeitskurve zahlreiche kleindimensionale Schwankungen auf, aus denen jedoch kein eindeutiger Trend abzuleiten ist. Die prozentuale Häufigkeitskurve zeigt drei drastische Rückgänge. Der Mittelwert der relativen Häufigkeit beträgt zwischen 60 und 75 %, während der drei Anomalien sinkt der Wert auf < 35 %. Diese Minima lassen sich zeitlich dem Übergang zwischen Isotopenstadium VI und V, während des Isotopenstadiums IV und dem Intervall vom späten, letzten glazialen Maximum bis ins frühe Holozän zuordnen. Während des späten Holozäns werden die höchsten relativen Häufigkeiten erreicht. Die absolute Häufigkeit von *Brigantedinium* spp. zeigt dagegen eine grobe Korrelation mit dem Verlauf der Sauerstoffisotopenkurve und erreicht die höchsten Konzentrationen (~ 36.000 Individuen / g Sediment) im Holozän. Die Verteilung dieses Taxons bestimmt, bis auf wenige punktuelle Ausnahmen, den Verlauf der Gesamtdinoflagellatenzystenhäufigkeit dieses Profils.

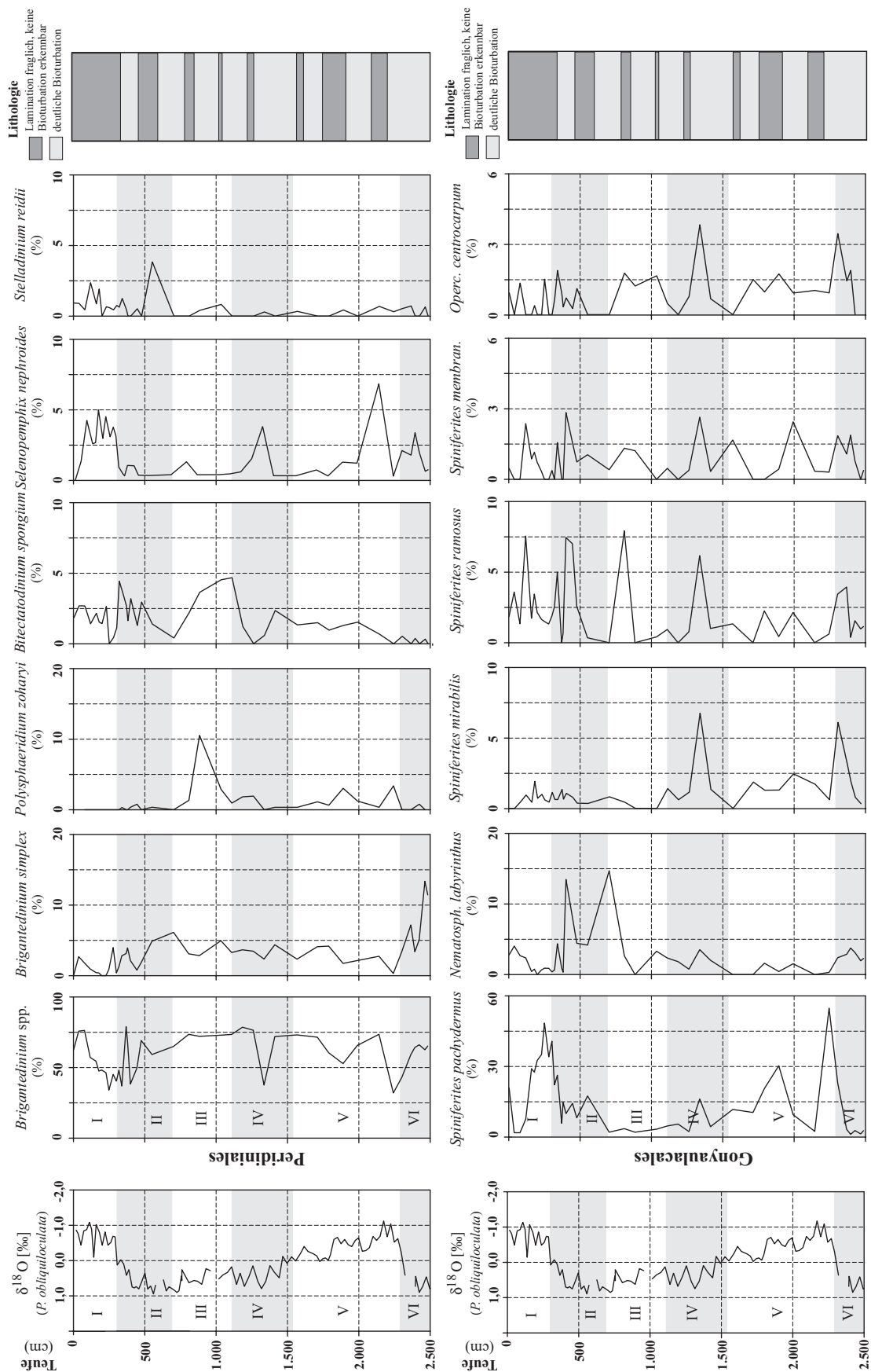


Abb. 28:

Relative Häufigkeiten (%) ausgewählter organischer Dinoflagellatenzysten und ihre Verteilung innerhalb der untersuchten Proben des Kerns ODP 117-723A im Vergleich zur Isotopenstratigraphie und zur Lithologie.

Dargestellt sind die jeweils 6 häufigsten Taxa aus den Gruppen Peridinales und Gonyaulcales.

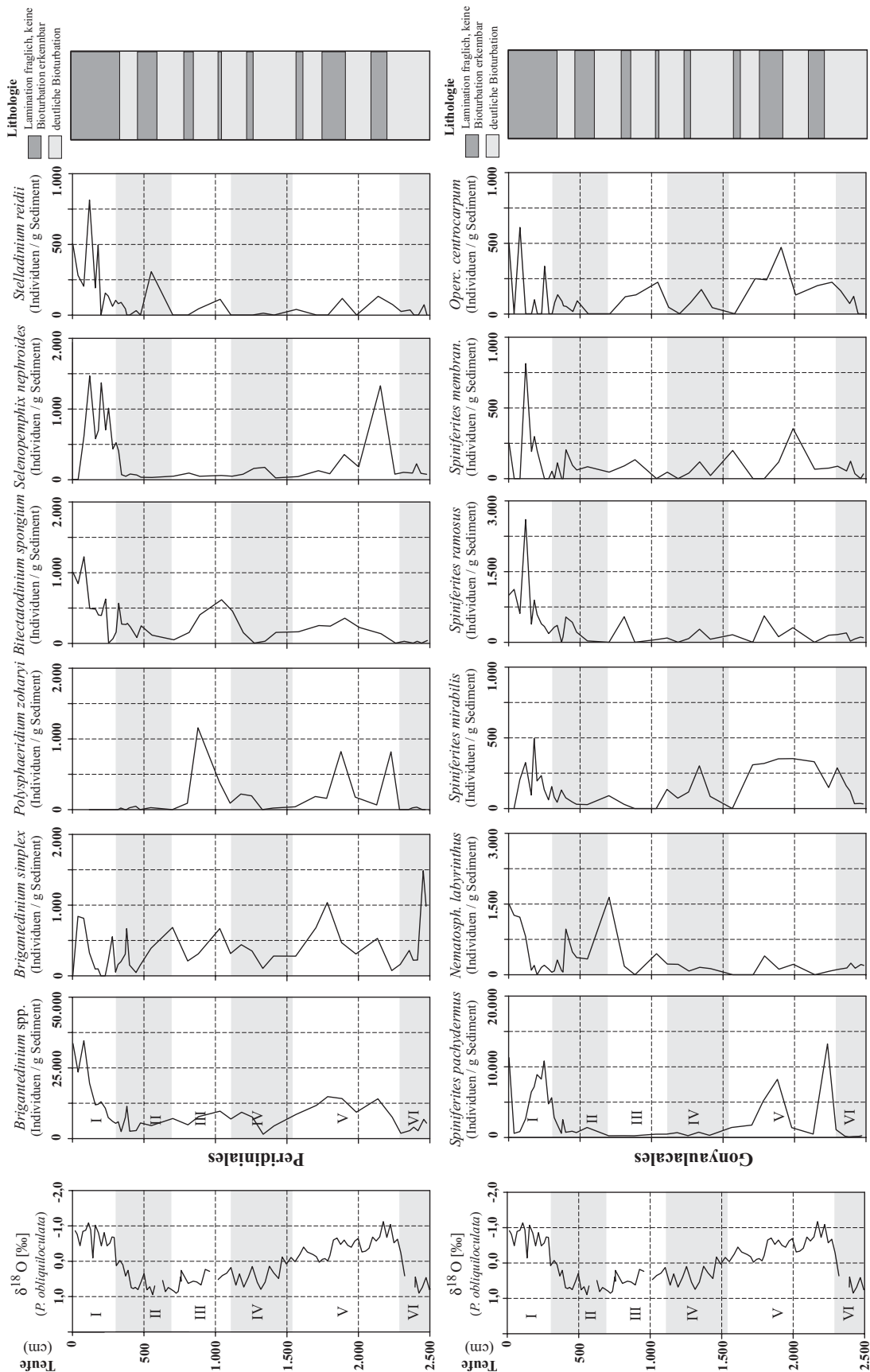


Abb. 29: Absolute Häufigkeiten (Individuen / g Sediment) ausgewählter organischer Dinoflagellatenzysten und ihre Verteilung innerhalb der untersuchten Proben des Kerns ODP 117-723A im Vergleich zur Isotopenstratigraphie und zur Lithologie. Dargestellt sind die jeweils 6 häufigsten Taxa aus den Gruppen Peridinales und Gonyaulcales.

Die zweithäufigste Art innerhalb der „protoperidinoiden“ Arten ist *Brigantedinium simplex*. Über das Profil ODP 117 - 723A zeigt die Art einen ähnlichen Verlauf wie die zuvor beschriebene Art. Neben hohen Konzentrationen während des späten Holozäns sind die höchsten Gehalte während des Isotopenstadium VI dokumentiert.

Bitectatodinium spongium und *Stelladinium reidii* weisen eine Anzahl von Übereinstimmungen in der Lage der absoluten und relativen Häufigkeitsmaxima auf.

Selenopemphix nephroides dagegen zeigt wie *Spiniferites pachydermus* eine klare inverse Korrelation zu *Brigantedinium* spp. und anderen „gonyaulacalen“ Arten, wie z.B. *Spiniferites mirabilis*, *S. membranaceus* und *Operculodinium centrocarpum*.

Spiniferites pachydermus ist durch Häufigkeitsmaxima während der klimatisch wärmeren Isotopenstadien I und V mit über 30 % resp. rd. 10.000 Individuen / g Sediment charakterisiert.

Nematosphaeropsis labyrinthus zeigt ein deutliches Häufigkeitsmaximum der absoluten und relativen Gehalte im oberen Teil des MIS III bis in den unteren Teil des MIS II. Die Zystenkonzentration / g Sediment ist im Vergleich zu den jüngeren und älteren Sedimenten bis zu vierfach höher.

4.3.2.2 Profil ODP Leg 117 – 722B

Der Kern wurde küstenfern, ca. 350 km vor Oman, auf dem sogenannten Owen-Murray-Rücken entnommen. Mit einer Wassertiefe von mindestens 2.000 m liegt dieser Bereich weit unterhalb der Sauerstoffminimumzone (vgl. Abb. 7 und 8). Die Sedimente zeigen dementsprechend auch keine laminierten Kernabschnitte und sind deutlich bioturbat. Insgesamt wurden 620 cm Kernmaterial untersucht, die nach der Sauerstoffisotopenkurve von Clemens & Prell (1991) das vollständige Sedimentationsgeschehen der letzten rd. 147.000 Jahre (bis in das Isotopenstadium VI) dokumentieren. Die höchsten Sedimentationsraten sind zu Beginn des Holozäns sowie während der klimatisch kühleren Zeitabschnitte (Isotopenstadium II und VI) mit maximal 11,5 cm / 1.000 Jahre zu verzeichnen (Abb. 30).

Die Trockenraumdichte nimmt, wenn auch nur in sehr geringem Maße, von der Profilbasis zum Top sukzessive ab. Die Grauwertkurve ist durch aufeinanderfolgende Kleinschwankungen gekennzeichnet, deren Trend eine schwache Korrelation mit der Sauerstoffisotopenkurve zeigt.

Eindeutig invers korreliert der Kurvenverlauf des Grauwertes mit dem des organischen Kohlenstoffs (TOC). Die TOC-Gehalte variieren zwischen rd. 0,40 und 1,14 %. Die Massenakkumulationsrate an organischem Kohlenstoff variiert zwischen 0,01 und 0,07 g / cm² * 1.000 Jahre.

Der Gehalt an organischen Dinoflagellatenzysten schwankt zwischen rd. 800 und 10.000 Individuen / g Sediment und korreliert mit den Maxima des TOC-Gehalts des Sediments. Die höchsten Gehalte an organischen Dinoflagellatenzysten korrelieren weitgehend invers mit der Sauerstoffisotopenkurve. Die Massenakkumulationsrate der organischen Dinoflagellatenzysten variiert zwischen 0,03 und 0,46 * 10⁵ Individuen / cm² * 1.000 Jahre. Das absolute Maximum ist dem letzten glazialen Maximum (Probe bei 141 cm) zuzuordnen. Geringste Werte werden während der Übergänge der Isotopenstadien I / II und V / VI festgestellt.

Die Artenzahl der organischen Dinoflagellatenzysten-Assoziationen pro 300 gezählter Exemplare schwankt zwischen 14 und 33 Arten. Die höchste Artenvielfalt ist gegen Ende von Isotopenstadium V zu verzeichnen. Nach diesem Maximum nimmt die Diversität tendenziell sukzessive ab.

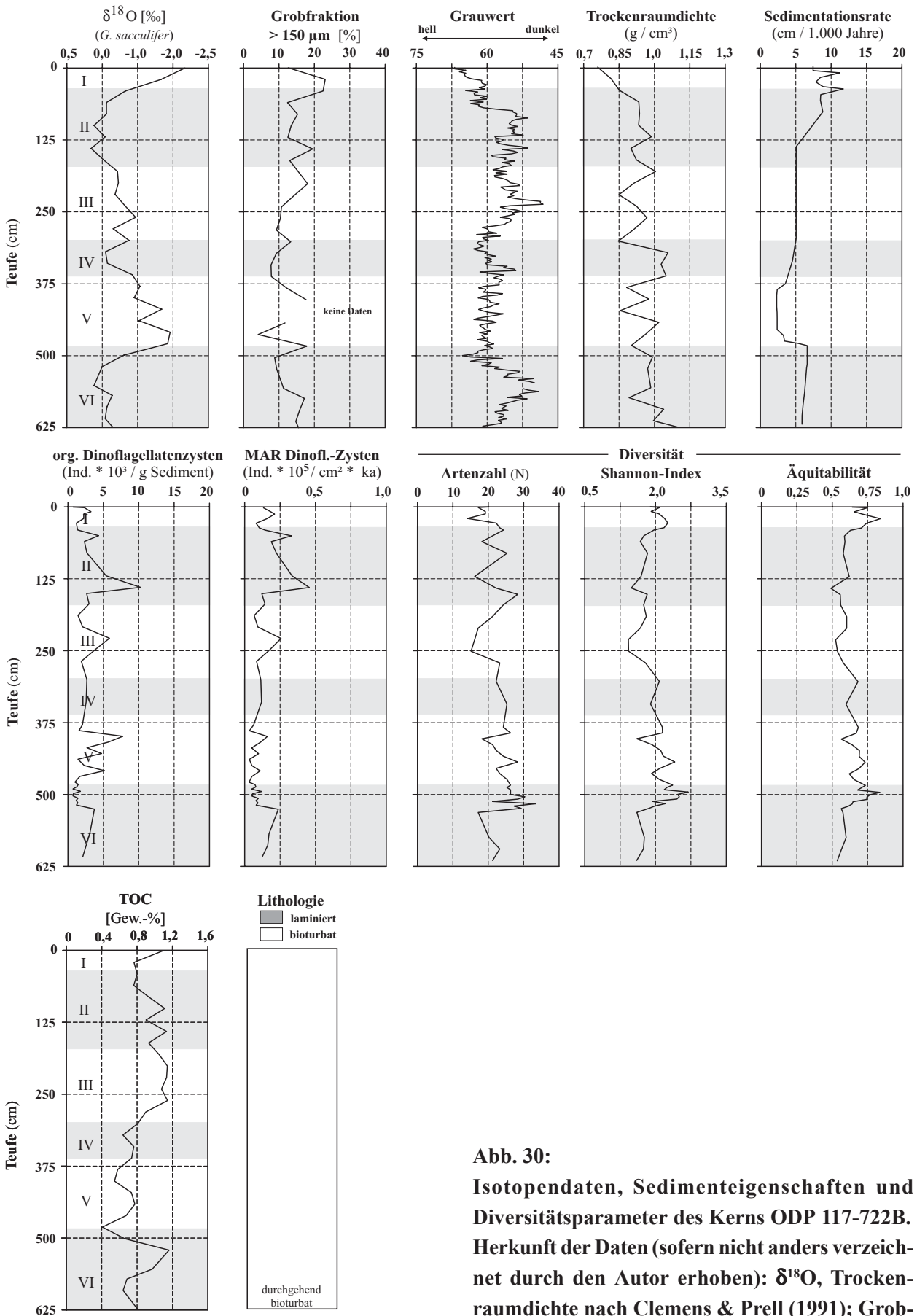


Abb. 30:
Isotopendaten, Sedimenteigenschaften und Diversitätsparameter des Kerns ODP 117-722B.
Herkunft der Daten (sofern nicht anders verzeichnet durch den Autor erhoben): $\delta^{18}\text{O}$, Trockenraumdichte nach Clemens & Prell (1991); Grobfraktion nach Murray & Prell (1991); TOC nach Emeis *et al.* (1991).

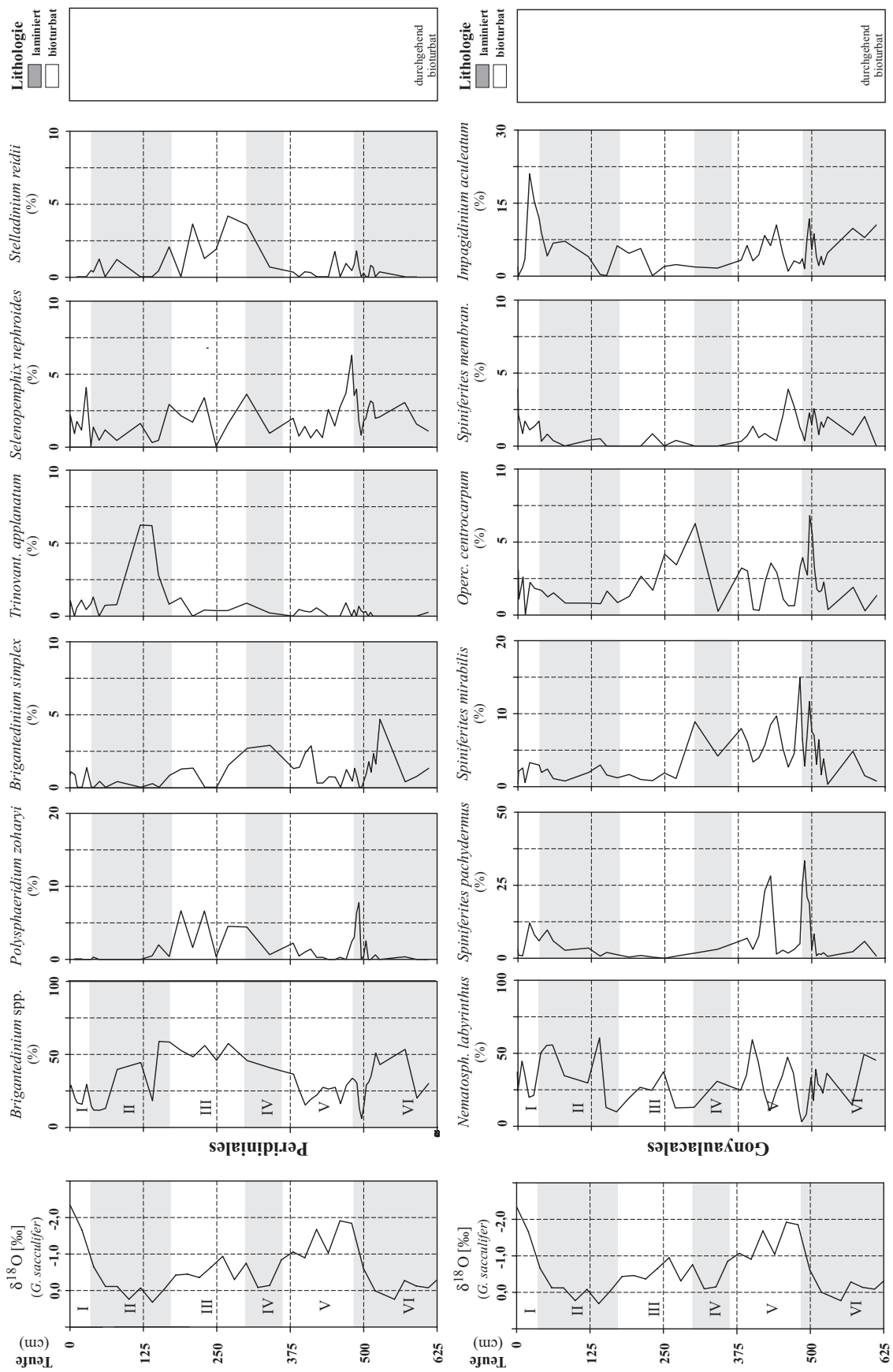


Abb. 31:

Relative Häufigkeiten (%) ausgewählter organischer Dinoflagellatenzysten und ihre Verteilung innerhalb der untersuchten Proben des Kerns ODP 117-722B im Vergleich zur Isotopenstratigraphie und zur Lithologie.

Dargestellt sind die jeweils 6 häufigsten Taxa aus den Gruppen Peridinales und Gonyaulacales.

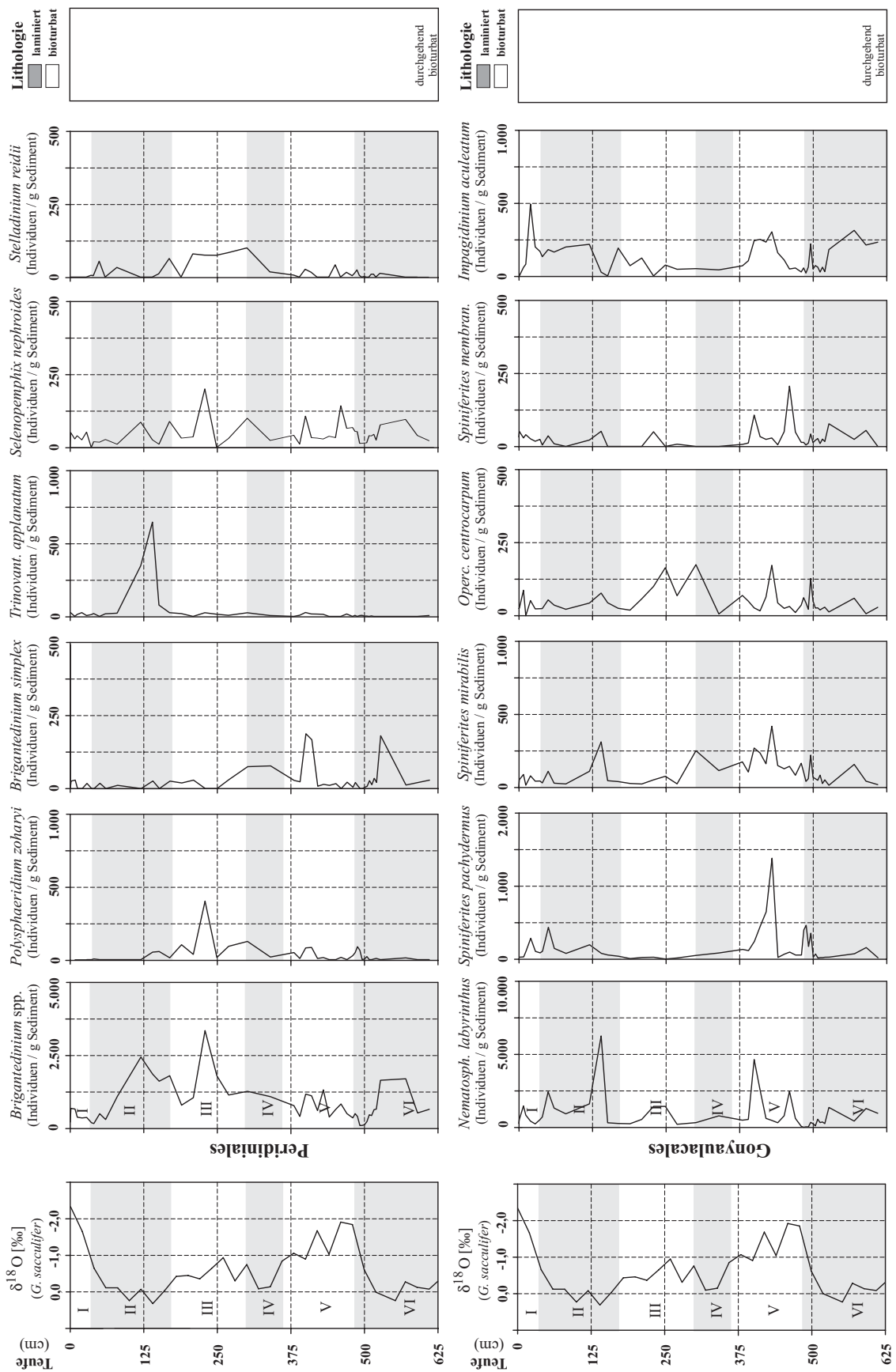


Abb. 32:

Absolute Häufigkeiten (Individuen / g Sediment) ausgewählter organischer Dinoflagellatenzysten und ihre Verteilung innerhalb der untersuchten Proben des Kerns ODP 117-722B im Vergleich zur Isotopenstratigraphie und zur Lithologie.

Dargestellt sind die jeweils 6 häufigsten Taxa aus den Gruppen Peridinales und Gonyaulacales.

Die Variationen des *Shannon*-Index und der Äquitabilität zeigen einen ähnlichen Verlauf, wobei im Holozän ein Anstieg der Kurven zu verzeichnen ist. Die höchsten Werte des *Shannon*-Index wurden für das späte Isotopenstadium VI errechnet und dokumentieren für diesen Zeitraum die höchste Gleichverteilung der Arten/Taxa untereinander.

Die Artengemeinschaften werden von den Arten innerhalb der Gattung *Brigantedinium* spp. (Peridinales) und der Art *Nematosphaeropsis labyrinthus* (Gonyaulacales), deren prozentuale Häufigkeit gegenläufig ist, dominiert. Als maximale absolute Häufigkeiten erreichen beide Arten ca. 60 %. In Abb. 31 sind die jeweils sechs häufigsten Taxa der „protoperidinoiden“ sowie „gonyaulacalen“ organischen Dinoflagellatenzysten aus dem Probenmaterial des Kerns ODP 117-722B als relative Häufigkeiten (%), in Abb. 32 als absolute Häufigkeiten (Individuen / g Sediment) dargestellt. Neben den beiden o.g. Taxa werden höhere prozentuale Gehalte von den Arten *Polysphaeridium zoharyi*, *Bitectatodinium simplex*, *Trinovantedinium applanatum*, *Selenopemphix nephroides*, *Stelladinium reidii*, *Spiniferites pachydermus*, *Spiniferites mirabilis*, *Operculodinium centrocarpum sensu WALL & DALE 1966*, *Spiniferites membranaceus* und *Impagidinium aculeatum* erreicht. Alle genannten Arten stellen zusammen durchschnittlich 85 % der organischen Dinoflagellatenzysten-Assoziation in allen untersuchten Proben. Daneben sind im Probenmaterial des Kerns ODP 117-722B weitere 42 Arten enthalten, die jedoch nur punktuell bzw. in geringen Konzentrationen auftreten. Von den untersuchten Kernen weist diese Lokation die höchste Artenzahl auf.

Die Häufigkeitsverteilung des Taxons *Brigantedinium* spp. zeigt eine inverse Korrelation mit der Sauerstoffisotopenkurve, wobei dies in der Kurve der absoluten Häufigkeit am deutlichsten ausgeprägt ist. Die höchsten Konzentrationen (~ 2.500 Individuen / g Sediment) werden in Sedimenten des letzten glazialen Maximums erreicht. Mit dem TOC-Gehalt der Sedimente ist die Häufigkeit von *Brigantedinium* positiv korreliert. Die Häufigkeitsverteilung dieses Taxons spiegelt darüber hinaus den Verlauf der Gesamtdinoflagellatenzystenhäufigkeit wider.

Die zweithäufigste Art innerhalb der „protoperidinoiden“ Arten ist *Polysphaeridium zoharyi*. Diese zeigt eine reduzierte Häufigkeit in den Sedimentablagerungen aus klimatisch kühleren Phasen. Abgesehen davon ist eine deutliche inverse Korrelation mit der Sauerstoffisotopenkurve mit einem Häufigkeitsmaximum im marinen Isotopenstadium III für diese Art charakteristisch.

Brigantedinium simplex ist durch eine tendenzielle Reduzierung der Häufigkeiten von der Basis des Profils bis zum Top charakterisiert. Einen gegensätzlichen Trend zeigt die Art *Trinovantedinium applanatum*, die ihr Häufigkeitsmaximum in MIS II aufweist.

Einen gegensätzlichen Verlauf zu den zuvor beschriebenen Arten zeigt die Art *Nematosphaeropsis labyrinthus* mit einem Häufigkeitsmaximum während des letzten glazialen Maximum mit einem relativen Gehalt von > 60 % resp. rd. 6.300 Individuen / g Sediment.

In den Häufigkeitsfluktuationen der Arten *Selenopemphix nephroides* und *Stelladinium reidii* ist keine Korrelation mit anderen Parametern zu erkennen. Ihre höchsten Gehalte erreichen diese Arten während des Isotopenstadiums III. Nennenswerte Häufigkeiten größer 5 % bzw. mit mehr als 125 Individuen / g Sediment werden in den untersuchten Proben nicht festgestellt.

Eine hohe Variabilität der absoluten und relativen Häufigkeiten zeigen auch die Arten *Spiniferites mirabilis*, *Operculodinium centrocarpum*, *Spiniferites membranaceus* und *Impagidinium aculeatum*. Die großen Fluktuationen lassen keine eindeutigen Trends in der Häufigkeitszunahme bzw. -abnahme erkennen, jedoch scheinen höhere relative und absolute Gehalte mit den klimatisch wärmeren Profilabschnitten zu korrelieren.

4.4 Zusammenfassung der wichtigsten Ergebnisse

In den organischen Dinoflagellatenzystenassoziationen aus dem nördlichen Arabischen Meer wurden insgesamt 70 Arten- und Artengruppen unterschieden. Die Vergesellschaftungen der Kernprofile als auch der Sedimentoberflächenproben werden durch das Taxon *Brigantedinium* spp. dominiert. Zusammen mit weiteren 12 Arten (*P. zoharyi*, *B. simplex*, *T. applanatum*, *S. nephroides*, *S. reidii*, *N. labyrinthus*, *S. pachydermus*, *S. mirabilis*, *S. membranaceus*, *O. centrocarpum*, *I. aculeatum*, *B. spongium*) stellen diese Taxa mehr als 80% der Fossilgemeinschaften.

Charakteristische Merkmale (Abb. 11) dokumentieren, dass die Vergesellschaftungen post-sedimentäre Erhaltungsunterschiede aufweisen, die auf den Einfluss sauerstoffreichen Bodenwassers in Kombination mit Bakterientätigkeit zurückgeführt werden. Besonders betroffen von diesen Faktoren sind die protoperidinoiden Dinoflagellatenzysten, deren Häufigkeitsmaxima in den Oberflächensedimenten dementsprechend im Kontaktbereich der Sauerstoffminimumzone mit dem pakistanischen Kontinentalhang nachgewiesen sind.

Durch Korrespondenz- und Clusteranalysen können die Vergesellschaftungen der Sedimentoberflächen aufgrund der vorherrschenden ozeanographischen Bedingungen in verschiedene Gruppen eingeteilt werden: Beckenzentrum, Kontinentalhang, Schelfbereich vor Makran und Habmündung, Schelfbereich vor der Indusmündung und Indus-beeinflusster Kontinentalhang.

Mit der Durchführung einer kanonischen Korrespondenzanalyse ist eine Korrelation der Verbreitung einzelner Taxa mit bekannten ozeanographischen Parametern erfolgt (Abb. 15, Tab. 6). Die Wassermassenabhängigkeit derselben Zysten erlaubt die Zuordnung dieser Taxa zu acht Häufigkeits- und Verbreitungsmodellen (Abb. 18, Tab. 7).

Die Kernprofile sind durch z.T. sehr ausgeprägte Fluktuationen der Häufigkeiten organischer Dinoflagellatenzysten und der sedimentologischen Parameter gekennzeichnet. In allen Profilen werden höchste Gesamtkonzentrationen während der klimatisch wärmeren Zeitabschnitte, die höchste Diversität (Artenzahl) während der kühleren Perioden, nachgewiesen. Es besteht eine überwiegend positive Korrelation zwischen Sauerstoffisotopenwerten, Grauwert, TOC-Gehalt und organischer Dinoflagellatenzystenkonzentration.

Die Sedimentkerne aus dem Bereich der heutigen Sauerstoffminimumzone (vor Pakistan Kern SO90-111KL; vor Oman Kern ODP 117-723A) zeigen sedimentologisch charakteristische Wechsel zwischen laminierten, TOC-reichen und bioturbaten Abschnitten. Diese Profile werden durch die protoperidinoiden Taxa dominiert, die über 90% der Fossilgemeinschaft stellen. Während der Übergänge von den Glazialen zu den Warmzeiten erreichen auch die gonyaulacoiden Arten nennenswerte Häufigkeiten von bis zu 40%. Der Gehalt an organischen Dinoflagellatenzysten schwankt zwischen rd. 4.000 und 55.000 Zysten / g Sediment.

Die Sedimentkerne aus dem offenozeanischen Gebieten des Arabischen Meeres (vor Pakistan Kern SO90-94KL; vor Oman Kern ODP 117-722B) weisen durchgehend Bioturbation auf. In diesen Profilen dominieren die protoperidinoiden Taxa zwar weiterhin einzelne Kernabschnitte, jedoch werden deutlich geringere Gesamtkonzentrationen (rd. 1.000 - 14.000 Zysten / g Sediment; punktuelle Häufigkeitsspitzen nicht berücksichtigt) errechnet. Gonyaulacoide Arten sind insgesamt häufiger und stellen teilweise den größten Anteil an der Fossilgemeinschaft.

V. Taxonomie und Autökologie der organischen Dinoflagellatenzysten

Im folgenden Kapitel werden alle in den untersuchten Proben vorgefundenen Dinoflagellatenzysten aufgeführt. Ihre taxonomische Zuordnung richtet sich nach Williams *et al.* (1998) und Fensome *et al.* (1993). Soweit bekannt, werden sowohl Zysten- als auch Theka-Name angegeben. Synonyme werden nur angeführt, sofern diese weit verbreitet sind und auch heute noch verwendet werden.

Die Beschreibung der Arten soll deutlich machen, welche Kriterien zur Zuordnung der einzelnen Arten geführt haben. Repräsentative Individuen sind auf den Tafeln 1 - 14 (Anhang) dargestellt. Falls es sich bei den Neubeschreibungen um rezente Arten handelt, wird eine lateinische Diagnose angeführt. Die Präparate, auf denen die abgebildeten, neu beschriebenen Exemplare konserviert sind, werden nach gültiger Publikation im British Museum of Natural History, London, hinterlegt und werden dort archiviert.

Im Anschluss an die Beschreibung der einzelnen Arten sind ihre globale, geographische Verbreitung sowie ihre ökologischen Ansprüche (z.B. Hydrodynamik der Wassermassen, Temperatur, Salinität, Nährstoffangebot u.ä.) angeführt. Die Begriffe tropisch, warm- bzw. kaltgemäßigt, boreal und polar, zu denen die hier aufgeführten Arten zugeordnet sind, wurden von Taylor & Pollinger (1987) definiert.

Abschließend ist das Auftreten der Taxa im Untersuchungsgebiet anhand von Verbreitungskarten (relative und absolute Häufigkeit) dargestellt.

Stamm **Dinoflagellata** (BÜTSCHLI 1885) FENSOME *ET AL.* 1993

Unterstamm **Dinokaryota** FENSOME *ET AL.* 1993

Klasse **Dinophyceae** PASCHER 1914

Unterklasse **Gymnodiniphycidae** FENSOME *ET AL.* 1993

Ordnung **Gymnodinales** APSTEIN 1909

Unterordnung **Gymnodiniineae** Autonym

Familie **Gymnodiniaceae** (BERGH 1881) LANKESTER 1885

Gattung ***Gymnodinium*** VON STEIN 1878

Zyste von *Gymnodinium catenatum*

Theka: *Gymnodinium catenatum* GRAHAM 1943 emend. ANDERSON *ET AL.* 1988

Ergänzende Literatur: Anderson *et al.* (1988), S. 259-260, Fig. 7-16.

Beschreibung: Die Zyste von *Gymnodinium catenatum* ist rund, hellbraun bis braun und zeigt auf ihrer Oberfläche ein dünnes reticulates Muster. Das Zingulum und die apikale Pore der vegetativen Form wird von der Zyste reflektiert. Weitere Elemente der Paratabulation sind nicht erkennbar. Teilweise ist die Sutura des Flagellums sichtbar. Bei der Exzystierung bricht die Zyste entlang des Zingulums auf, wobei Hypozyste und Epizyste verbunden bleiben. Matsuoka (1985a) beschreibt die Form dieser Archaeopyle als „chasmic archeopyle“.

Durchmesser der Zyste: 48-57µm.

Vorkommen / Ökologie: *Gymnodinium catenatum* wurde zuerst aus dem Golf von Kalifornien (Graham, 1943) beschrieben. In den letzten 20 Jahren ist *G. catenatum* auch in anderen Seegebieten gefunden worden (z.B. Philippinen: Fukuyo *et al.*, 1993; Russland: Konovalova, 1993; Palau:

Hallegraeff, 1993; Portugal: Franca & Almeida, 1989). Hallegraeff & Bolch (1992) entdeckten die Art an den Küsten von Australien, wo sie nach Ansicht der Autoren durch das Wasser aus Schiffsballasttanks eingeschleppt wurde. Molekulargenetische Untersuchungen an verschiedenen Populationen von *G. catenatum* zeigen eine sehr nahe Verwandtschaft auf (Blackburn, pers. Mitteil. in Hallegraeff & Bolch, 1992), was auf die Verbreitung eines einzigen genetischen Stammes hinweist. *G. catenatum* wird vor Galizien erstmals im Jahr 1976 gefunden, demselben Jahr in dem die spanische Hochseefischereiflotte auch in argentinischen Gewässern zu operieren begann, wo diese Art bereits seit 1961 bekannt ist (Balech, 1964). Trotz der Verbreitung der Art durch den Menschen, können ökologische Vorlieben dieses Taxons postuliert werden.

Dale *et al.* (1993) schreiben, dass Zysten von *G. catenatum* im Kattegat-Skagerak vor allem infolge des Einstroms wärmerer Wassermassen auftreten. So werden Zysten während der „kleinen Eiszeit“ (ca. 300 Jahre v.h.) dort nicht überliefert. Matsuoka & Fukujo (1994) beschreiben die Art aus den japanischen, warm-temperierten Küstengewässern. In Laboruntersuchungen zeigten Blackburn *et al.* (1989), dass optimale Wachstumsbedingungen für *G. catenatum* in einem Temperaturbereich zwischen 14,5-20°C und einem Salinitätsbereich zwischen 23-34‰ liegen. Kein Wachstum findet hingegen bei Temperaturen < 12,5°C und > 25°C sowie Salinitäten < 20‰ statt.

Im Arabischen Meer ist *Gymnodinium catenatum* nur anhand weniger Einzelfunde dokumentiert. Eine besondere Vorliebe zu bestimmten ozeanographischen Parametern ist nicht nachweisbar.

Familie **Polykrikaceae** KOFOID & SWEZY 1921

Gattung **Polykrikos** BÜTSCHLI 1873

Zyste von *Polykrikos kofoidii* CHATTON (1914) emend. MOREY-GAINES & RUSE 1980

Taf. 1, Figs. 1-3

Ergänzende Literatur: Morey-Gaines & Ruse (1980), 230-231, Fig. 4;

Matsuoka (1985b), S. 62

Matsuoka (1987)

Beschreibung: Elongate Zyste, deren Wand aus zwei Lagen besteht. Das Endophragma ist relativ dick und glatt, das Periphragma ist fibrös und runzelig. Die Farbe der Zyste ist hellbraun bis braun. Die Prozesse sind fibrös und tubiform, teilweise sind einige Prozesse durch wandartige Septen verbunden. Fünf transversal zur apikalen Achse verlaufende Reihen dieser hohlen Prozesse verteilen sich über den Zystenkörper. Die Enden der Prozesse sind unregelmäßig geformt.

Größe der Zyste: Länge: 35-61µm Breite: 24-44µm

 Länge der Prozesse: 8-13µm

Ökologie und Biogeographie: Die Zysten von *Polykrikos kofoidii* sind sehr häufig vor der Westküste Afrikas im saisonalen Auftriebsgebiet vor Cap de Trois Point. Das Auftreten dieser Art korreliert mit hohen Temperaturen (Sommer: 27,5°C bis 28°C, Winter: 24°C) und normaler Salinität von 34-35‰ (Marret, 1994). Im Auftriebsgebiet vor Peru ist die Zyste von *P. kofoidii* am häufigsten (>10%) außerhalb der Auftriebszelle; in den Sedimentkernen nimmt die Häufigkeit mit der Tiefe ab (Biebow, 1996). Nach Marret (1994) ist *P. kofoidii* eine tropische bis subtropische Art. Hierfür spricht auch das Fehlen der Zysten dieser Art in Proben des Nord- und Südatlantiks (Harland, 1988; Harland *et al.*, 1998; Matthiessen, 1991; Rochon, 1997; Rochon & de Vernal, 1994).

Matsuoka (1985b, s.a. Matsuoka, 1987) sieht das regionale Auftreten der Zyste vor den Japanischen Inseln an dort auftretende Kaltwasserströmungen gebunden.

Nach Ergebnissen der vorliegenden Studie sowie nach den Beobachtungen von Zonneveld (1997a) sind die Zysten von *Polykrikos kofoidii* vorwiegend an Sedimente des Schelfs gebunden. Im Arabischen Meer ist keine Vorliebe zu hohem Nährstoffangebot zu beobachten, wie sie von Marret (1994) postuliert wird.

In den untersuchten Proben aus dem Arabischen Meer wurden Zysten von *Polykrikos kofoidii* nur selten gefunden (Abb. 33), so dass eine Vorliebe für bestimmte ozeanographische Parameter nicht abgeleitet werden kann.

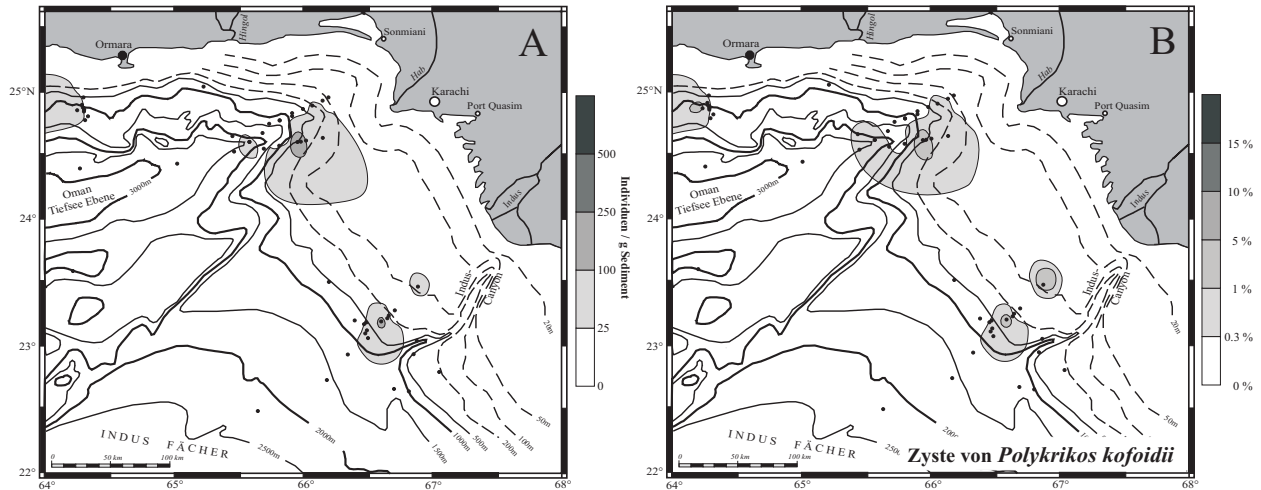


Abb. 33: Verbreitungskarten mit Darstellung der absoluten (links) und relativen (rechts) Häufigkeiten der Zyste von *Polykrikos kofoidii* in den Proben aus Oberflächensedimenten des nordöstlichen Arabischen Meeres.

Zyste von *Polykrikos schwarzii* BÜTSCHLI 1873

Taf. 1, Figs. 4-5

Ergänzende Literatur: Harland (1981), S. 76, 78-79, Fig. 2-6, 8; Taf. 1, Fig. 1-9; Taf. 2, Fig. 1-9; Taf. 3, Fig. 1-4, 7-9; Taf. 4, Fig. 1-6.

Matsuoka (1985a), S. 224-225, Fig. 1; Taf. 1, Fig. 1-5.

Beschreibung: Elongate, braune bis dunkelbraune Zyste. Eine dünne, glatte innere Wand ist überlagert von einer fibrösen, äußeren Wand, von der fibröse Kammstrukturen ausgehen. Eine polygonale Archaeopyle ist bei wenigen Exemplaren an einem Ende der Zyste vorhanden. Im Gegensatz zu *P. kofoidii* sind die Prozesse nicht in transversalen Reihen angeordnet, sondern unregelmäßig verteilt.

Größe der Zyste: Länge: 52-81µm Breite: 38-60µm

 Länge der Prozesse: 10-15µm

Vorkommen / Ökologie: Die Art ist in neritischen und ozeanischen Bereichen des nordöstlichen Atlantiks und der Nordsee (Harland, 1981; Reid, 1978) häufig. Nach Matthiessen (1991) ist die Art an warme nordatlantische Wassermassen gebunden. Rochon *et al.* (1999) finden Zysten von *P. schwarzii* in geringen Mengen (jedoch immer auftretend) im temperierten Nord-Atlantik. Nach Verbreitungsangaben von Harland (1981), Harland (1983) und Reid (1978) sind Zysten von *P. schwarzii* im gesamten Nord-Atlantik östlich von 30°W nachgewiesen. In den Oberflächensedimenten der Nordsee und des Firth of Forth ist die Art selten; als Toleranzgrenzen werden Sommertemperaturen von mind. 12°C und eine Salinität von mind. 35‰ genannt.

In den Sedimenten des Arabischen Meeres sind Zysten von *P. schwarzii* sehr selten (Einzelfunde) und zeigen keinerlei Affinitäten (Abb. 34).

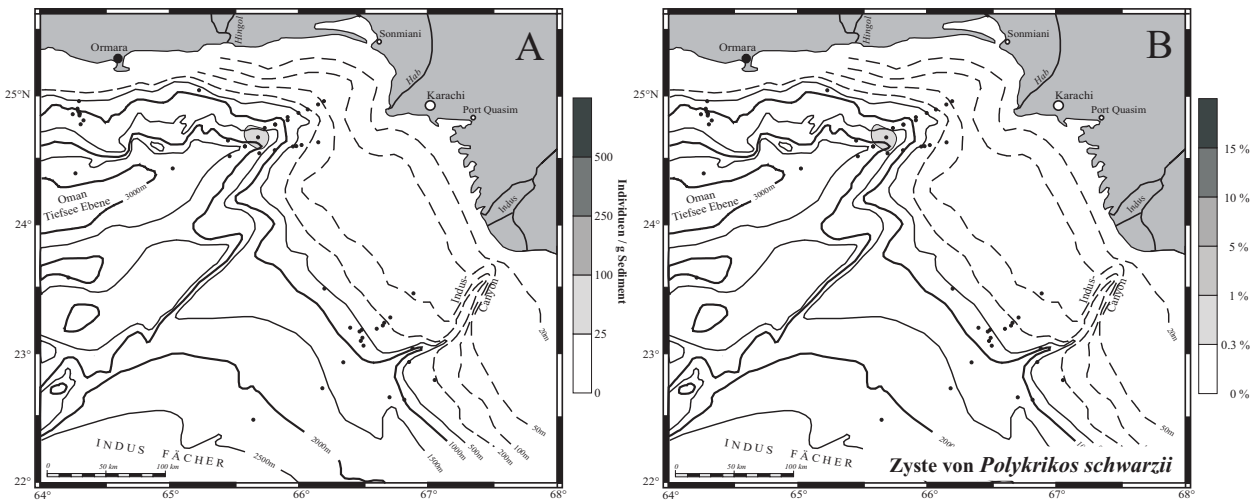


Abb. 34: Verbreitungskarten mit Darstellung der absoluten (links) und relativen (rechts) Häufigkeiten der Zyste von *Polykrikos schwarzii* in den Proben aus Oberflächensedimenten des nordöstlichen Arabischen Meeres.

Gattung *Pheopolykrikos* CHATTON 1933

Zyste von *Pheopolykrikos hartmanni* (ZIMMERMANN) MATSUOKA & FUKUYO 1986

Ergänzende Literatur: Matsuoka & Fukuyo (1986), S. 811-818

Beschreibung: Runde, hellbraune Zyste. Die Zystenwand besteht aus einem dünnen Periphragma mit granularer Oberfläche und einem glatten Endophragma. Die Prozesse sind non-tabular angeordnet und dicht auf der Zystenoberfläche verteilt. Sie sind hohl und laufen konisch spitz zu. Die Prozessenden erscheinen acuminat. Eine Archaeopyle ist nicht gefunden worden. Matsuoka & Fukuyo (1986) beschreiben eine „chasmic archeopyle“, die entlang des Zystenmeridians verläuft. Die Wandstärke ist gering - die selten vorkommenden Exemplare sind stark deformiert.

Durchmesser der Zyste: 48-55µm

Länge der Prozesse: 5-7µm

Vorkommen / Ökologie: Matsuoka (1985b, 1987) und Matsuoka & Lee (1994) finden Zysten von *Pheopolykrikos hartmanni* in den Küstengewässern von Japan (Bucht von Omura, Nagasaki und Senzaki). Weiterhin ist *P. hartmanni* aus der Deutschen Bucht bekannt (Nehring, 1994). Beide Meeresgebiete sind charakterisiert durch saisonal, stark variierende Wassertemperaturen, einer Salinität von ~ 30-34‰ und durch einen erhöhten, durch Flussfracht bedingten, Nährstoffeintrag. Zysten von *P. hartmanni* sind auch aus dem Auftriebsgebiet vor Peru bekannt (Biebow, 1996) und korrelieren mit hohem Nährstoffgehalt im Oberflächenwasser. Höchste, absolute Häufigkeiten werden im Zentrum der Auftriebszellen festgestellt. Aufgrund der geringen Häufigkeiten der Art in den Proben aus dem Arabischen Meer - Einzelfund in der Oberflächenprobe SO90 - 120KG -, lässt sich für die Zysten von *Pheopolykrikos hartmanni* in diesem Meeresgebiet keine Affinität zu höheren Nährstoffgehalten belegen.

Unterklasse **Peridiniphycida** FENSOME *ET AL.* 1993
 Ordnung **Gonyaulacales** TAYLOR 1980
 Unterordnung **Gonyaulacineae** AUTONYM
 Familie **Gonyaulacaceae** LINDEMANN 1928
 Unterfamilie **Cribroperidinioideae** FENSOME *ET AL.* 1993

Gattung ***Lingulodinium*** WALL 1967
Lingulodinium ?hemicystum McMINN 1991

Taf. 1, Figs. 6-8

Ergänzende Literatur: McMinn (1992)

McMinn (1991), S. 278; Taf. 3, Fig. 1-5, 7-8, 10-11, 13-14.

Beschreibung: Große runde bis leicht ovale Zyste, die aufgrund ihrer epizystal angelegten Archaeopyle meistens nur als Zystenhälfte überliefert wird. *Lingulodinium hemicystum?* besitzt zahlreiche, klingenförmige, non-tabular angeordnete, hohle und sich distal verjüngende, geschlossene Prozesse (ca. 70-90). Die Zystenwand besteht aus einem psilaten bis microgranulaten Endophragma (ca. 1-2µm), sowie einem dünneren psilaten Periphragma. Die epizystale Archaeopyle spaltet die Zyste in zwei nahezu gleich große Hälften. Weitere Merkmale der Paratabulation fehlen.

Die aus den Proben des Arabischen Meer gewonnenen Exemplare weichen geringfügig von den Merkmalen der Originalbeschreibung ab, da die Prozesse nicht vollständig entwickelt sind. Dieser Unterschied rechtfertigt jedoch keine Abspaltung zu einer anderen Art, da Variationen in der Ausbildung der Prozesse bei einer Vielzahl von Arten dokumentiert werden. Häufig wird die verminderte Ausbildung der Prozesse in der Literatur mit dem Suffix „short“ versehen und als ökophänotypische Varianz infolge der von 35‰ abweichenden Salinitäten angesehen.

Durchmesser der Zyste: ~ 48-54µm

Länge der Prozesse: 5-7µm (Durchmesser an der Basis: 2,5-3µm)

Vorkommen / Ökologie: *Lingulodinium hemicystum?* ist die häufigste Art in den ästuarinen Sedimenten von Brisbane Waters, Lake Macquarie, Tuggerah Lakes, Port Jackson und Port Hacking (alle Lokationen SE Australien). Weitere Fundorte sind bisher nicht bekannt. Die wenigen, in Arabischen Meer gefundenen Exemplare lassen keine Zuordnung aufgrund ökologischer Präferenzen zu (Abb. 34).

Differential-Diagnose: Eine Zuordnung zu einer Variante der Art *L. machaeophorum* wird ausgeschlossen, da diese Art eine Archaeopyle besitzt, die durch den Verlust einzelner Platten gebildet wird. Alle im Arabischen Meer vorgefundenen Exemplare von *L. hemicystum?* sind ausschließlich durch eine epizystale Archaeopyle charakterisiert.

Lingulodinium machaerophorum (DEFLANDRE & COOKSON 1955) WALL 1967

Zyste von *Lingulodinium polyedrum* (*Gonyaulax polyedra*)

Taf. 1, Figs. 9-12

Ergänzende Literatur: Wall (1967)

Kokinos & Anderson (1995)

Beschreibung: Runde, farblose Zyste mit feiner, granularer Oberflächenstruktur. Die Prozesse sind non-tabular verteilt, hohl und an den Enden geschlossen. Die Basis der Prozesse ist kreisrund, jedoch erscheint sie im weiteren Verlauf oval. Die Prozesse verjüngen sich schon nah an der Basis und laufen dann langsam spitz zu, wobei einige Enden kleine Granulae zeigen. Die Archaeopyle wird durch den Verlust einer oder mehrerer P-Platten gebildet. Die außergewöhnliche Variabilität im Verhältnis der Größe der Zyste zur Länge der Prozesse, sowie in der Ausbildung der Archaeopyle illustrieren Kokinos & Anderson (1995).

Durchmesser der Zyste: 35-51 µm

Länge der Prozesse: bis zu 17 µm

Vorkommen / Ökologie: *L. machaerophorum* ist als kosmopolitische Art zu bezeichnen und wird aus den verschiedensten Regionen mit unterschiedlichsten Affinitäten beschrieben. Harland (1983) findet diese Art im südlichen Teil des westlichen N-Atlantiks, in der Karibik, an der W-Küste Afrikas und an der W-Küste der Britischen Inseln, und sieht diese Verbreitung im Zusammenhang mit der Süd-Äquatorial-Strömung. Wall *et al.* (1977) finden die Art in ästuarinen, gering-salinaren Meeresgebieten der Irischen See. Auch in Meeresgebieten mit höherem Salzgehalt ist *L. machaerophorum* nachgewiesen worden (Harland, 1983; Wall *et al.*, 1977). Rochon *et al.* (1999) finden *L. machaerophorum* in Sedimenten der Ostküste Nord-Amerikas, an den Küsten Westeuropas sowie in der Nordsee und konstatieren ein bevorzugtes, neritisches Habitat. Höchste absolute Häufigkeiten wurden im Golf von Biscaya und vor Portugal nachgewiesen (bis zu 80%), wo die Wassertemperatur im Jahresgang zwischen 16 und 22°C und die Salinität mehr als 36‰ beträgt.

Temperatur und Salinität scheinen jedoch keine stark limitierenden, ökologischen Faktoren zu sein. *L. machaerophorum* ist als dominante Art in zahlreichen schottischen Lochs beschrieben worden (Lewis, 1988). Bradford & Wall (1984) finden *L. machaerophorum* weit verbreitet im Persischen Golf und an der Küste von Musandam. Häufiges Auftreten wird in Proben aus dem NW Gebiet des Golfes von Oman beschrieben. Die absolute Häufigkeit nimmt zum offeneren Habitat hin ab. Ein ähnliches Ergebnis beschreibt Zonneveld (1997a). *L. machaerophorum* ist vor allem in den Schelfsedimenten des nordwestlichen Arabischen Meeres präsent. Auch Zonneveld (1997a) dokumentiert das häufigste Vorkommen in ästuarinen Gebieten (rel. Häufigkeit bis 2 %).

Trotz der weltweiten Verbreitung und der möglichen Anpassung an verschiedenste Milieus scheinen verschiedene ökophänotypische Variationen zu existieren. Wall *et al.* (1977) schränken ein, dass *L. machaerophorum* in hohen Individuenzahlen nur in ästuarinen Meeresgebieten sowie an Kontinentabhängungen vorkommt und attestieren der Art eine Affinität zu hohem Nährstoffgehalt. Dieselben Autoren beschrieben die intraspezifische Variabilität der Ausbildung der Archaeopyle. Bradford & Wall (1984) dokumentieren hauptsächlich Exemplare mit einer 5-P-Archaeopyle, die Wall *et al.* (1977) als charakteristisch für tropische bis subtropische marine Habitate ansehen.

Als weitere ökophänotypische Ausbildung wird *Lingulodinium machaerophorum* (short) betrachtet. Harland (1977) und Kokinos & Anderson (1995) sehen einen Zusammenhang zwischen der Ausbildung kurzer Prozesse und einer von 35‰ abweichenden Salinität. Diese These scheint sich durch Untersuchungen in verschiedenen Meeresgebieten (mündl. Mitteil. Zonneveld 2000, Head

2000) sowie durch Zuchtversuche (schriftl. Mitteilg. Lewis, 1998) zu bestätigen.

In den Sedimenten des Arabischen Meeres ist sowohl *L. machaerophorum* als auch die ökophänotypische Variante mit kurzen Prozessen (*L. machaerophorum* short) überliefert. Im nördlichen Arabischen Meer vor Pakistan werden höchste Konzentrationen von *L. machaerophorum* mit Gehalten um 2 % dokumentiert (Abb. 35).

Unter Berücksichtigung rezenter ozeanographischer Parameter aus diesem Bereich ist der Art eine Vorliebe für geringfügig erhöhte Salinitäten (35,5 ‰ - 36 ‰) sowie für eutrophe Bedingungen zu attestieren. *L. machaerophorum* (short) tritt in den Sedimenten nur selten auf (Einzelfunde), so dass bevorzugte ozeanographische Bedingungen nicht abgeleitet werden können.

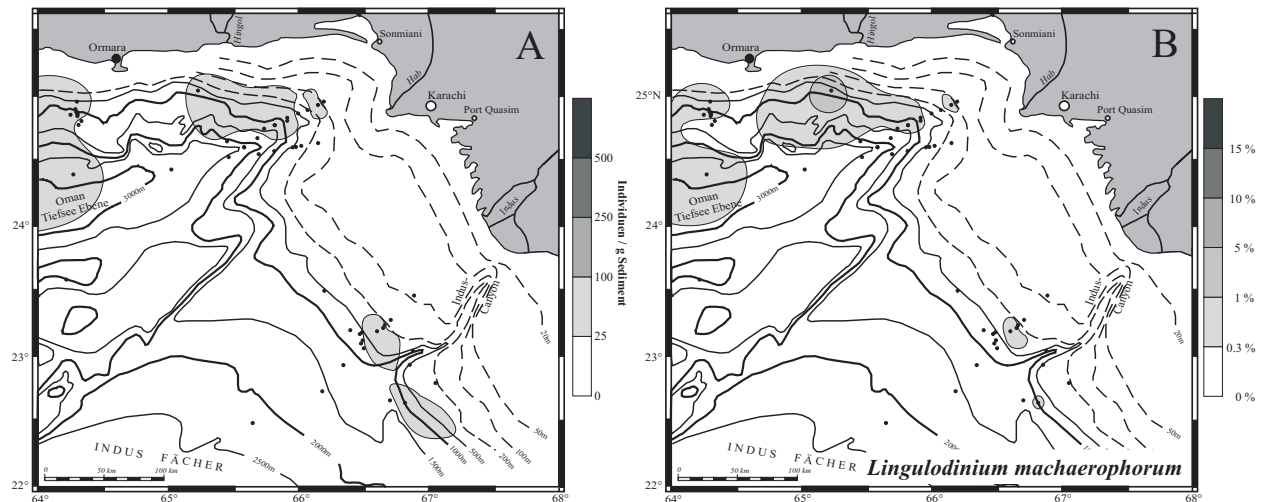


Abb. 35: Verbreitungskarten mit Darstellung der absoluten (links) und relativen (rechts) Häufigkeiten der Zyste von *Lingulodinium machaerophorum* in den Proben aus Oberflächensedimenten des nordöstlichen Arabischen Meeres.

Gattung *Operculodinium* WALL 1967

Operculodinium centrocarpum (DEFLANDRE & COOKSON 1955) WALL 1967

Zyste von *Protoceratium reticulatum* BÜTSCHLI 1885 nach Matsuoka *et al.* (1997)

Taf. 2, Figs. 1-9

Ergänzende Literatur: Wall (1967), S. 111, Taf. 16, Fig. 1-2, 5;

Matsuoka *et al.* (1997)

Beschreibung: Chorale, farblose Zyste. Rund bis eiförmig mit dünner, innerer, glatter Wandstruktur (Endophragma) und dickerer, äußerer mikroretikulater bis mikrogranularer Wand. Die Archaeopyle wird durch den Verlust einer P-Platte (3^o) gebildet. An einigen Zysten ist eine leichte Depression am Sulkus sichtbar. Die radiale Anordnung der kompakten Prozesse ist non- und/oder intratabular. Vielgestaltig ist die Ausbildung der Prozesse, die unverzweigt sind und in ihrer Länge stark variieren. Die Enden der Prozesse können capitat, umgebogen, truncat oder patulat ausgebildet sein. Die Basis der Prozesse ist rund bis zylindrisch.

Durchmesser der Zyste: 32-40µm

Länge der Prozesse: bis 12µm

Vorkommen / Ökologie: Im N-Atlantik ist *Operculodinium centrocarpum* sensu WALL & DALE (1966) nahezu überall verbreitet. Eine Ausnahme bilden nur die Regionen, die unter ständiger Packeisbedeckung stehen (Mudie, 1992). Obwohl diese Art ein breites Spektrum an Temperatur- und Salinitätsschwankungen toleriert, folgt ihr Verbreitungsmuster dem Verlauf des Golfstromes und der Nordatlantikdrift (Harland, 1983). Bradford & Wall (1984) finden *O. centrocarpum* nur am Isthmus des Persischen Golfes und in küstennahen Proben vor der Musandam-Halbinsel sowie dem Golf von Oman und dem Arabischen Meer.

Im nordöstlichen Teil des Arabischen Meeres (diese Studie) ist die Art im offenmarinen Millieu am häufigsten (Abb. 36). Dieses Verbreitungsmuster wird auch von Zonneveld (1997a) bestätigt, die die westlicheren Gebiete des nördlichen Arabischen Meeres untersuchte. Alle genannten Autoren sehen in neritischen Regionen eine Abhängigkeit der Eindringtiefe der Oberflächenströmungen auf die Verbreitung der Art. Wall (1967) beschreibt *O. centrocarpum* aus 90% aller bearbeiteten Proben des Atlantischen Ozeans und klassifiziert die Art als neritischen Kosmopoliten. Die Verbreitung mit hohen absoluten Häufigkeiten korreliert mit mild- bis kalt-temperierten, gering-salinaren küstennahen Abschnitten und Meeresbuchten sowie Bereichen vor Flussmündungen. Wall *et al.* (1977) finden die höchsten Konzentrationen dieser Art am Fuß des Kontinentalhangs und interpretieren dieses als Umlagerungseffekt, da die vegetative Zelle (hier als *Gonyaulax grindleyi* = *P. reticulatum*) eine rein neritische Dinoflagellaten-Art ist. Morzadec-Kerfourn (1979) charakterisiert *O. centrocarpum* ebenfalls als neritische Art, die jedoch in etwas tieferen, „stabileren“ Wasserschichten lebt, um saisonalen Temperatur- und Salinitätsschwankungen auszuweichen.

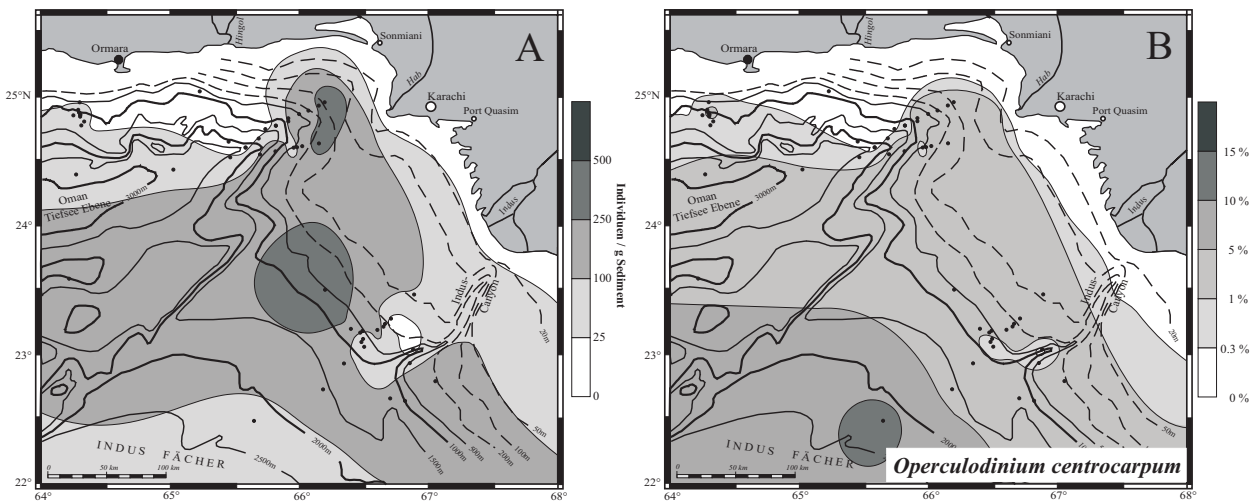


Abb. 36: Verbreitungskarten mit Darstellung der absoluten (links) und relativen (rechts) Häufigkeiten von *Operculodinium centrocarpum* in den Proben aus Oberflächensedimenten des nordöstlichen Arabischen Meeres.

Eine mögliche ökophänotypische Ausbildung von *O. centrocarpum* ist *O. centrocarpum* (short). Bei dieser Variation sind die Prozesse im Vergleich zum Zystendurchmesser sehr kurz. Ökologisch wird von verschiedenen Autoren vermutet, dass die verkürzten Prozesse durch erhöhte oder verringerte Salinitätsgehalte hervorgerufen werden (pers. Mitteilg. von Head, Zonneveld, Matthiessen, Lewis; Ellegaard, 2000).

Im nördlichen Arabischen Meer tritt *O. centrocarpum* (short) in geringen Häufigkeiten, jedoch in nahezu allen Proben auf. Eine besondere Präferenz lässt sich anhand der Ergebnisse nicht ableiten (Abb. 37).

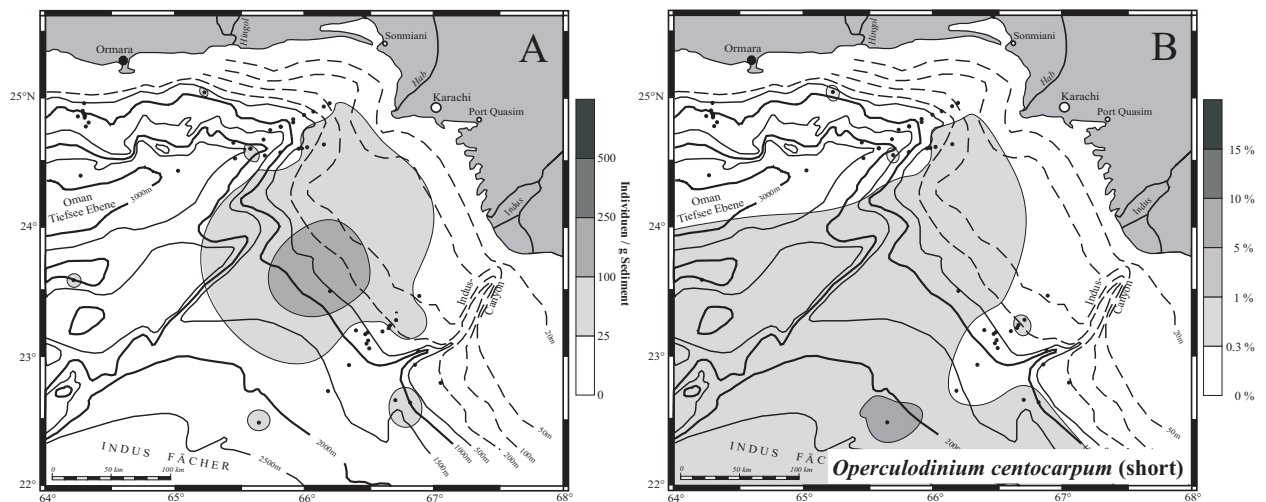


Abb. 37: Verbreitungskarten mit Darstellung der absoluten (links) und relativen (rechts) Häufigkeiten von *Operculodinium centrocarpum* (short) in den Proben aus Oberflächensedimenten des nordöstlichen Arabischen Meeres.

***Operculodinium israelianum* (ROSSIGNOL 1962) WALL 1967**

möglicherweise Zyste von *Protoceratium reticulatum* BÜTSCHLI 1885,

zugeordnet von Harland (1983) und Wall & Dale (1968)

Ergänzende Literatur: Wall (1967), S. 111, Taf. 16, Fig. 3-4;

Beschreibung: Chorate, farblose, runde bis leicht ovale Zyste. Die Wand der Zyste besteht aus zwei Lagen, die an den Prozessen zusammengedrückt sind. Das Endophragma ist dünn und glatt, das Periphragma ist ~ 0,5-1,0 µm dick und zeigt eine granulare bis fibröse Oberfläche. Die non-tabular angeordneten, konischen Prozesse besitzen an der Basis Striae und werden aus dem Periphragma gebildet. Die Archaeopyle entsteht durch den Verlust einer P-Platte (3“).

Durchmesser der Zyste: 30-38 µm

Länge der Prozesse: 2-3 µm

Vorkommen / Ökologie: *Operculodinium israelianum* ist im Nord- und Südatlantik, sowie den angrenzenden Meeresgebieten, auf den tropischen bis subtropischen Bereich beschränkt und bevorzugt hier die ästuarinen Gebiete (Wall *et al.*, 1977). Harland (1983) dokumentiert ein ähnliches Verbreitungsmuster im Atlantik und findet die Art in temperierten bis tropischen Schelfregionen. Die höchsten Individuenzahlen wurden in der Karibik ermittelt, jedoch sind auch hohe Konzentrationen vor der Küste NW-Afrikas und der Iberischen Halbinsel nachgewiesen worden. Ebenfalls hohe Konzentrationen beschreibt Wall (1967) aus Kernmaterial des Yucatan Beckens sowie des Cariaco Tiefsseegrabens. Die Art ist bislang nicht in borealen bis subborealen Oberflächensedimenten gefunden worden.

Zonneveld (1997a) zeigt eine Verbreitungskarte der Art aus dem nordwestlichen Arabischen Meer. Aufgrund der geringen Häufigkeiten von +/- 0,25 % können jedoch keine Affinitäten abgeleitet werden. Im Persischen Golf ist *O. israelianum* nahezu flächenhaft gefunden worden (Bradford & Wall, 1984). Obwohl die Art am Isthmus des Persischen Golfes häufiger ist, sind wenige Individuen auch in der Strasse von Hormuz und am Küstenabschnitt von Musandam vorhanden. Bradford & Wall (1984) weisen nach, dass die Häufigkeit im nördlichen Arabischen Meer mit zunehmender Entfernung von der Küste abnimmt. Die Autoren belegen auch, dass die Verbreitungsmuster von *O. israelianum* und *O. centrocarpum* sich gegenseitig ausschließen – als möglicher Grund wird die Vermeidung von Nahrungskonkurrenz genannt.

In den Sedimenten des Arabischen Meeres ist *O. israelianum* auf die Kernabschnitte beschränkt, die in klimatisch wärmeren Zeiten abgelagert wurden. *O. israelianum* wird zu den neritischen Arten gezählt, tritt in den bearbeiteten Oberflächenproben aber auch in küstenfernen Sedimenten in geringer Häufigkeit auf (Abb. 38). In den ausgewählten Profilen des nordöstlichen Arabischen Meeres und vor der Küste Omans zeigen die Verbreitungsmuster *O. israelianum* und *O. centrocarpum* gegenläufige Muster. Dieses kann auf das Umgehen von Nahrungskonkurrenz zurückzuführen sein, jedoch ist nicht auszuschließen, dass es sich bei *O. israelianum* und *O. centrocarpum* um ökophänotypische Varianten der vegetativen Dinoflagellatenart *Protoceratium reticulatum* handelt. Zur abschließenden Bewertung dieser Theorie müssen in einer weiterführenden Studie zuerst die Grenzbereiche der Verbreitung der Arten auf Übergangsformen hin untersucht werden.

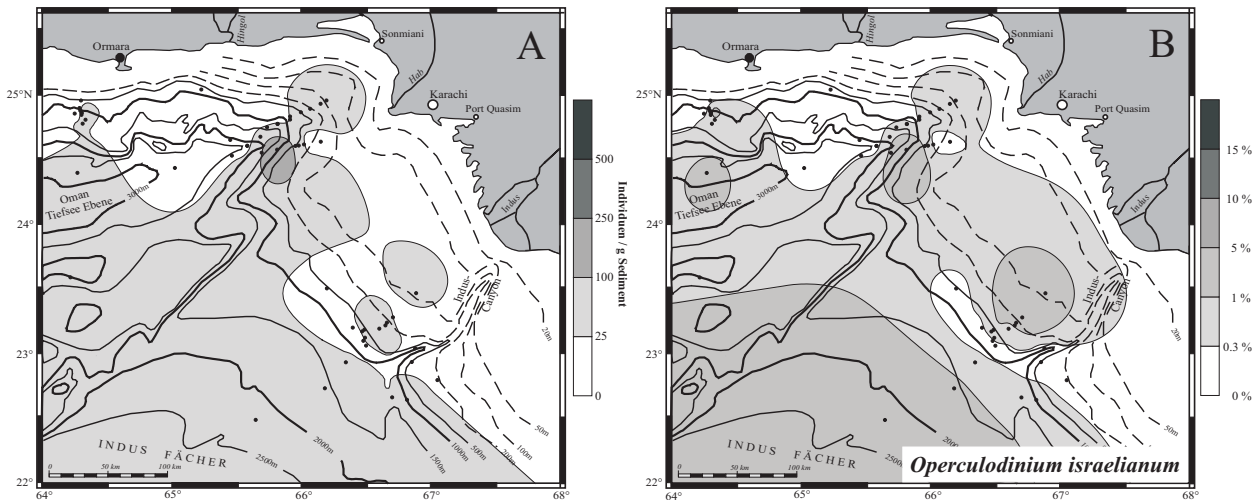


Abb. 38: Verbreitungskarten mit Darstellung der absoluten (links) und relativen (rechts) Häufigkeiten von *Operculodinium israelianum* in den Proben aus Oberflächensedimenten des nordöstlichen Arabischen Meeres.

Ebenso wie die Arten *O. centrocarpum* und *L. machaerophorum* bildet auch *O. israelianum* eine ökophänotypische Variante mit verkürzten Prozessen aus - *O. israelianum* (short) -, die wie auch bei den zuvor genannten Arten auf erhöhte oder verringerte Salinitätsgehalte zurückgeführt wird (freundl. mündl. Mitteil. von Head, Zonneveld, Matthiessen, Lewis). Aufgrund der seltenen Funde im nordöstlichen Arabischen Meer können keine ökologischen Präferenzen abgeleitet werden (Abb. 39).

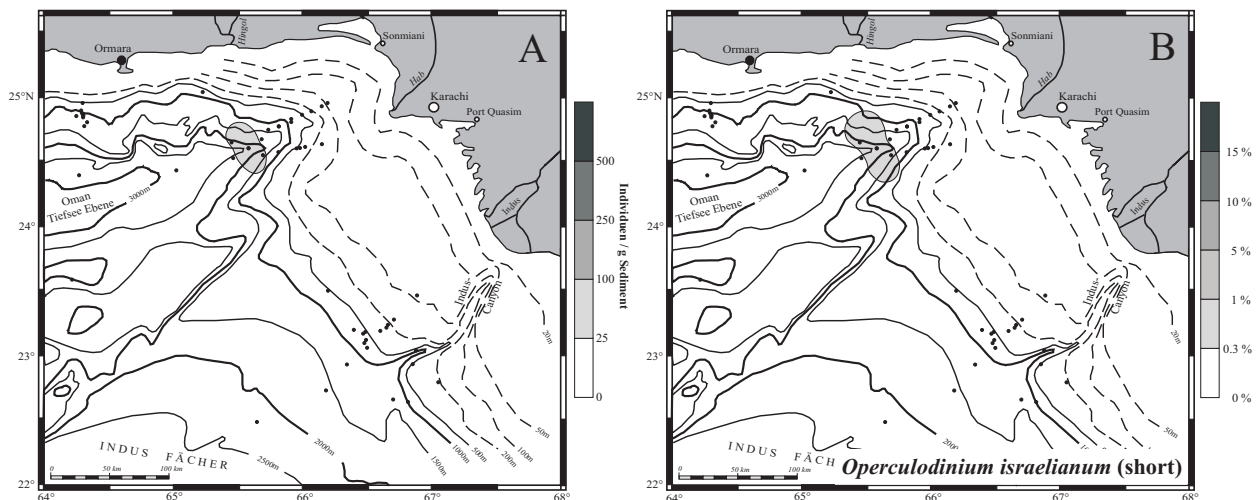


Abb. 39: Verbreitungskarten mit Darstellung der absoluten (links) und relativen (rechts) Häufigkeiten von *Operculodinium israelianum* (short) in den Proben aus Oberflächensedimenten des nordöstlichen Arabischen Meeres.

Operculodinium janduchenei HEAD ET AL. 1989A

Taf. 2, Figs. 10-12

Ergänzende Literatur: Head *et al.* (1989a), S. 459; Taf. 1, Figs. 3-4, 7Head *et al.* (1989b)Rochon *et al.* (1999), S. 22; Taf. 1, Figs. 10-13

Beschreibung: Proximochorate, farblose, runde bis leicht ovale Zyste. Die äußere Wand der Zyste ist durch eine fein- bis grobkörnige granulate Oberfläche charakterisiert. Die Prozesse sind sehr gleichmäßig über die Zyste verteilt, die Anordnung ist non-tabular. Sie sind konisch und relativ kurz, häufig hohl und distal geschlossen, jedoch wurden auch Abweichungen von diesen Merkmalen sowie fließende Übergänge gefunden. Die Archaeopyle wird durch den Verlust einer P-Platte (3⁴) gebildet.

Durchmesser der Zyste: 30-35µm

Länge der Prozesse: 1-2µm

Vorkommen / Ökologie: Der Holotyp von *Operculodinium janduchenei* wurde aus dem Oberen Miozän der Labrador-See beschrieben. Die Art wurde im Nordatlantik im zeitlichen Intervall von Miozän bis rezent in Sedimenten vorgefunden, die als ozeanisch sowie randlich-neritisch angesehen werden.

Im Arabischen Meer ist die Art auch in rezenten Sedimenten verbreitet, aufgrund der geringen Anzahl an Exemplaren ist eine Vorliebe zu bestimmten ozeanographischen Parametern jedoch nicht erkennbar (Abb. 40).

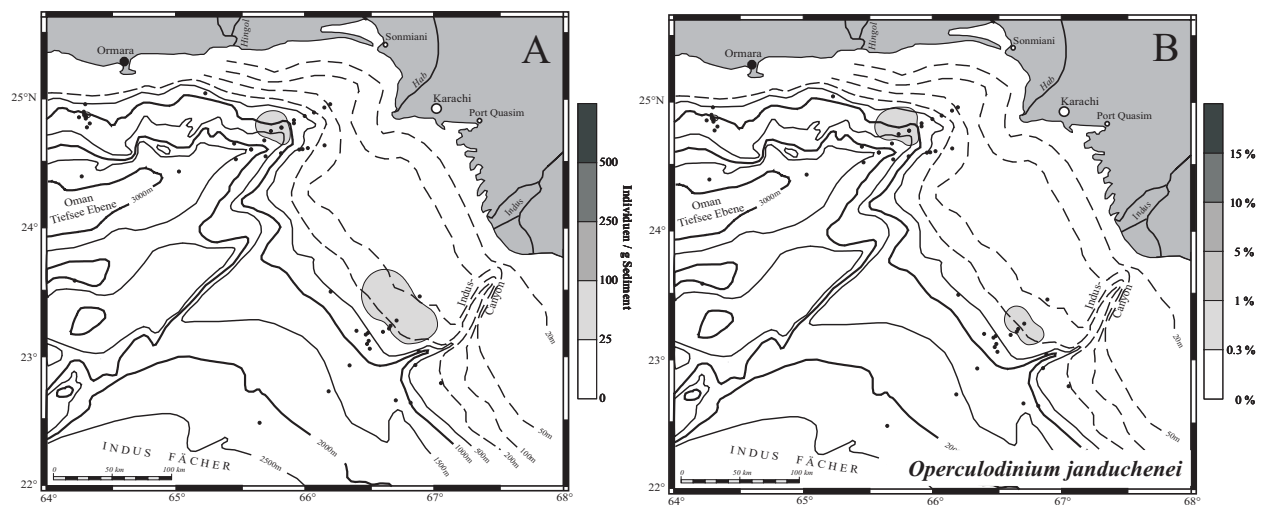


Abb. 40: Verbreitungskarten mit Darstellung der absoluten (links) und relativen (rechts) Häufigkeiten von *Operculodinium janduchenei* in den Proben aus Oberflächensedimenten des nordöstlichen Arabischen Meeres.

Operculodinium? striaconulum NOV. SP.

Taf. 3, Figs. 1-3

Ergänzende Literatur: Vink *et al.* (2000); S. 270; Taf. 1, Fig. 10Rochon *et al.* (1999); S. 22; Taf. 1, Figs. 10-13(als *Operculodinium* sp. cf. *janduchenei*)

Beschreibung: Runde bis subsphärische Zyste mit granularer Oberfläche. Der Zystenkörper er-

scheint bei einigen Exemplaren oval (Höhe < Breite), was jedoch erhaltungsbedingt auf Kompression der Zyste in Richtung der breiten Archaeopyle zurückzuführen ist. Die Prozesse haben eine breite, runde Basis und sind non-tabular angeordnet. Sie sind relativ kurz, konusförmig ausgebildet und zeigen Striae auf der Oberfläche – die Enden der Prozesse sind abgerundet. Das Verhältnis von Prozessbreite zu Prozesshöhe entspricht ca. 1:1. Die Wandstärke der Zyste beträgt ~ 1 µm – bestehend aus einem dünnen Pedium (< 0,3 µm) und einem etwas dickeren Periphragma von ca. 0,5 µm. Die Archaeopyle wird durch den Verlust von 2 P-Platten gebildet (vermutl. 3[“] und 4[“]). Weitere Merkmale von Paratabulation werden nicht reflektiert.

Größe der Zyste: 28-35 µm

Länge der Prozesse: 1-2,5 µm

Vorkommen / Ökologie: Die Art *Operculodinium? striaconulum* ist aus pliozänen Sedimenten der Bahama-Bank bekannt (Head & Westphal, 1999, beschrieben als *O. janduchenei*). Als dieselbe Art dokumentieren Rochon *et al.* (1999) Exemplare aus dem Quartär der Labrador-See. Vink *et al.* (2000) beschreiben die Art aus dem äquatorialen Atlantik vor Afrika. Die Art favorisiert in diesem Meeresgebiet Temperaturen um 26°C und erhöhte Salinitäten > 36,5 ‰ und meidet Stratifizierung im Oberflächenwasser zwischen 0 und 50 m. Im Arabischen Meer ist die Art nur in einer Oberflächenprobe (SO90 - 44KG) in wenigen Exemplaren gefunden worden.

***Operculodinium* sp. 1**

Aufgrund der wenigen gefundenen Exemplare wird diese Art in offener Nomenklatur beschrieben. Weiterführende Untersuchungen sind nur durch Dokumentation weiterer Exemplare möglich, um definitiv ausschließen zu können, dass es sich um eine Variation einer der in der Differential-Diagnose aufgeführten Arten handelt. Die Art wurde in rezenten Sedimenten nicht gefunden, so dass vorerst auch auf eine lateinische Diagnose (nach ICBN, Artikel 36.2) verzichtet werden kann.

Tafel 3, Abb. 4-6

Beschreibung: Chorale, farblose Zyste. Rund bis eiförmig mit dünner, innerer, glatter Wandstruktur (Endophragma) und dickerer, äußerer granularer Wand. Die Archaeopyle wird durch den Verlust einer P-Platte (3[“]) gebildet. Die radiale Anordnung der kompakten Prozesse ist non- und/oder intratabular. Vielgestaltig ist die Ausbildung der Prozesse, die unverzweigt sind und in ihrer Länge stark variieren. Die Enden der Prozesse können bifurcat, umgebogen oder acuminat ausgebildet sein. Die Basis der Prozesse ist rund bis zylindrisch. Paratabulation ist mit Ausnahme der Archaeopyle nicht reflektiert.

Durchmesser der Zyste: 45-50 µm

Länge der Prozesse: 8-10 µm

Differential-Diagnose: Die Zyste unterscheidet sich von *Operculodinium centrocarpum* sowohl in der Ausbildung der Prozesse als auch in der Ausbildung einer gröberen granularen Wandstruktur. Auch in der Größe unterscheidet sich *Operculodinium* sp.1 von der kleineren Art *Operculodinium centrocarpum*. Die Art zeigt Ähnlichkeiten mit *Operculodinium bahamense*, jedoch fehlt bei der hier gefundenen Form jegliche Paratabulation. *O. israelianum* ist wesentlich kleiner und besitzt eine dichtere Prozessanordnung. Letztgenanntes unterscheidet auch *Operculodinium giganteum* - außerdem sind die Prozesse nicht oder nicht so deutlich entlang der Plattengrenzen angeordnet.

Vorkommen / Ökologie: Die Zyste tritt im nordöstlichen Arabischen Meer vor allem in Oberflächenproben vor der Indus- und Habmündung auf. Weiterhin beschränkt sich das Vorkommen auf die Sedimente des Schelfes und Kontinentalhanges. In den untersuchten Sedimentkernen ist nur ein

einziges Exemplar im Profil SO90 - 111KL gefunden worden. Bei der insgesamt geringen Häufigkeit der Art wäre eine Zuordnung zu bestimmten ozeanographischen Parametern nur spekulativ.

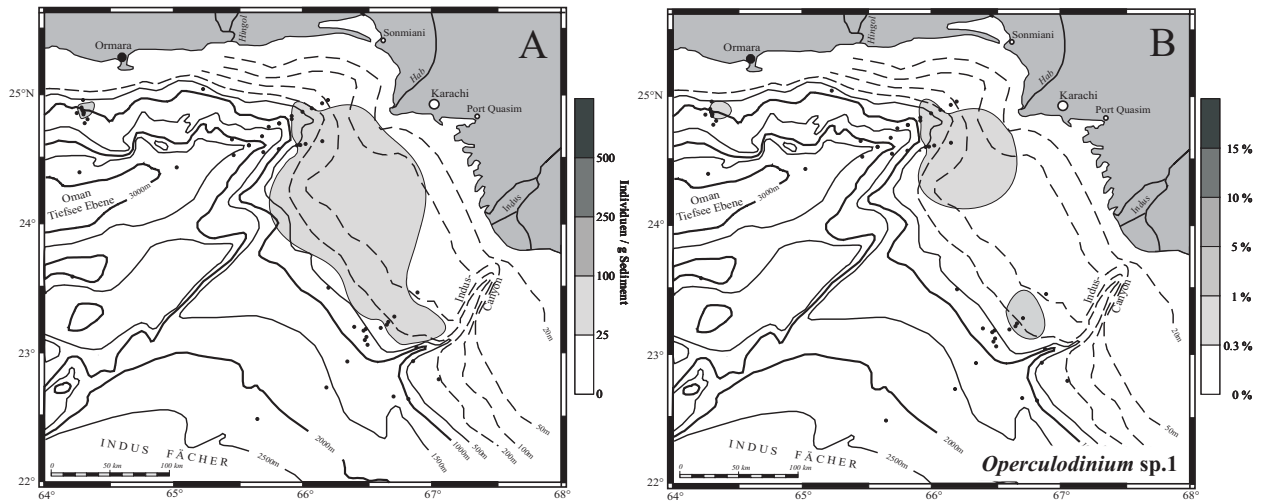


Abb. 41 : Verbreitungskarten mit Darstellung der absoluten (links) und relativen (rechts) Häufigkeiten von *Operculodinium* sp. 1 in den Proben aus Oberflächensedimenten des nordöstlichen Arabischen Meeres.

Unterfamilie *Gonyaulacoidideae* Autonym

Gattung *Ataxiodinium* REID 1974

Ataxiodinium choane REID 1974

Zyste von *Gonyaulax spinifera*-Gruppe *sensu* WALL ET AL. 1977

Tafel 3, Abb. 7-8

Ergänzende Literatur: Reid (1974), S. 588; Taf. 1, Figs. 1-2

Beschreibung: Runde bis leicht ovale, farblose bis hellgelbe Zyste. Die äußere Zystenwand (Periplagma) ist mit dem Zystenkörper (innere Hülle) durch unregelmäßig angeordnete, trichterartige Strukturen verbunden. Die innere Hülle besitzt keinerlei Ornamentation und ist zwischen 0,5-1,0 μm dick. Die äußere Membran zeigt eine leicht körnige oder microreticulate Struktur. Die Archaeopyle wird durch den Verlust einer einzelnen P-Platte gebildet. Weitere Paratabulation wird nicht reflektiert. Eventuell zeichnen die Trichterstrukturen der äußeren Zellwand die Lage des Sulcus nach.

Größe der Zyste: 35-45 μm innere Hülle (Zystenkörper): 28-35 μm

Vorkommen / Ökologie: Reid (1974) beschreibt *Ataxiodinium choane* als seltene Art aus Oberflächenproben aus dem Intertidalbereich der Britischen Inseln. Auch Rochon *et al.* (1999) finden die Art in den temperierten, neritischen Meeresgebieten des nördlichen Atlantiks. Dabei ist in keiner der untersuchten Proben eine größere Häufigkeit festzustellen. Matthiessen (1991) dokumentiert wenige Exemplare von *A. choane* entlang des Norwegischen Schelfes sowie in der Island- und Grönlandsee und diskutiert eine ozeanische Verbreitung in den Sedimenten des Europäischen Nordmeeres. Nach der photographischen Dokumentation dieser Art (Matthiessen, 1991; Taf. 2, Figs. 10-11) ist es jedoch möglich, dass es sich bei der beobachteten Art nicht um *A. choane* handelt, da die trichterförmigen Strukturen, welche in Reid (1974) deutlich gezeigt und artspezifisch sind, nicht ausgebildet sind. Auch im Arabischen Meer wurde die Art nur selten gefunden (insgesamt 4 Exemplare) und kann daher nicht für eine verlässliche biogeographische Zuordnung sowie ökologische Interpretation herangezogen werden.

Gattung *Bitectatodinium* WILSON 1973

Bitectatodinium spongium (ZONNEVELD 1997B) ZONNEVELD & JURKSCHAT 1999

syn: *Algidaspheridium?* *spongium* ZONNEVELD 1997B

Tafel 3, Abb. 9-12

Ergänzende Literatur: Zonneveld & Jurkschat (1999)

Beschreibung: Runde, transparente, z.T. hellgelb bis hellbraune Zyste, bestehend aus einem dünnen, inneren Pedium und einer schwammförmigen, granulo-fibröser äußeren Luxuria, die mit zahlreichen, spitz zulaufenden Prozessen besetzt ist. Die Archaeopyle wird durch den Verlust von 2P-Platten (2^{cc}, 3^{cc}) gebildet. Weitere Merkmale von Paratabulation werden nicht reflektiert.

Vorkommen / Ökologie: *Bitectatodinium spongium* ist bisher nur aus dem (sub)tropischen Arabischen Meer bekannt. Die größten relativen und absoluten Häufigkeiten wurden in den Schelfregionen des Arabischen Meeres sowie in den Auftriebsgebieten vor Oman und Somalia festgestellt. Zonneveld *et al.* (1997) beschreiben einen Zusammenhang zwischen der Häufigkeit dieser Art und dem sommermonsunalen Auftriebsgeschehen (SW Monsun). In den untersuchten Proben dieser Arbeit sind höhere Individuenzahlen ebenfalls auf dem Schelf und auf ästuarine Gebiete (z.B. Indus- und Hab-Mündung) beschränkt (Abb. 42). Folglich scheint diese Art hohe Nährstoffgehalte in gut durchmischem Oberflächenwasser zu bevorzugen.

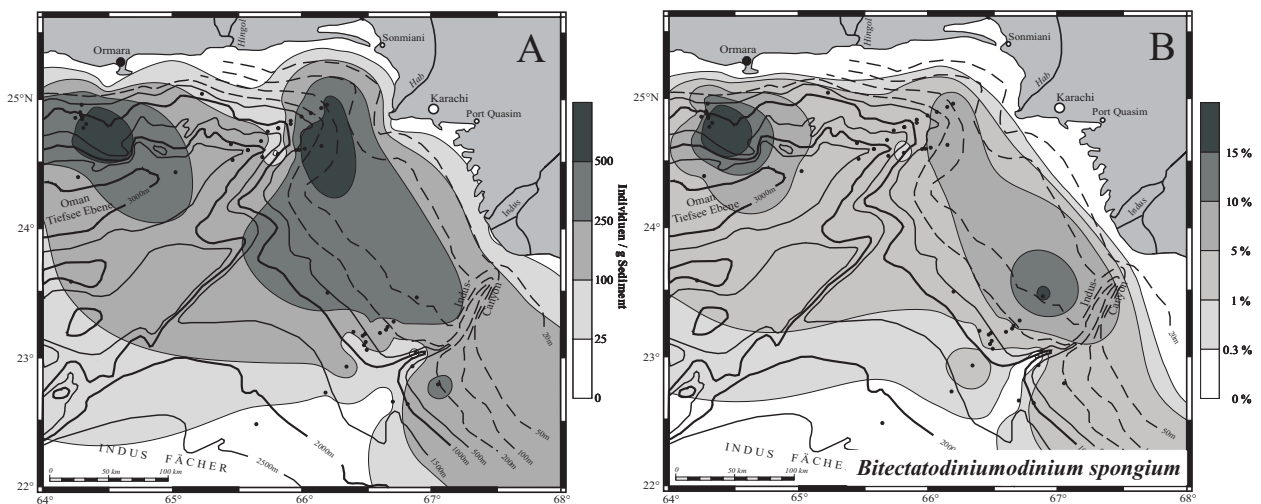


Abb. 42: Verbreitungskarten mit Darstellung der absoluten (links) und relativen (rechts) Häufigkeiten von *Bitectatodinium spongium* in den Proben aus Oberflächensedimenten des nordöstlichen Arabischen Meeres.

Bitectatodinium tepikiense WILSON 1973

Zyste von *Gonyaulax spinifera*

syn: ?*Caledonidium vermiculatum* REID 1974

Ergänzende Literatur: Wilson (1973), S. 351; Taf. 2, Figs. 1-12

Rochon *et al.* (1999), S. 24; Taf. 3, Figs. 1-6

Beschreibung: Runde, farblose bis hellgelbe Zyste mit einer dünnen inneren Wand und einer mit dicht angeordneten Lamellen besetzten äußeren Wand. Die Lamellen sind kurz, glatt und verzweigen sich mehrfach, so dass in der Aufsicht eine Labyrinthstruktur entsteht. Diese Struktur ist im ventralen, sowie im apikalen Bereich etwas schwächer ausgeprägt. Im Querschnitt ist die doppel-

wandige Ausbildung deutlich zu erkennen. Die Archaeopyle wird durch den Verlust zweier Präzingular-Platten gebildet. Wilson (1973) vermutet, dass es sich um die P-Platten 2^{''} und 3^{''} handelt; Reid (1974) und Rochon *et al.* (1999) zeigen jedoch, dass die P-Platten 3^{''} und 4^{''} in die Bildung der Archaeopyle einbezogen sind. Außer der Archaeopyle sind keine weiteren Merkmale von Paratabulation reflektiert.

Ähnlich wie bei *B. spongium* wird die Zyste oftmals gefaltet gefunden oder ist in Verlängerung der Archaeopyle zerrissen. In diesen Fällen kann sie dann in bestimmten geographischen Regionen mit auftretenden Pollen verwechselt werden. Größe, Form, Morphologie und Farbe ähneln sehr stark Pollenkörnern von in Neuseeland vorkommenden Koniferen (*Agathis australis* = Kaurifichte).

Durchmesser der Zyste: 42-57 µm Stärke der Zystenwand: 2-4 µm

Ökologie / Vorkommen: *Bitectatodinium tepikiense* ist rezent aus verschiedenen Meeresgebieten bekannt, wobei auffällig ist, dass die Art ein stark bipolares Verbreitungsmuster aufweist. Aus dem N-Atlantik ist sie seit dem oberen Miozän bekannt (Mudie, 1989). Harland (1983) und Rochon *et al.* (1999) beschreiben die Art aus temperierten bis subarktischen Meeresgebieten des N- und S-Atlantiks mit einer max. Häufigkeit zwischen den Britischen Inseln und Island sowie vor der Mündung des St. Lorenz-Stroms. Im tropischen / subtropischen Bereich des Atlantik fehlt die Art (Marret, 1994) oder tritt nur sehr selten auf (Harland, 1983). *B. tepikiense* toleriert hohe Schwankungen in Salinität und Temperatur, tritt jedoch dort nicht auf, wo die Sommerwassertemperatur 10°C unterschreitet. Kunz-Pirrung (1998) dokumentiert wenige Exemplare von *B. tepikiense* aus der Laptev-See, einem Meeresgebiet, in dem die Oberflächentemperaturen im Jahresgang deutlich unter 10°C liegen. Auch im Europäischen Nordmeer tritt die Art vereinzelt auf (Matthiessen, 1995). Massenvorkommen dieser Art charakterisieren die Sedimente der letzten Eiszeit im Nordatlantik. Das Vorkommen vor der Mündung des St. Lorenz-Stroms (Rochon *et al.*, 1999) und an den Küsten von Nova Scotia (Mudie, 1992) deutet auf einen Zusammenhang mit geschichteten Oberflächengewässern - hervorgerufen durch saisonale Temperatur- und Salinitätsunterschiede - hin.

B. tepikiense ist auch aus Sedimenten der Südhemisphäre bekannt. Marret & de Vernal (1997) und McMinn & Wells (1997) finden die Art vor Tasmanien und an der Küste S-Australiens. Die geographische Verbreitung nach S wird durch die Polarfrontzone begrenzt. Eigene Untersuchungen vor der Küste Neuseelands (unveröff. Daten) bestätigen diese Erkenntnis.

In den Sedimenten des Arabischen Meeres werden nur vereinzelt Exemplare der Art gefunden, die eine Zuordnung zu ökologischen oder geographischen Parametern nicht zulassen bzw. rein spekulativ wären.

Gattung *Corrudinium* STOVER & EVITT 1978

Corrudinium harlandii MATSUOKA 1983

Taf. 4, Figs. 1-2

Ergänzende Literatur: Matsuoka (1983), S. 117-118; Taf. 4, Figs. 5-7

Beschreibung: Runde bis ovale, zweiwandige farblose Zyste mit microreticulater bis granularer Oberflächenstruktur. Das Periphragma besitzt stark ausgeprägte parasuturale Septen. Diese Parasuturen verlaufen entlang der Plattengrenzen sowie auf den Paraplatten. Hierdurch ist die Festlegung der Paratabulation nur eingeschränkt möglich. Die Archaeopyle wird durch den Verlust einer P-Platte gebildet (3^{''}).

Durchmesser der Zyste: 36 - 45 µm Höhe der Septen: 3 - 4 µm

Ökologie / Vorkommen: Matsuoka (1983) beschreibt die Zysten aus spätpliozänen Sedimenten des Niigata Districts Zentraljapans, in denen sie mit geringer Häufigkeit auftreten, so dass keine ökologischen Präferenzen abzuleiten sind.

Im Arabischen Meer sind nur wenige Exemplare gefunden worden. Alle Funde beschränken sich auf Proben aus dem Übergang von Isotopenstadium V zu VI des Kerns ODP 117 - 722B. Hieraus ist abzuleiten, dass die Art auf klimatisch kühlere Zeitabschnitte beschränkt ist. Ihr Fehlen in den übrigen Kernen kann in der geringen Häufigkeit begründet sein.

Gattung *Impagidinium* STOVER & EVITT 1978

Impagidinium aculeatum (WALL 1967) LENTIN & WILLIAMS 1981

Zyste der *Gonyaulax spinifera*-Gruppe

Tafel 4, Abb. 3-5

Ergänzende Literatur: Wall (1967), S. 104; Taf. 14, Figs. 18-19

(als *Leptodinium aculeatum*)

Lentin & Williams (1981), S. 153

Rochon *et al.* (1999), S. 24; Taf. 3, Figs. 7-11

Harland (1983), S. 347, Taf. 46, Figs. 1-3

Beschreibung: *Impagidinium aculeatum* ist durch einen ovalen, farblosen Zystenkörper mit gekörnter Oberfläche gekennzeichnet. Epi- und Hypozyste sind ungefähr gleich groß und werden durch eine gut ausgeprägte, leicht versetzt und absteigend angeordnete Zone des Zingulums getrennt. Die Paratabulation wird durch Septenstrukturen nahezu vollständig reflektiert. Nur im Bereich des Sulkus sind paratabulare Merkmale nicht vorhanden oder nur schwach ausgeprägt. Die Septen sind konkav geformt und am höchsten an den Plattengrenzen – zwischen den Plattengrenzen sind sie nur flach und berühren z.T. direkt den Zystenkörper. Einige Exemplare weisen einen apikalen Knoten auf. Die Archaeopyle wird durch den Verlust der 3^o-Platte gebildet.

Durchmesser der Zyste: 25-42µm

Höhe der Septen: bis zu 10µm

Ökologie / Vorkommen: *Impagidinium aculeatum* gehört zu den kosmopolitischen Arten und tritt in vielen Meeresgebieten auf. Harland (1983) und Harland *et al.* (1998) finden *I. aculeatum* im zentralen Nord- und Südatlantik von ca. 50°N bis ca. 56°S, sowie im Mittelmeer, wobei die höchsten Konzentrationen vor der Iberischen Halbinsel und vor NW-Afrika nachgewiesen wurden. Marret (1994) beschreibt die Art aus dem Golf von Guinea (Äquatorialer Atlantik) mit steigenden Individuenzahlen bei zunehmender Entfernung von der Küste. Eigene Untersuchungen (unveröff. Daten) belegen das Auftreten der Art vor der W-Küste Neuseelands bis ca. 50°S. Im südlichen Indischen Ozean reicht die Verbreitung von *I. aculeatum* bis an die Polare Frontzone heran (Marret & de Vernal, 1997), darüber hinaus ist sie nicht gefunden worden (s.a. Harland *et al.*, 1999; Harland & Pudsey, 1999; Harland *et al.*, 1998). Auch in Oberflächensedimenten aus dem Nordpolarmeer ist die Art nicht dokumentiert worden (Kunz-Pirrung, 1998; Matthiessen, 1991). McMinn (1992) und McMinn & Wells (1997) finden *I. aculeatum* in den Gebieten um Tasmanien sowie an der Küste S-Australiens und charakterisieren die Art als potentiell abhängig von der Oberflächenwassertemperatur. Eine genauere Zuordnung wird nicht angegeben. Auch in der Südchina-See ist die Art vorhanden (Chengquan & Xuekun, 1991).

Rochon *et al.* (1999) weisen die Art im temperierten N-Atlantik nach und ordnen ihr ein Temperatur-

optimum zwischen $> 12^{\circ}\text{C}$ und 18°C sowie ein stenohalines Verhalten zu.

Im Arabischen Meer korreliert die Zunahme der Häufigkeit mit den klimatisch kühleren Zeitabschnitten. In den offenozeanischen Gebieten ist die Art immer vorhanden (Abb. 43; s.a. Zonneveld, 1997a), jedoch werden auch hier höhere absolute und relative Häufigkeiten in den glazialen Abschnitten dokumentiert. In den Sedimentkernen vom Kontinentalhang wird *I. aculeatum* vor allem dann häufig gefunden, wenn potentiell mit Auftrieb assoziierte Arten zurücktreten. Dieses erklärt das Fehlen der Art im Auftriebsgebiet vor Peru (Biebow, 1996).

Aufgrund der geographischen und klimatischen Verbreitung kann für *I. aculeatum* eine sehr eingeschränkte Toleranz ozeanographischer Parameter postuliert werden. Primär scheint die Salinität (stenohalin: $\sim 35\%$) bestimmend für das Vorkommen zu sein. In ästuarinen Gebieten, wie z.B. im Persischen Golf, wird die Art nicht gefunden (Bradford & Wall, 1984). Möglicherweise meidet die Art zusätzlich die hohen Temperaturen. Die Toleranz in Bezug auf die Oberflächentemperatur beschränkt sich auf ein Intervall zwischen $>12^{\circ}\text{C}$ bis $< 25^{\circ}\text{C}$ (Optimum: $12 - 18^{\circ}\text{C}$).

In den untersuchten Sedimentkernen aus dem Bereich der Sauerstoffminimumzone (ODP 117 - 723A und SO90 - 111KL) ist die Art aus o.g. Grund nur in geringen Häufigkeiten gefunden worden - die Häufigkeit variiert zwischen 0,5 und rd. 5 %. Darüber hinaus ist jedoch eine Häufigkeitszunahme während der klimatisch kälteren Abschnitte zu erkennen. In den Kernen aus den offenozeanischen Meeresgebieten gehört *I. aculeatum* zu den häufigsten Arten und erreicht Gehalte bis zu rd. 15 %. Die geringe Lösungsanfälligkeit der Art erlaubt eine Verwendung als Produktivitätsanzeiger.

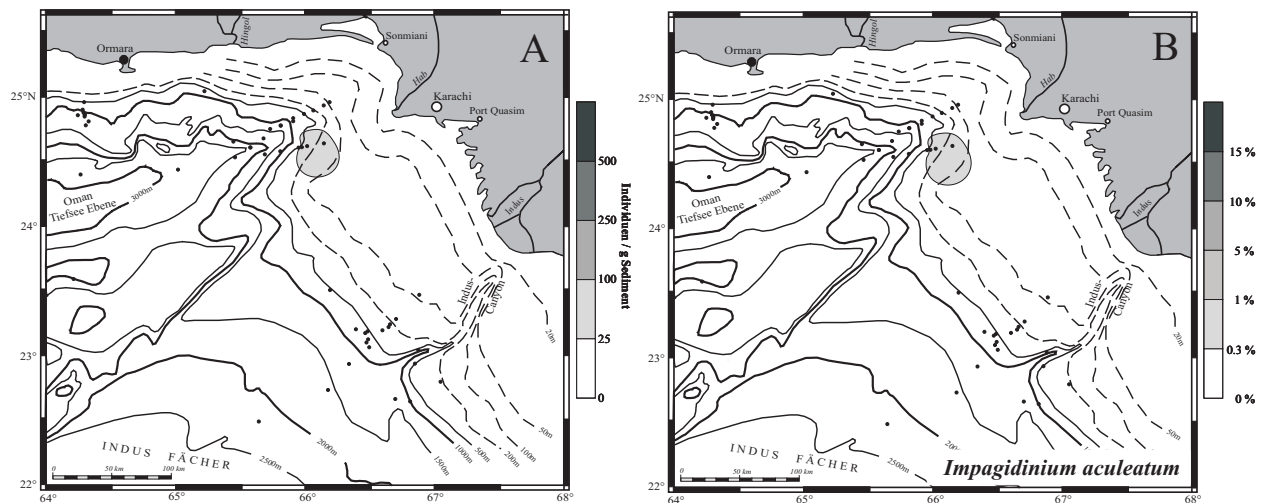


Abb. 43: Verbreitungskarten mit Darstellung der absoluten (links) und relativen (rechts) Häufigkeiten von *Impagidinium aculeatum* in den Proben aus Oberflächensedimenten des nordöstlichen Arabischen Meeres.

Impagidinium paradoxum (WALL 1967) STOVER & EVITT 1978

Tafel 4, Abb. 6-9

Ergänzende Literatur: Wall (1967), S. 106; Taf. 15, Figs. 5-8

(als *Leptodinium paradoxum*)

Stover & Evitt (1978), S.166

Matsuoka (1983), S. 119; Taf. 15, Fig.13

Beschreibung: Die farblose, elongat-ovale bis polyedrische Zyste ist durch ein relativ breites Zingu-

lum in Epizyste und Hypozyste geteilt. Die Zystenwand besteht aus nur einer Lage - einem glatten Autophragma. In ventraler Ansicht ist eine Stufe innerhalb der Plattenanordnung des Zingulums erkennbar, welche von rechts nach links absteigend verläuft. Die Septen reflektieren die Paratabulation nahezu vollständig, nur im Bereich des Zingulums und des Sulkus ist sie meistens reduziert. Die Zystenoberfläche variiert von glatt bis microgranular und ist transparent. Die Septen sind glatt, zeigen jedoch oft eine leichte Fältelung, die zu Striae auf den Septenwänden führt. Die Archaeopyle wird durch den Verlust einer P-Platte (3⁴) gebildet. Im Gegensatz zu *I. aculeatum* sind die Septen kürzer und variieren nicht in ihrer Höhe. Auch Fältelung der Septen ist bei letztgenannter Art nicht dokumentiert.

Durchmesser der Zyste: 30-38µm

Höhe der Septen: bis 3µm

Ökologie / Vorkommen: Wall (1967) beschreibt *Impagidinium paradoxum* aus miozänen bis rezenten Sedimenten des Yucatan Beckens (Karibik). Sie ist weit verbreitet im temperierten N-Atlantik von etwa 20°N bis 60°N und wurde in einem isolierten Vorkommen auch in der Norwegischen See gefunden. Auch in den rezenten und quartären Sedimenten des Mittelmeeres ist *I. paradoxum* dokumentiert (Harland, 1983; Versteegh, 1995).

de Vernal *et al.* (1997) beschreiben *I. paradoxum* aus mittleren bis hohen Breiten des N-Atlantik und belegen einen Zusammenhang zwischen Häufigkeit und Oberflächentemperatur, wobei das Temperaturoptimum bei 15-22°C liegt. Das Temperaturminimum liegt bei ca. 5-7°C im Februar und 10°C im August. Die Art ist stenohalin und toleriert nur geringe Salinitätsschwankungen um 35‰ (+/-1‰). Marret (1994) findet die Art sehr selten in äquatornahen Sedimenten des Golfes von Guinea. Die Verbreitung von *I. paradoxum* in Oberflächensedimenten der Südhemisphäre ähnelt der von *I. aculeatum* (Chengquan & Xuekun, 1991; Marret & de Vernal, 1997; McMinn & Wells, 1997) – die südliche Ausbreitung entspricht dem Verlauf der Polarfrontzone.

Im Arabischen Meer tritt die Art nur in wenigen Oberflächenproben auf, so dass eine ozeanographische Charaktersierung der Art nicht möglich ist (Abb. 44).

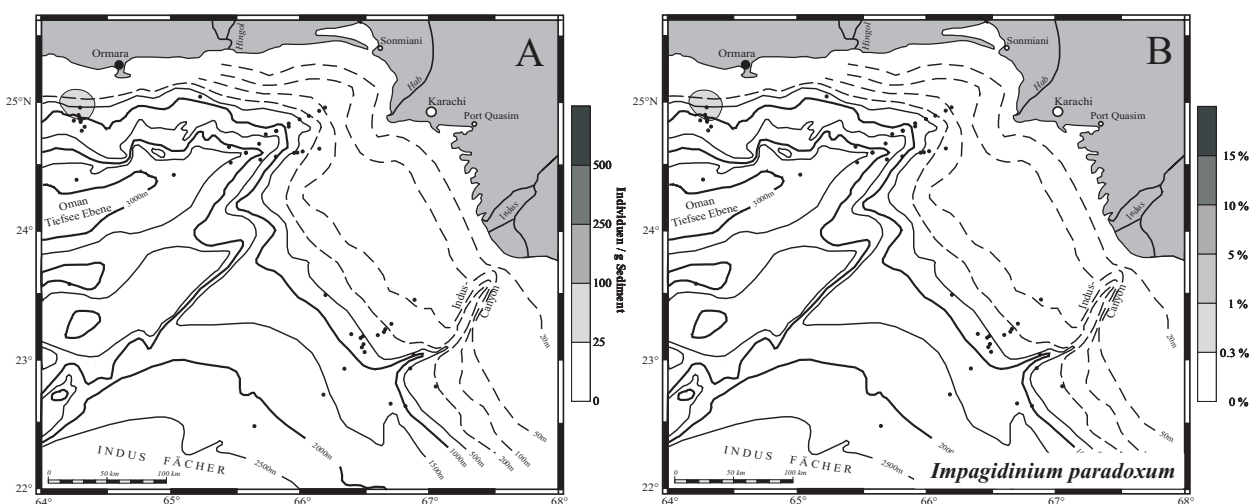


Abb. 44: Verbreitungskarten mit Darstellung der absoluten (links) und relativen (rechts) Häufigkeiten von *Impagidinium paradoxum* in den Proben aus Oberflächensedimenten des nord-östlichen Arabischen Meeres.

Impagidinium patulum (WALL 1967) STOVER & EVITT 1978

Tafel 4, Abb. 10-12

Ergänzende Literatur: Wall (1967), S. 105; Taf. 14, Fig. 20; Taf. 15, Figs. 1-4 (als *Leptodinium patulum*)
 Stover & Evitt (1978), S. 166
 Matsuoka (1983), S. 119; Taf. 6, Fig. 1

Beschreibung: Die farblose, ovale Zyste erscheint in der polaren Projektion nahezu rund. Ihre Oberfläche ist glatt bis schwach mikrogranular. Die glatten, flachen (nur ca. 1/10 der Zystenhöhe) Septen reflektieren Merkmale der Paratabulation, die auf der ventralen Seite immer reduziert sind. Die Epizyste wird von der etwa gleich großen Hypozyste durch ein dünnes Zingulum getrennt, welches in ventraler Ansicht nur leicht versetzt erscheint. Auffallend und entscheidend für die klare Unterscheidung von anderen *Impagidinium*-Arten ist das Fehlen von intercalaren Platten der Epizyste. Die Archaeopyle wird durch den Verlust einer P-Platte (3⁴) gebildet. *Impagidinium patulum* zeichnet sich im Vergleich zu den anderen Arten der Gattung durch die Größe aus.

Größe der Zyste: Höhe: 40-61µm Breite: 37-55µm

Höhe der Septen: bis 5µm

Ökologie / Vorkommen: de Vernal *et al.* (1997) beschreiben *Impagidinium patulum* aus den mittleren und hohen Breiten des N-Atlantik. Die Art toleriert leicht erhöhte, aber auch leicht verringerte Salinitäten (32-36,5‰) sowie Temperaturschwankungen zwischen 15°C und 22°C (mittlere Oberflächenwassertemperatur im August). Die Lokalitäten, an denen *I. patulum* gefunden wird, sind zu keiner Zeit von Meereis bedeckt. Marret (1994) dokumentiert die höchsten Konzentrationen von *I. patulum* im äquatorialen Atlantik vor der Mündung des Niger (Niger-Delta) und bestätigt somit die Toleranz der Art gegenüber verringerten Salinitäten (im Untersuchungsgebiet 31,5‰ - 35‰). Die Temperaturen sind hier jedoch generell höher und schwanken zwischen 22°C und 28°C. Edwards & Andrieu (1992) beschreiben die höchsten Individuenzahlen aus Meeresgebieten, deren Wintertemperatur 14°C und deren Sommertemperatur 19°C nicht unterschreitet. Erhöhte Häufigkeiten in hohen Breiten des N-Atlantik assoziieren de Vernal & Mudie (1989) mit dem Verlauf des Golf-Stroms. Im S-Atlantik finden Harland *et al.* (1998) die Art mit wenigen Exemplaren in zwei Proben, die nördlich der Linie der maximalen Meereisverbreitung liegen. Im Arabischen Meer ähnelt das Verbreitungsmuster dem Auftreten *I. aculeatum* (ozeanisch), die Häufigkeit von *I. patulum* ist jedoch weitaus geringer (Abb. 45).

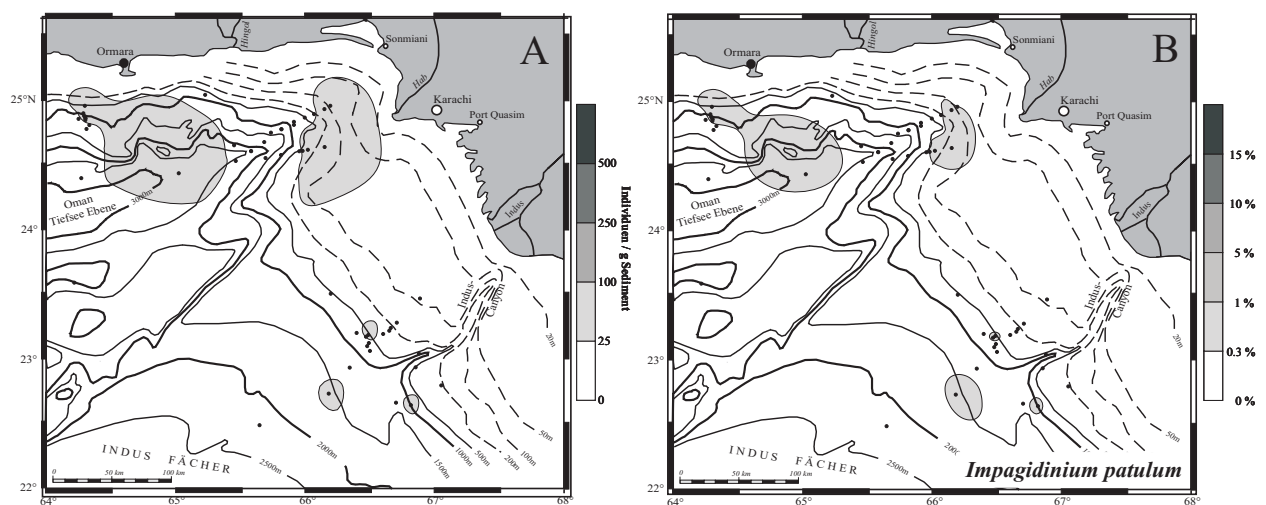


Abb. 45: Verbreitungskarten mit Darstellung der absoluten (links) und relativen (rechts) Häufigkeiten von *Impagidinium patulum* in den Proben aus Oberflächensedimenten des nordöstlichen Arabischen Meeres.

Impagidinium plicatum VERSTEEGH & ZEVENBOOM *in* VERSTEEGH & ZEVENBOOM 1995

Ergänzende Literatur: Versteegh & Zevenboom (1995), S. 221; Taf. 3, Figs. 1-8

Beschreibung: Ovale bis elongate, farblose Zyste mit gekörnter bis mikrogranularer Oberfläche. Die Septen sind flach, erscheinen regelmäßig gefältelt (= suturocavat-crenulat) und zeigen im Verlauf keine Variation in der Höhe. Die Anordnung der Septen reflektiert die Paratabulation, ist jedoch unvollständig angelegt und kann variieren. Das Zingulum ist relativ breit (ca. 1/5 der Höhe der Zyste) und verläuft in ventraler Ansicht von rechts nach links absteigend. Die Archaeopyle wird durch den Verlust einer P-Platte (3^o) gebildet.

Größe der Zyste: Höhe: 25-36µm Breite: 23-34µm

Höhe der Septen: bis 4µm

Ökologie / Vorkommen: *Impagidinium plicatum* ist von Versteegh & Zevenboom (1995) aus neogenen Sedimenten des Mittelmeeres beschrieben worden. Zonneveld (1995) dokumentiert die Art aus dem Spätquartär der Adriatischen See des östlichen Mittelmeeres. Höll *et al.* (2000) finden *I. plicatum* in den subrezentem bis spätquartären Sedimenten des tropischen Atlantik. Marret & de Vernal (1997) finden die Art vor der Küste S-Australiens und an der E-Küste Tasmaniens.

In allen o.g. Meeresgebieten sowie im Untersuchungsgebiet des Arabischen Meeres, wurde *I. plicatum* nur mit wenigen Exemplaren dokumentiert, so dass keinerlei Affinität attestiert werden kann. Jedoch scheint die Art auf die tropischen bis subtropischen Gebiete beschränkt zu sein.

Impagidinium sphaericum (WALL 1967) LENTIN & WILLIAMS 1981

Zyste von *Gonyaulax* sp. (*Gonyaulax ?polyedra*) sensu Wall (1967)

Ergänzende Literatur: Wall (1967), S. 108; Taf. 15, Figs. 11-15

(als *Leptodinium sphaericum*)

Lentin & Williams (1981), S. 154

Rochon *et al.* (1999), S. 28; Taf. 4, Figs. 8-13; Taf. 5; Figs. 1-2.

Beschreibung: Die runde bis polyedrische, farblose Zyste besitzt eine glatte bis leicht mikrogranulare Oberfläche. Am Apex befindet sich ein abgerundeter Knoten. Flache Septen reflektieren die Paratabulation auf der ganzen Zyste, wobei der Bereich des Sulkus besonders stark nachgezeichnet wird. Die Septen erscheinen als zwei parallel zueinander verlaufende Wände, die sich an verschiedenen Stellen berühren, wodurch ein „perlschnurartiges“ Muster hervorgerufen wird. An den Kontaktpunkten der Septen an den Plattengrenzen wird eine Struktur gebildet, die einer kleinen dreieckigen Öffnung ähnelt. Das Zingulum ist relativ dünn und erreicht eine Höhe von 1/8 – 1/10 der Zystenhöhe und ist in ventraler Ansicht von rechts nach links absteigend ausgebildet. Die Archaeopyle wird aus dem Verlust einer P-Platte (3^o) gebildet.

Durchmesser der Zyste: 40-55µm

Höhe der Septen: bis 3µm

Ökologie / Vorkommen: Der Holotyp dieser Art wurde von Wall (1967) aus Pleisto- bis Holozänen Proben des Yucatan Beckens (Karibik) beschrieben. Im tropischen Atlantik ist *Impagidinium sphaericum* mit wenigen Exemplaren vertreten (Höll *et al.*, 2000). Das Auftreten im Golf von Guinea ist nur durch einen Einzelfund belegt (Marret, 1994). Im N-Atlantik ist die Art in rezenten Sedimenten vorhanden, die von wärmeren Oberflächenwassermassen überlagert werden (Rochon *et al.*, 1999); in den hohen Breiten ist sie an den Verlauf des Golf-Stroms gebunden (Harland, 1983). Harland (1983) dokumentiert diese Art auch aus dem Quartär des Mittelmeeres. Turon &

Londeix (1988) sowie de Vernal *et al.* (1997) attestieren *I. sphaericum* im N-Atlantik ein breites Temperaturspektrum, welches zwischen 5°C und 25°C (mittlere August-Oberflächenwassertemperatur) liegt. Salinitätsschwankungen zwischen 31‰ und 36‰ werden toleriert.

Vor der Küste S-Australiens und vor Tasmanien wird die Art von Marret & de Vernal (1997) und McMinn & Wells (1997) beschrieben. Die südliche Verbreitungsgrenze ist durch die Polarfrontzone festgelegt. Auch in küstennahen Proben vor der Südinsel Neuseelands ist *I. sphaericum* vorhanden (eigene unveröff. Daten). Im S-Atlantik (Drake Passage) gehört *I. sphaericum* zu den häufigeren Arten. Sie tritt jedoch südlich von 60°S nicht auf (Harland & Pudsey, 1999).

In Arabischen Meer gehört *I. sphaericum* zu den selteneren Arten und zeigt ein ozeanisches Verbreitungsmuster (Abb. 46). Die Art ist in Proben aus neritischen Bereichen nicht gefunden worden. Das Verbreitungsmuster wird vorwiegend durch die verringerte Häufigkeit dominanter protoperidinoider Zysten (z.B. *Brigantedinium* spp.) hervorgerufen.

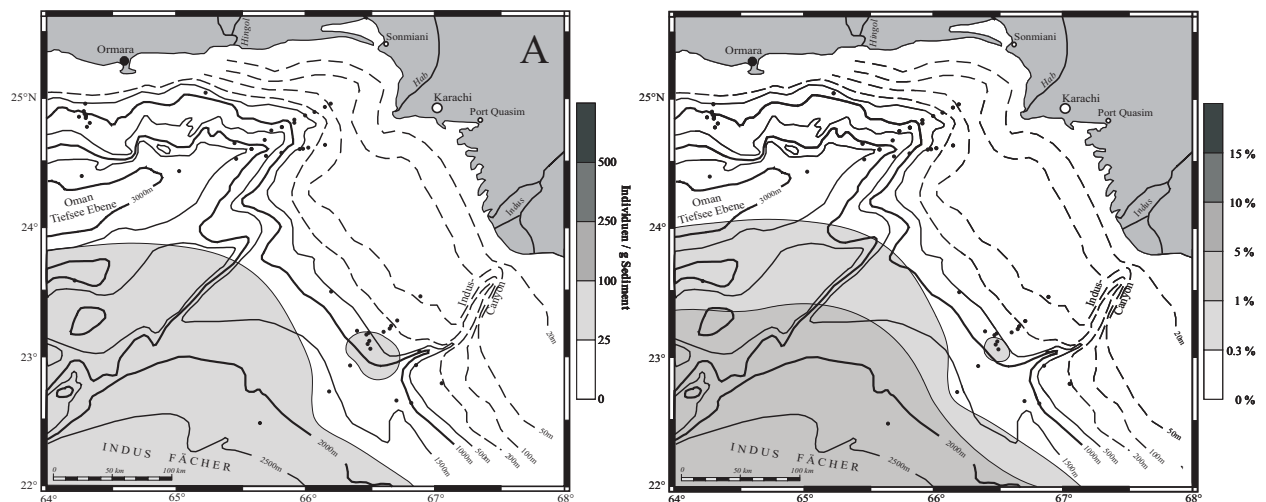


Abb. 46: Verbreitungskarten mit Darstellung der absoluten (links) und relativen (rechts) Häufigkeiten von *Impagidinium sphaericum* in den Proben aus Oberflächensedimenten des nordöstlichen Arabischen Meeres.

Impagidinium striatum (WALL 1967) STOVER & EVITT 1978

Zyste der *Gonyaulax* sp. sensu Harland (1983)

Taf. 5, Figs. 1-3

Ergänzende Literatur: Wall (1967), S. 107; Taf. 15, Figs. 9-10 (als *Leptodinium striatum*)

Stover & Evitt (1978), S. 166

Beschreibung: Runde bis leicht ovale, farblose Zyste, deren Oberfläche glatt bis mikrogranular ausgebildet ist. Charakteristisches Merkmal sind die auffällig hohen und mit Striae versehenen Septen. Diese reflektieren die Paratabulation und sind an verschiedenen Stellen reduziert. Sie erreichen eine Höhe von ca. 1/4 der Zystenhöhe und zeigen neben den auffälligen Striae oftmals auch Kleinfältelung. Die Höhe der Septen unterscheidet *Impagidinium striatum* von der sehr ähnlichen Art *Impagidinium paradoxum*. In ventraler Ansicht ist das Zingulum von rechts nach links absteigend ausgebildet. Durch das Zingulum (Breite ca. 1/5 der Höhe der Zyste), welches oftmals nur unvollständig reflektiert ist, wird der Körper in eine annähernd gleich große Epi- und Hypozyste geteilt. Die Archaeopyle wird durch den Verlust einer P-Platte (3'') gebildet.

Durchmesser der Zyste: 25-35µm

Höhe der Septen: bis 9µm

Ökologie / Vorkommen: *Impagidinium striatum* ist im N-Atlantik weit verbreitet, und kann anhand der vom Autor abgebildeten Verbreitungskarte als offen-ozeanisch charakterisiert werden (Harland, 1983). *I. striatum* fehlt in den hohen Breiten (> 50°N) des Atlantiks (Kunz-Pirring, 1999; Matthiessen, 1991; Rochon *et al.*, 1999). Rochon *et al.* (1999) attestieren der Art ein thermophiles Auftreten, bei dem die Winter-Oberflächenwassertemperatur von 22°C nicht unterschritten wird. Ein ähnliches Muster lässt sich auch auf der Südhalbkugel wiederfinden. Hier wird die Verbreitung der Art nach Süden durch die Polarfrontzone (PFZ) begrenzt (Marret & de Vernal, 1997; McMinn & Wells, 1997). Im äquatorialen Atlantik ist die Art in Proben aus offen-ozeanischen Meeresgebieten häufig vorhanden (Höll *et al.*, 2000), im küstennahen Bereich vor dem Niger ist sie nur selten dokumentiert (Marret, 1994).

In den Sedimenten östlich von Neuseeland (McMinn & Sun, 1994) zeigt die Art *I. striatum* eine Häufigkeitsabnahme von Nord nach Süd. Auch vor der Westküste Neuseelands wird die Art im neritisch-ozeanischen Grenzbereich gefunden. In Proben aus dem Bereich südlich der PFZ fehlt die Art (eigene unveröff. Daten).

Im Untersuchungsgebiet des Arabischen Meeres ist die Art in den Oberflächenproben nur selten vorhanden und ausschließlich auf die Sedimente aus den offen-ozeanischen Bereichen beschränkt (Abb. 47). Im Kernmaterial ist *Impagidinium striatum* häufiger und korreliert mit den oligotrophen (nährstoffarmen), kühleren Abschnitten.

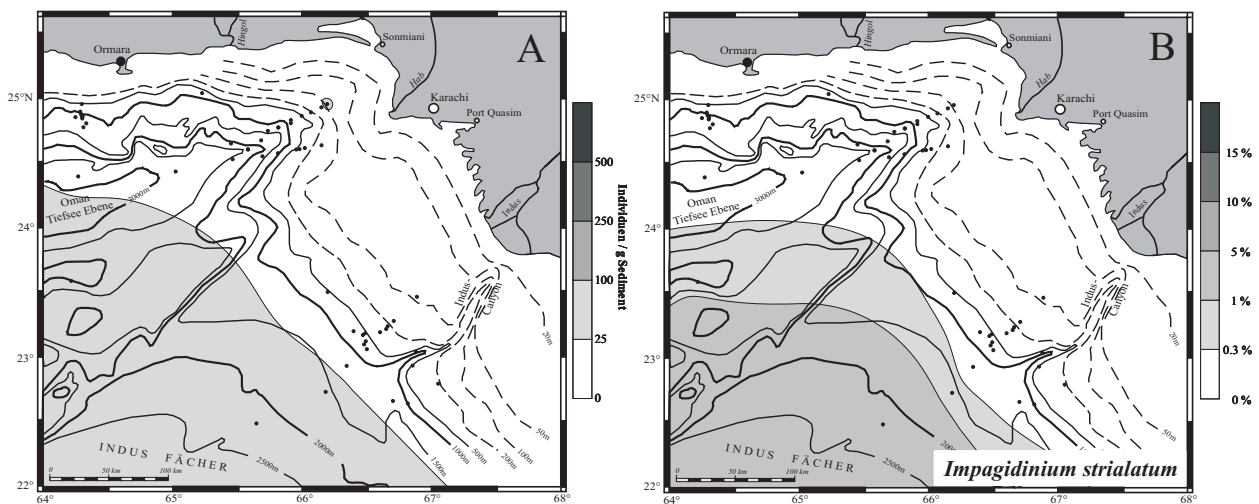


Abb. 47: Verbreitungskarten mit Darstellung der absoluten (links) und relativen (rechts) Häufigkeiten von *Impagidinium striatum* in den Proben aus Oberflächensedimenten des nordöstlichen Arabischen Meeres.

Impagidinium variaseptum MARRET & DE VERNAL 1997

Taf. 5, Figs. 4-5

Ergänzende Literatur: Marret & de Vernal (1997), S. 385; Taf. 3, Figs. 1-5

McMinn & Sun (1994), S. 46; Taf. 2, Figs. 13-15 (als *Impagidinium* sp. A)

Sun & McMinn (1994), S. 348; Taf. 1, Figs. 10-12 (als *Impagidinium* sp. A)

Beschreibung: Runde bis leicht ovale, farblose Zyste mit mikrogranularer Oberfläche. Die Septen sind von wechselnder Höhe (Namensgebung) und ornamentiert. Sie besitzen eine breite Basis (bis 3 µm) und laufen spitz zu, so dass sie in einer kammartigen Struktur enden. Die Oberflächen der Septen sind gröber strukturiert als die der Zyste. Im Bereich des Zingulums entsteht der Eindruck einer Doppelkammstruktur. Durch die Septen wird die Paratabulation nahezu vollständig reflektiert. Nur im ventralen Bereich – v.a. im Bereich des Sulcus – sind diese Merkmale reduziert. Das

Zingulum ist relativ dünn und beträgt nur etwa 1/10 der Zystenhöhe. In ventraler Ansicht ist es absteigend von rechts nach links angeordnet. Apikal sowie an den Kreuzungspunkten der Septen sind mehr oder weniger deutliche, abgerundete Knoten ausgebildet. Die Archaeopyle wird durch den Verlust einer P-Platte (vermutlich 3^{te}) gebildet.

Durchmesser der Zyste: Höhe: 42-68µm Breite: 39-62µm

Höhe der Septen: bis 7,5µm

Ökologie / Vorkommen: *Impagidinium variaseptum* ist häufig in den Oberflächensedimenten des südöstlichen Indischen Ozeans (Typlokalität), westlich von Tasmanien und im südwestlichen Pazifik (Marret & de Vernal, 1997). Sun & McMinn (1994) finden die Art östlich von Neuseeland (Chatham Rise) und sehen in der Verbreitung einen Zusammenhang mit der Subtropischen Konvergenz (s.a. McMinn & Sun, 1994). Auch in rezenten Schelfsedimenten vor der Westküste Neuseelands ist *I. variaseptum* verbreitet (eigene unveröff. Daten).

Die subtropischen Konvergenz scheint eine Klimabarriere für die südliche Ausbreitung darzustellen (Sun & McMinn, 1994), so dass die Art biogeographisch den tropischen bis subtropischen Arten zugeordnet wird.

Im Gegensatz zum ozeanischen Verbreitungsmuster aller anderen Arten der Gattung *Impagidinium*, werden die höchsten relativen und absoluten Häufigkeiten von *Impagidinium variaseptum* in randlich-neritischen Meeresgebieten festgestellt. Zwar wurden im Arabischen Meer nur wenige Exemplare vorgefunden, jedoch trifft diese Aussage auch in diesem Bereich für alle Individuen zu.

***Impagidinium velorum* BUJAK 1984**

Taf. 5, Figs. 6-8

Ergänzende Literatur: Bujak (1984), S. 187; Taf. 2, Figs. 13-16

Jan Du Chêne *et al.* (1986), Taf. 58, Fig. 10

Beschreibung: Runde bis ovoide, farblose Zyste mit glatter bis schwach mikrogranularer Oberfläche. Die glatten Septen sind extrem hoch ausgebildet (~ der Höhe der Zyste). Paratabulare Merkmale werden nur vereinzelt reflektiert oder fehlen vollständig. Das Zingulum wird durch ein umlaufendes, im Bereich des Sulkus absteigendes, Septum charakterisiert. Die Archaeopyle wird durch den Verlust einer P-Platte (?3^{te} *sensu* Bujak, 1984) gebildet.

Größe der Zyste (ohne Septen): Höhe: 15-28µm Breite: 14-25µm

Hohe der Septen: bis 25µm

Ökologie / Vorkommen: *Impagidinium velorum* gehört zu den sehr selten auftretenden Arten, was letztlich auch darin begründet ist, dass sie aufgrund ihrer großen, oftmals verfalteten Septen nicht als Dinoflagellate erkannt wird. McMinn & Sun (1994) beschreiben *I. velorum* aus rezenten Sedimenten vom Chatham Rise (E Neuseeland) und bestätigen das seltene Auftreten (< 1%). Möglicherweise ist die Art an kältere Wassermassen adaptiert, da sie nur südlich der subtropischen Konvergenz gefunden wurde.

Die wenigen Exemplare, die aus dem Arabischen Meer dokumentiert wurden, stammen aus den kälteren Klimaabschnitten der untersuchten Sedimentkerne.

Gattung *Nematosphaeropsis* DEFLANDRE & COOKSON 1955
Nematosphaeropsis labyrinthus (OSTENFELD 1903) REID 1974
(möglicherweise) Zyste von *Gonyaulax spinifera* sensu Wall & Dale (1968)

Taf. 5, Figs. 9-12

[Die von Wall *et al.* (1967) gezüchteten Exemplare werden nach derzeitiger Taxonomie eher *N. rigida* zugeordnet.]

Ergänzende Literatur: Reid (1974), S. 592; Taf. 1, Figs. 8-9 (als *N. labyrinthea*)

Matsuoka (1983), S. ; Taf. 15, Figs. 10-11

Rochon *et al.* (1999), S. 28; Taf. 5, Figs. 6-9

Beschreibung: Ovale, im Querschnitt leicht elongate, farblose Zyste mit glatter Oberfläche. Die Prozesse sind durchgehend hohl, entstammen der äußeren, dünnen Zystenwand und spalten sich dreifach (trifurcate) an den Enden, z.T. ist eine weitere einfache Spaltung erkennbar (bifurcate). Diese bifurcaten Enden sind untereinander durch parallel verlaufenden Fäden (Trabekel) verbunden, wobei eine Projektion der Suturen der Zyste abgebildet wird. Deutliche Merkmale der Paratabulation sind jedoch oftmals durch die überlagernden Fäden verdeckt. Bei einigen Exemplaren zeigt die Zyste einen abgerundeten apikalen Knoten. Die Archaeopyle wird durch den Verlust einer P-Platte (3“) gebildet.

Durchmesser der Zyste (ohne Prozesse): 28-41 µm Prozesshöhe: bis 22 µm

Bemerkungen: Tabulationsmuster und Art der Archaeopyle scheint dem der Gattung *Spiniferites* zu gleichen. *Nematosphaeropsis labyrinthus* ähnelt am stärksten der Art *Spiniferites ramosus*, unterscheidet sich jedoch dadurch, dass die Prozesse mit einem Doppelfaden verbunden sind.

Folgende Unterschiede in der Form des Fadens wurden festgestellt: Einerseits ist der Faden streng parallel angeordnet und relativ straff gespannt - andererseits ist der Verlauf durch Loben gekennzeichnet. Dementsprechend länger ist der Faden bei letztgenannter Form. Möglicherweise handelt es sich hier um Variabilität innerhalb einer Art. Da diese Merkmalsunterschiede jedoch verschiedenen Kernabschnitten zuzuordnen sind, handelt es sich vermutlich sogar um eine ökophänotypische Varianz.

Weiterhin fällt bei einigen Exemplaren auf, dass die Basis der Prozesse sehr breit ist und aus dieser mehrere Fortsätze entspringen. Außerdem sind die Fäden dieser Individuen im Querschnitt nicht rund (Spaghetti-Form), sondern erscheinen als dünne, flache Fäden (Bandnudel-Form). Rochon *et al.* (1999) illustrieren diese Variante als *Nematosphaeropsis* sp. cf. *N. labyrinthus*.

Ökologie / Vorkommen: *Nematosphaeropsis labyrinthus* gehört zu den kosmopolitischen Arten, die in allen marinen Lebensräumen anzutreffen ist. Im N-Atlantik werden die höchsten absoluten und relativen Häufigkeiten dort registriert, wo sich das kalte arktische Wasser (Ostgrönland-Strömung, Labrador-Strömung) mit dem relativ warmen Wassermassen des Atlantik mischt (Rochon *et al.*, 1999). Dieses Verbreitungsmuster wurde schon von Lohmann (1910) beschrieben, wobei der Autor auf das Auftreten der Zyste zwischen den nördlichsten Ausläufern des Golfstroms und dem „Kalt-Warm-Mischwassergebiet“ der Irminger See hinweist. Als Verbreitungsgrenze wird 64°N genannt. Die Art toleriert folglich ein breites Spektrum der Oberflächenwassertemperatur (-1°C bis >20°C), fehlt jedoch in Regionen, in denen die Salinität weniger als 30‰ beträgt (de Vernal *et al.*, 1997; Harland, 1983). Williams (1971) korreliert das Auftreten der Art (abgebildet als *Nematosphaeropsis* sp. C) mit der Nord-Atlantik-Drift. Die Verbreitungsgrenze scheint nach Kunz-Pirrung (1998, 1999) noch nördlicher zu sehen. In der Laptev-See zeigt *N. labyrinthus* ebenfalls ein ozeanisches Verbreitungsmuster und ist bis 80°N mit Häufigkeiten > 10% vorhanden. Dieses Ergebnis bedarf jedoch genauerer Prüfung, da ein abgebildetes Exemplar (Kunz-Pirrung, 1998; Taf. 2, Fig.

6) starke Ähnlichkeiten mit *N. lemniscata* BUJAK 1984 besitzt (vgl. McMinn, 1992; Taf. 2, Fig. 13). Südlich des Äquators zeigt *N. labyrinthus* ein nahezu identisches Verbreitungsmuster. Harland *et al.* (1998) finden die Art nur in den nördlichsten Proben des Falkland – Weddelsee – Profils. Südlich 54°S fehlt die Art. Im südlichen Pazifik vor Neuseeland ist *N. labyrinthus* in den Proben vom Challenger Plateau und Campbell Plateau vorhanden. Die südliche Verbreitungsgrenze liegt bei ca. 55°S, bedingt einerseits durch die ozeanographischen Verhältnisse (Grenzbereich zur Subantarktischen Front) – andererseits durch die geographische Ausdehnung des Campbell Plateaus (eigene unveröff. Daten – SO 136, s.a. Thiede *et al.*, 1999). Im südlichen Indik ist *N. labyrinthus* die dominierende Art ($\leq 48,41\%$) am Grenzbereich von subantarktischer Strömung und Polarfrontzone (PFZ) (Marret & de Vernal, 1997). Im Auftriebsgebiet vor Peru wird die Art genutzt, um den Zustrom von ozeanischen Wassermassen zu bestimmen (Biebow, 1996). Sedimentkernuntersuchungen zeigen, dass ein Häufigkeitsmaximum von *N. labyrinthus* in das MIS 2 fällt.

Im Arabischen Meer ist die Art hauptsächlich in den offen-ozeanischen Sedimenten vorhanden (Abb. 48, s.a. Zonneveld, 1997a). Küstennah ist *N. labyrinthus* hingegen nur sehr selten gefunden worden. Möglicherweise fehlt die Art aufgrund des hohen terrigenen Eintrags, oder meidet – wie oben beschrieben – verringerte Salinitäten. Dementsprechend ist die Art auch in küstennahen Sedimentkernen nicht enthalten, in denen die beginnende Desertifikation dokumentiert ist (ca. ab 3000 Jahre vor heute). Auch in den Sedimenten des Persischen Golfs fehlt die Art (Bradford & Wall, 1984), im Golf von Kalifornien ist sie äußerst selten ($< 1\%$; Martínez-Hernández & Hernández-Campos, 1991). Ein ähnliches Verbreitungsmuster beschreibt Marret (1994). In den Proben aus dem äquatorialen Atlantik (Golf von Guinea) ist eine Häufigkeitszunahme mit zunehmender Entfernung vom Festland zu verzeichnen. Die Autorin charakterisiert die Art als ozeanisch mit höchsten Konzentrationen bei Salzgehalten $> 33\text{‰}$. Höll (1998) und Höll *et al.* (2000) finden *N. labyrinthus* durchgehend in Sedimentkernen des östlich-äquatorialen und westlich-tropischen Atlantiks. Die Art wird mit Vorliebe zum ozeanisch-oligotrophen Regime beschrieben und zeigt höchsten absolute Häufigkeiten in den Proben aus dem marinen Isotopenstadium VI (MIS 6), MIS 5.3 und MIS 2. Turon & Londeix (1988) belegen das Vorkommen von *N. labyrinthus* im Mittelmeer und charakterisieren die Art als „Antagonisten“ zu Arten der Gattung *Brigantedinium*. Da letztgenannte Arten oftmals reduzierte Salinitäten widerspiegeln, schlagen die Autoren vor, dass *N. labyrinthus* möglicherweise eine Affinität zu erhöhten Salinitäten besitzt. Diese These wird weder durch eigene Untersuchungen, noch durch andere Publikationen bestätigt.

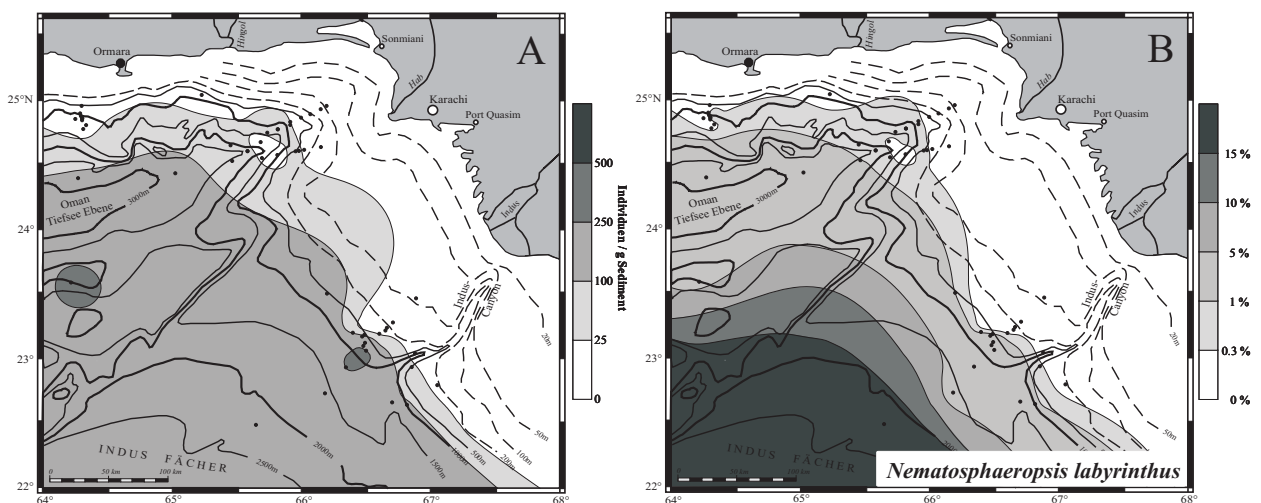


Abb. 48: Verbreitungskarten mit Darstellung der absoluten (links) und relativen (rechts) Häufigkeiten von *Nematosphaeropsis labyrinthus* in den Proben aus Oberflächensedimenten des nordöstlichen Arabischen Meeres.

Gattung *Spiniferites* MANTELL 1850 emend. SARJEANT 1970

Spiniferites bentorii (ROSSIGNOL 1964) WALL & DALE 1970

Zyste von *Gonyaulax digitalis* sensu Wall & Dale (1967)

Taf. 6, Figs. 1-3

Ergänzende Literatur: Rossignol (1964), S. 84; Taf. 1, Figs. 3, 7-8 (als *Hystrichosphaera bentori*)

Wall & Dale (1970), S. 47

Beschreibung: Elongate bis ovale Zyste mit charakteristischem apikalen, abgerundeten Knoten. Die Zyste ist zweiwandig – wobei das innere, dünne Endophragma außer von der Archaeopyle nicht durchbrochen wird. Aus dem äußeren Periphragma entstammen die Prozesse, die wie die Oberfläche der Zyste glatt bis microgranular ausgebildet sind. Die Prozesse befinden sich an Eckpunkten der Plattengrenzen (triple junctions), sind im Querschnitt rund bis oval und verzüngen sich zum Ende. Die Enden sind – sofern sie komplett entwickelt sind – trifurcat und spalten sekundär nochmals bifurcat auf. Bei wenigen Exemplaren ist an der Basis der Prozesse eine Lochstruktur (fenestrated Öffnung) vorhanden. Die flachen Septen zeichnen die Paratabulation nach, welche vollständig reflektiert wird. Das Zingulum ist schmal und sinistral versetzt angeordnet. Die Archaeopyle wird durch den Verlust einer P-Platte (3^o) gebildet.

Durchmesser der Zyste: 52-65µm

Länge der Prozesse: 7-12µm

Ökologie / Vorkommen: *Spiniferites bentorii* ist erstmals aus küstennahen, pleistozänen Sedimenten des östlichen Mittelmeeres beschrieben worden (Rossignol, 1962). Die Verbreitung der Art ist auf die küstennahen, tropischen bis temperierten Meeresgebiete zwischen ca. 45°N und 45°S beschränkt (Harland, 1977). Die höchsten relativen Häufigkeiten werden aus Sedimenten des Chinesischen Meeres dokumentiert (Cho & Matsuoka, 1999). Die Art toleriert ein breites Temperaturspektrum zwischen 1,6°C und >29°C, jedoch fehlt die Art in Regionen, in denen die Oberflächentemperatur im Sommer geringer ist als 12°C. *S. bentorii* gehört zu den marinen Arten und wird außerhalb eines Salinitätsintervall von 30,8 ‰ und 40,2 ‰ nicht gefunden. Ein Optimum wird bei Salinitäten um 34 ‰ beschrieben. Bradford & Wall (1984) finden hohe Häufigkeiten der Art im Persischen Golf bei Oberflächensalinitäten von rd. 40 ‰. Aus brackischen Lebensräumen sind keine Funde bekannt. Im Arabischen Meer wird die Art nur selten gefunden (Abb. 49). Ihre Verbreitung in den Oberflächensedimenten beschränkt sich auf die küstennahen Abschnitte. Die geringen Funde in den Kernprofilen lassen keine ozeanographische Interpretation zu.

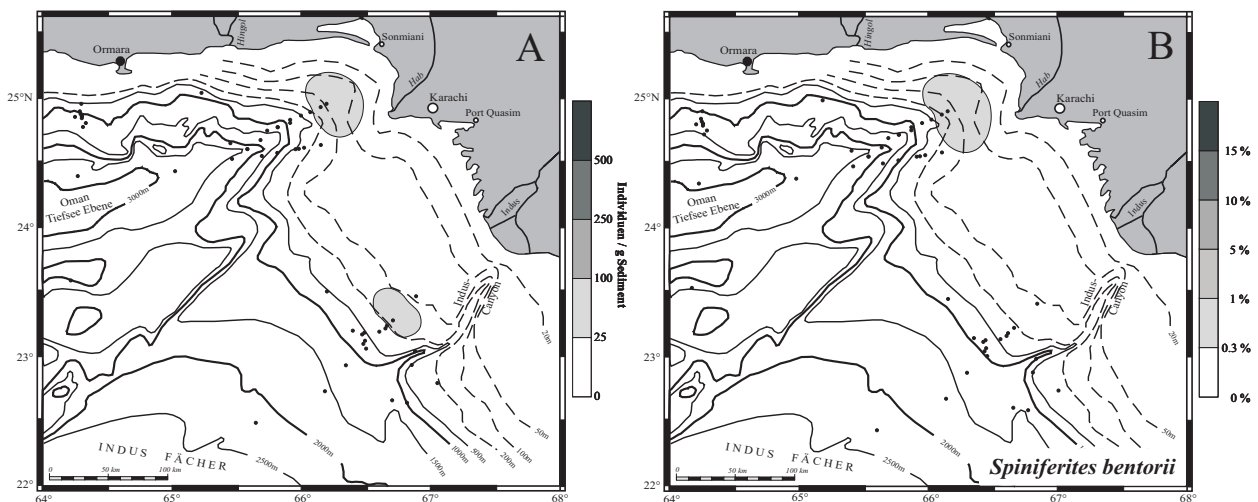


Abb. 49: Verbreitungskarten mit Darstellung der absoluten (links) und relativen (rechts) Häufigkeiten von *Spiniferites bentorii* in den Proben aus Oberflächensedimenten des nordöstlichen Arabischen Meeres.

Spiniferites bulloideus (DEFLANDRE & COOKSON 1955) SARJEANT 1970Zyste von *Gonyaulax scrippsae* sensu Wall & Dale (1968)Zyste des *Gonyaulax spinifera*-Komplexes sensu Head (1996)

Taf. 6, Fig. 4

Ergänzende Literatur: Sarjeant (1970), S. 75

Reid (1974), S. 600; Taf. 2, Figs. 17-19.

Beschreibung: Ovale bis elongate Zyste mit rundem Querschnitt. Die zweilagige Wand ist sehr dünn. Die mittlere Wandstärke beträgt 1-2 µm. Die äußere Wand hat eine glatte Oberfläche, die mit flachen Septen besetzt ist. Die Prozesse entstammen dem Epiphragma, sind relativ lang (ca. 1/3 der Zystenhöhe) und spalten trifurcat auf. Stellenweise – besonders im Bereich des Zingulums – ist zu erkennen, dass sich die glatten, im Querschnitt ovalen Prozesse schon im unteren Drittel teilen. Die beiden antapikal gelegenen Prozesse sind deutlich verlängert, wodurch sich die Art von der sehr ähnlichen Zyste *Sp. ramosus* klar abgrenzen lässt. Wenige Exemplare zeigen bei optimaler Erhaltung einen schwach ausgeprägten apikalen Knoten. Das Zingulum ist relativ breit ausgebildet (ca. 5-8 µm) und verspringt in sinistraler Richtung absteigend um eine Gürtelbreite. Die Septen reflektieren die vollständig entwickelte Paratabulation. Die Achaepyle wird durch den Verlust einer P-Platte (3⁴) gebildet.

Durchmesser der Zyste: 38-46µm

Länge der Prozesse: 8-14µm

Bemerkungen: In der Literatur wird die Art *Spiniferites bulloideus* sehr oft mit der Art *Spiniferites ramosus* als Gruppe zusammengefasst. Nach den charakteristischen Eigenschaften der Erstbeschreibungen sollten die Arten klar zu unterscheiden sein.

In dieser Arbeit wurde eine Unterscheidung vorgenommen, wobei Unstimmigkeiten nur dann auftraten, wenn die Individuen apikal oder antapikal orientiert vorlagen und somit die Schlüsselmerkmale (s.o.) nicht deutlich zu erkennen waren. Die Vermutung von Rochon *et al.* (1999), dass es sich bei *S. bulloideus* und *S. ramosus* um Variationen ein und derselben Art handelt, findet in dieser Studie keine Bestätigung.

Ökologie / Vorkommen: *Spiniferites bulloideus* gehört zu den kosmopolitischen Arten und wird in temperierten bis sub-arktischen Wassermassen gefunden (Rochon *et al.*, 1999). Die Art ist in Gewässern dokumentiert worden, die eine hohe Temperaturamplitude im Jahresgang aufweisen (Grönlandsee und Mündung des St. Lorenz-Stroms: Rochon *et al.*, 1999). In diesen Gebieten herrscht mehr als 8 Monate Eisbedeckung und im Sommer erreichen die Temperaturen rd. 20°C. Darüber hinaus toleriert die Art hohe Salinitätsschwankungen (20 - 36 ‰).

Die Verbreitung der Art *S. bulloideus* ist nicht wie bei vielen anderen Arten an Isothermen oder Strömungsachsen (z.B. *Nematosphaeropsis labyrinthus*, gebunden an die Nord-Atlantik-Drift) gebunden, sondern wird in ihrer nördlicher Ausdehnung ungefähr durch den 70°-Breitengrad begrenzt (Harland, 1983; Rochon *et al.*, 1999). Als mögliche Ursache für die breitengradabhängige Beschränkung könnte somit eher die Lichtintensität (Sommerinsolation) anstatt der Temperatur eine Rolle spielen. Die Verbreitungsgrenze auf der südlichen Hemisphäre wird durch die antarktisch-subtropische Front gebildet, deren Lage ca. 45°S entspricht (McMinn & Sun, 1994; Marret & de Vernal, 1994; Harland *et al.*, 1998, 1999).

In den Sedimenten des Arabischen Meeres ist die Art mit geringer Häufigkeiten vertreten (Abb. 50). Höchste Gehalte (max. 3-5 %) in den untersuchten Kernprofilen spiegeln die klimatisch kühleren Zeitabschnitte wider, die durch meso- bis eutrophe Verhältnisse durch Auftrieb (vor Oman) oder durch gut durchmisches Oberflächenwasser gekennzeichnet sind.

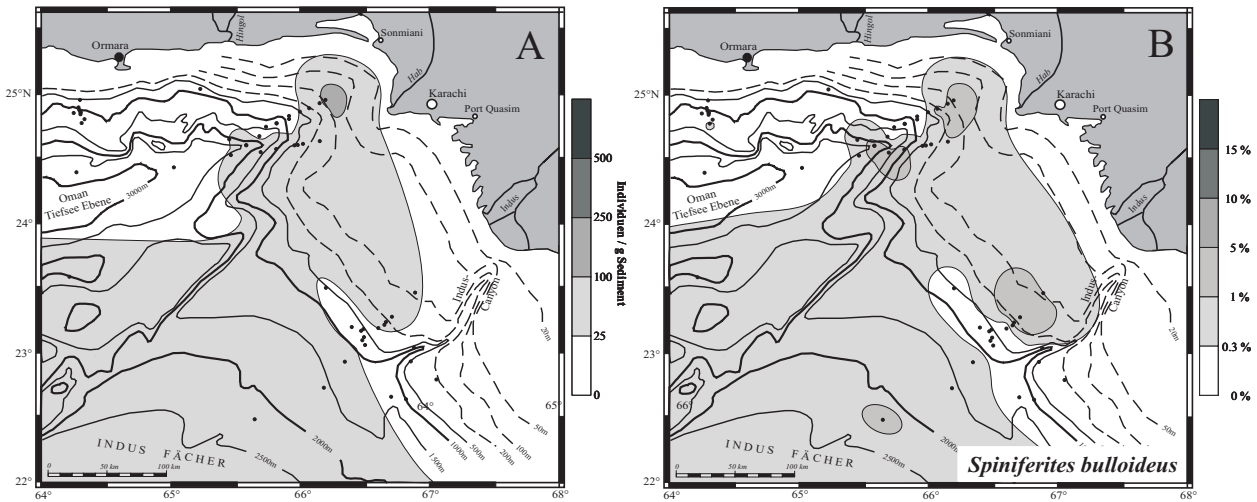


Abb. 50: Verbreitungskarten mit Darstellung der absoluten (links) und relativen (rechts) Häufigkeiten von *Spiniferites bulloides* in den Proben aus Oberflächensedimenten des nordöstlichen Arabischen Meeres.

Spiniferites membranaceus (ROSSIGNOL 1964) SARJEANT 1970

Zyste von *Gonyaulax spinifera* sensu Rochon *et al.* (1999)

Taf. 6, Figs. 5-10

Ergänzende Literatur: Rossignol (1964) S. 86; Taf. 1, Figs. 4, 9-10; Taf. 3, Figs. 7, 12

(als *Hystrichosphaera furcata* var. *membranacea*)

Reid (1974), S. 605; Taf. 3, Figs. 28-31

Beschreibung: Runde bis leicht ovale Zyste mit glatter bis mikrogranularer bzw. mikropunktater Oberfläche. Die dünnen Prozesse entstammen der äußeren Wand, sind bis etwa zur Hälfte ihrer Länge hohl und spalten trifurcat, sowie sekundär bifurcat, auf. Sie befinden sich meistens an den Kontaktpunkten der Septen (gonal) - seltener sind sie intergonal angeordnet. Zwei Prozesse am Antapex, an der Grenze zwischen den Platten 1^{''''} und 4^{''''} sind deutlich länger ausgebildet und durch ein hohes Septum verbunden. Die Septen sind sehr flach und reflektieren die Paratabulation nahezu vollständig. Das Zingulum ist schmal und um die zweifache Breite, sinistral versetzt angeordnet. Die Archaeopyle entsteht durch den Verlust einer P-Platte (3^{''}).

Durchmesser der Zyste: 32-41 µm Länge der Prozesse: 8-15 µm

Bemerkung: Aufgrund von schlechter Orientierung einiger Zysten ist nicht auszuschließen, dass wenige Exemplare mit der Art *Spiniferites belerius* verwechselt wurden. Eindeutig als *S. belerius* bestimmbare Zysten sind jedoch nicht gefunden worden.

Ökologie / Vorkommen: *Spiniferites membranaceus* gehört zu den kosmopolitischen Arten, deren Verbreitung in allen küstennahen Gewässern - mit Ausnahme der polaren Regionen - dokumentiert ist (Rossignol, 1964; Wall *et al.*, 1977; Harland, 1983; Bradford & Wall, 1984; Marret, 1994; Rochon *et al.*, 1999). In den küstennahen Gebieten vor Peru und im Bereich der aktiven Auftriebszellen ist die Art nicht gefunden worden - jedoch tritt sie in den offen-ozeanischen Sedimenten in geringer Häufigkeit auf (Biebow, 1996). Die Art ist in Gebieten, in denen eine Durchmischung mit brakischem Oberflächenwasser stattfindet, nicht überliefert.

In den Oberflächensedimenten des Arabischen Meeres ist die Art nahezu im gesamten Untersuchungsgebiet verbreitet (Abb. 51). Bei der Darstellung der Individuenzahl / g Sediment ist eine Abnahme der Konzentration von E nach W zu erkennen. Möglicherweise wird die Art während des

Wintermonsuns aus dem Äquatorialbereich ins nördliche Arabische Meer verdriftet. Hierfür spricht auch die Abwesenheit der Art in östlicheren Gebieten (Zonneveld, 1997a).

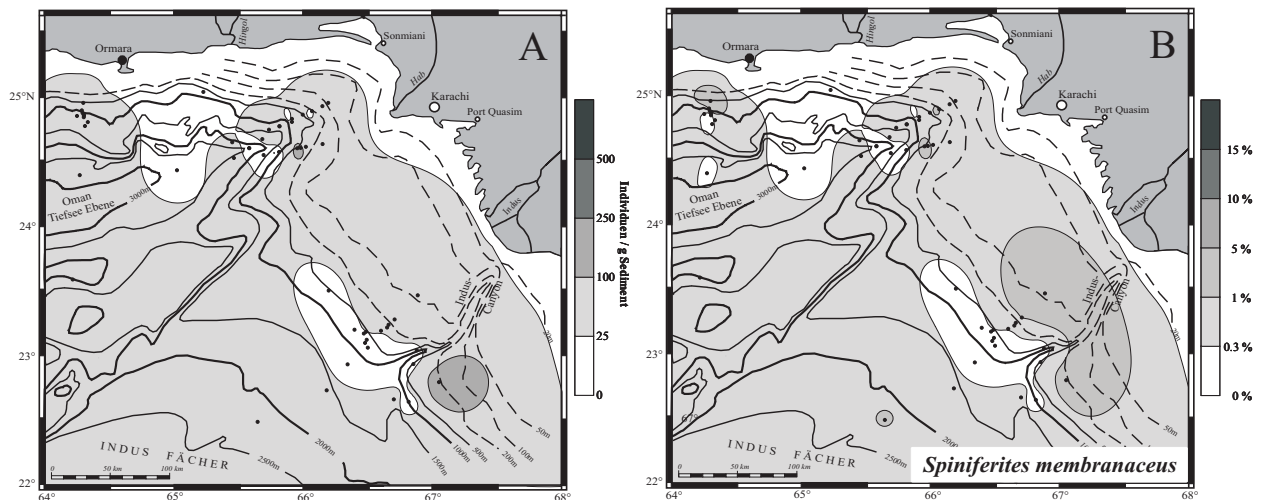


Abb. 51: Verbreitungskarten mit Darstellung der absoluten (links) und relativen (rechts) Häufigkeiten von *Spiniferites membranaceus* in den Proben aus Oberflächensedimenten des nordöstlichen Arabischen Meeres.

Spiniferites mirabilis (ROSSIGNOL 1964) SARJEANT 1970

Zyste von *Gonyaulax spinifera* sensu Rochon *et al.* (1999)

Taf. 6, Figs. 11-12

Ergänzende Literatur: Rossignol (1964), S. 86; Taf. 2, Figs. 1-3; Taf. 3, Figs. 3-4;

(als *Hystrichosphaera mirabilis*)

Rochon *et al.* (1999), S. 38; Taf. 9, Figs. 1-3

Beschreibung: Ovale bis kugelförmige, doppelwandige Zyste mit mikrogranularer bis punctater Oberflächenstruktur der äußeren Wand. Im Vergleich zu anderen Arten der Gattung besitzt *Spiniferites mirabilis* eine größere Anzahl von Prozessen, die gonal und intergonal angeordnet sind. Die Prozesse sind hohl mit glatter Oberfläche, spalten teilweise schon an der ovalen Basis auf und verzweigen sich distal bevor sie bi- bzw. trifurcat aufspalten. Die Septen sind nur flach ausgebildet mit Ausnahme des antapikalen Bereichs, wo sie die angrenzenden Prozesse „kronenförmig“ mit einem hohen Septum verbinden. Weiterhin reflektieren die Septen nahezu vollständig die Paratabulation. Das Zingulum ist nur schmal, es verläuft in sinistraler Richtung absteigend und verspringt um die 3-fache Höhe des Zingulums. Die Archaeopyle wird durch den Verlust einer P-Platte (3^c) gebildet.

größter Durchmesser der Zyste (ohne Prozesse): 41-61µm Länge der Prozesse: 10-19µm

Ökologie / Vorkommen: Die Verbreitung von *Spiniferites mirabilis* umfasst die ozeanischen und küstennahen Bereiche zwischen der arktisch subtropischen und antarktisch subtropischen Front. Die Art toleriert ein breites Temperaturspektrum von ca. 0° bis rd. 30°C, jedoch fehlt die Zyste in Gebieten, deren Sommeroberflächentemperatur 13°C unterschreitet (Rochon *et al.*, 1999). Im Nordatlantik ist die Art in hoher Anzahl in küstennahen und ozeanischen Sedimenten überliefert. *S. mirabilis* dominiert die Assoziationen vor Portugal mit einem Anteil von bis zu 65% (Harland, 1983).

In Meeresgebieten mit Salinitäten unterhalb von rd. 30 ‰ ist die Art nicht dokumentiert (Marret & Zonneveld, im Druck). Im nördlichen Atlantik ist das Auftreten an eine Mindestsalinität von 34,5 ‰ gebunden. Reid (1977) beschreibt *S. mirabilis* aus den nährstoffreichen, küstennahen Gewäs-

sern der Britischen Inseln.

In den Oberflächensedimenten des Arabischen Meeres ist die Art weit verbreitet. Die Verbreitung und Häufigkeitsverteilung der Zyste korreliert positiv mit der Temperatur, Salinität und dem Sauerstoffgehalt des Oberflächenwassers um 100 m Tiefe. In den Kernprofilen gehört die Art neben *Nematosphaeropsis labyrinthus* zu den häufigsten gonyaulacoiden Zysten mit höchster Individuenzahl in den durch eutrophe Verhältnisse charakterisierten Zeitabschnitten.

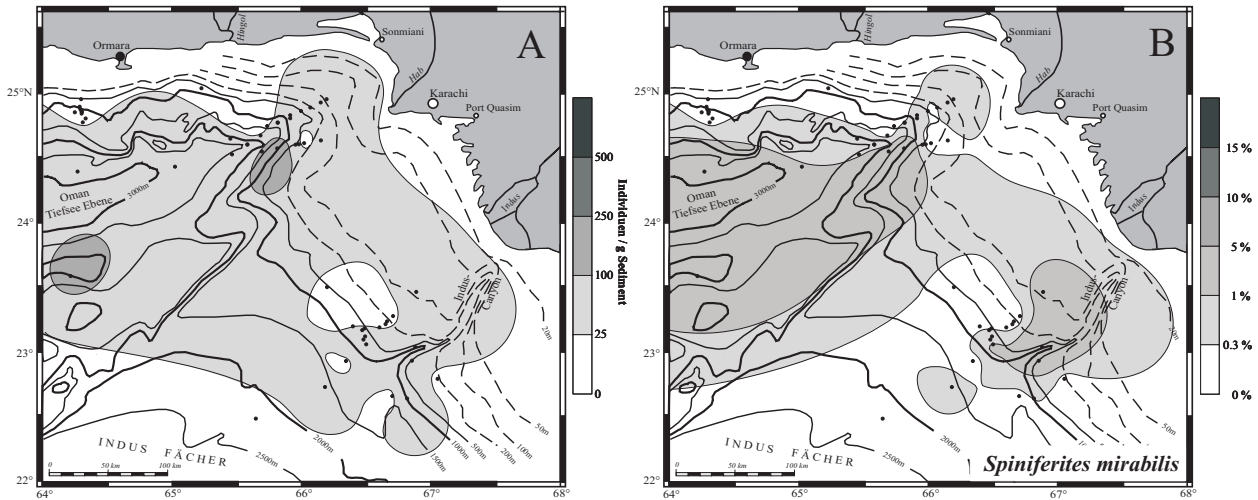


Abb. 52: Verbreitungskarten mit Darstellung der absoluten (links) und relativen (rechts) Häufigkeiten von *Spiniferites mirabilis* in den Proben aus Oberflächensedimenten des nordöstlichen Arabischen Meeres.

Spiniferites pachydermus (ROSSIGNOL 1964) REID 1974

Zyste des *Gonyaulax spinifera*-Komplexes sensu Head (1996)

Taf. 7, Figs. 1-6

Ergänzende Literatur: Rossignol (1964), S. 86; Taf. 1, Figs. 1-2; Taf. 3, Fig. 6

(als *Hystriosphera furcata* var. *pachyderma*)

Reid (1974), S. 607; Taf. 4, Figs. 36-38

Beschreibung: Runde bis leicht ovale Zyste mit 2-lagiger Wandstruktur. Das Periphragma ist relativ dünn und durch eine granulare bis körnige Oberfläche charakterisiert. Das Endophragma ist deutlich dicker ($> 2 \mu\text{m}$) und zeigt radiale Striae. Die im Querschnitt ovalen Prozesse entstammen dem Periphragma und sind gonal angeordnet. Sie sind starr und ausschließlich trifurcat mit möglichen sekundären bifurcaten Enden. Am Antapex befindet sich ein sehr schwach ausgeprägter Knoten. Die Septen sind unregelmäßig hoch und verlaufen nahezu aculeat zwischen den Prozessen. Dabei reflektieren sie vollständig die Paratabulation. Das Zingulum ist ca. $4 \mu\text{m}$ hoch und sinistral absteigend angeordnet (Versatz: ca. 1,5-fache Gürtelhöhe). Die Archaeopyle wird durch den Verlust einer P-Platte (3^{c}) gebildet.

Durchmesser der Zyste (ohne Prozesse): 35-62 μm

Länge der Prozesse: 11-25 μm

Ökologie / Vorkommen: Die Verbreitung von *Spiniferites pachydermus* beschränkt sich auf die tropisch-subtropischen bis gemäßigt-temperierten Meeresgebiete zwischen 45°S und ca. 30°N (Marret & Zonneveld, im Druck). In Gegensatz zu den übrigen Arten der Gattung *Spiniferites* ist die Art auf ein engeres Temperatur- (13°C - $29,6^{\circ}\text{C}$) und Salinitätsspektrum (31,5 ‰ - 36,5 ‰) beschränkt (Reid, 1974; Marret, 1994; Biebow, 1996; Zonneveld, 1997a; Zonneveld & Brummer, 2000). Im peruanischen Auftriebsgebiet sind die höchsten Konzentrationen der Art eng mit der

Verbreitung der Auftriebszelle verknüpft.

Im Arabischen Meer tritt *Spiniferites pachydermus* verstärkt im Auftriebsgebiet vor Oman auf. Die Art meidet auch hier Temperatur- und Salinitätsextrema und korreliert mit den ozeanographischen Parametern „relativ niedrige Sommertemperatur / relativ hohe Wintertemperatur“ (Zonneveld, 1997a).

Die Verbreitung und Häufigkeitsverteilung der Zyste korreliert positiv mit der Temperatur, Salinität und dem Sauerstoffgehalt des Oberflächenwassers um 100 m Tiefe, vorzugsweise während des Wintermonsuns. Höchste Konzentrationen in den Kernprofilen sind direkt vor dem Übergang MIS I zu MIS II zu verzeichnen, einem Abschnitt, der durch eine hohe Insolation gekennzeichnet ist. *S. pachydermus* wird als marine, tropische bis subtropische Art charakterisiert, die eutrophische Bedingungen widerspiegelt (Abb. 53).

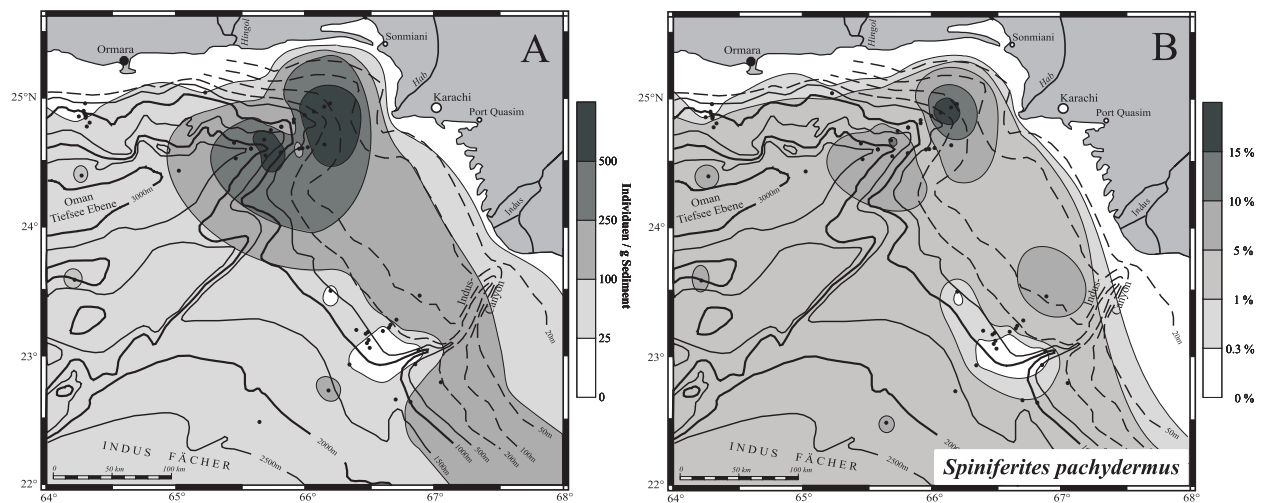


Abb. 53: Verbreitungskarten mit Darstellung der absoluten (links) und relativen (rechts) Häufigkeiten von *Spiniferites pachydermus* in den Proben aus Oberflächensedimenten des nordöstlichen Arabischen Meeres.

Spiniferites perforatus (DAVEY & WILLIAMS 1966) SARJEANT 1970

Zyste des *Gonyaulax spinifera*-Komplexes?

Taf. 7, Figs. 7-8

Ergänzende Literatur: Davey & Williams (1966), S. 41; Taf. 5, Fig. 7
Sarjeant (1970), S. 76

Beschreibung: Ovale Zyste mit apikalem, abgerundeten Knoten. Die Zyste ist zweiwandig und besteht aus einem dünnen, inneren Endophragma und einem dickeren (bis 1,5 μm), äußeren Periphragma. Diesem entstammen die Prozesse, die wie die Oberfläche der Zyste glatt bis microgranulat ausgebildet sind. Die Prozesse befinden sich an Eckpunkten der Plattengrenzen (triple junctions), sind im Querschnitt rund bis oval und verjüngen sich zum Ende. Die Enden sind bi- oder trifurcat und spalten sekundär nochmals bifurcat auf. Bei allen dieser Art zugeordneten Exemplaren sind an den Basen der Prozesse Lochstrukturen (fenestrate Öffnungen) vorhanden. Darüberhinaus zeigen wenige Exemplare auch Lochreihen mit 5 bis 8 Öffnungen an einem oder mehreren Prozessen. Die Septen sind nur sehr undeutlich zu erkennen, zeichnen jedoch die Paratabulation nach, welche vollständig reflektiert wird. Die Archaeopyle wird durch den Verlust einer P-Platte (3^o) gebildet.

Durchmesser der Zyste: 48-61 μm

Länge der Prozesse: 8-15 μm

Bemerkung: Fenestrated Öffnungen im Bereich der Prozesse wurden neben *Spiniferites perforatus* auch bei *Sp. bentorii* festgestellt. Möglicherweise handelt es sich bei dieser Art aufgrund der sehr ähnlichen Ausbildung um dieselbe Art mit ökophänotypischer Varianz. Unklar ist die stratigraphische Reichweite von *Sp. perforatus* sensu Davey & Williams (1966). Die Autoren beschreiben die Art aus dem frühen Eozän. Im Gegensatz dazu ist die Reichweite von *Sp. bentorii* auf den Zeitabschnitt von Pleistozän bis Holozän begrenzt. Weiterhin ist weder Funktion noch ökologische Bedeutung der fenestrated Prozesse geklärt.

Ökologie / Vorkommen: Bujak *et al.* (1980) beschreiben die Zyste aus eozänen Sedimenten Englands. Insgesamt ist die Art nur sehr selten dokumentiert, was darauf zurückzuführen ist, dass die Perforation der Prozesse nicht erkannt wird.

In den Oberflächensedimenten fehlt die Zyste, ebenso wie in den holozänen Zeitabschnitten der Kernprofile. Aufgrund der wenigen Exemplare lassen sich ozeanographische Präferenzen nicht ableiten.

Spiniferites ramosus (EHRENBERG 1838) MANTELL 1854

Zyste des *Gonyaulax spinifera*-Komplexes sensu Head (1996)

Taf. 7, Figs. 9-10

Ergänzende Literatur: Rochon *et al.* (1999), S. 38; Taf. 9, Figs. 4-6

Beschreibung: Runde bis elongate Zyste mit annähernd rundem Querschnitt. Die Wand ist 2-lagig ausgebildet und sehr dünn - die mittlere Wandstärke beträgt 1 µm. Die äußere Wand besitzt eine glatte Oberfläche, die mit flachen, rippenähnlichen Septen besetzt ist. Die Prozesse sind gonal angeordnet und entstammen dem Epiphragma. Sie sind relativ lang (ca. 1/2 bis 1/3 der Zystenhöhe) und spalten trifurcat, sekundär auch bifurcat, auf. Ähnlich wie bei *Sp. bulloideus* ist stellenweise – besonders im Bereich des Zingulums – festzustellen, dass sich die glatten, im Querschnitt ovalen Prozesse im unteren Drittel teilen (bifurcal). Das Zingulum ist breit ausgebildet (4-6 µm) und verspringt in sinistraler Richtung absteigend um eine Gürtelbreite. Die Septen reflektieren die nahezu vollständig entwickelte Paratabulation. Die Achaeopyle wird durch den Verlust einer P-Platte (3^o) gebildet.

Durchmesser der Zyste: 25-39µm

Länge der Prozesse: 13-21µm

Bemerkungen: Eines der deutlichsten Unterscheidungsmerkmale zwischen *Sp. ramosus* und *Sp. bulloideus* ist die Form des Zystenkörpers, welcher bei erstgenannter Art rund bis leicht oval, bei letztgenannter oval bis elongat ausgebildet ist. Auch in der Länge der Prozesse (s.o.) unterscheiden sich beide Arten (s.a. *Sp. bulloideus*). Die Art *S. ramosus* spiegelt eine breite morphologische Variation wider und ist vermutlich nicht „monospezifisch“ (Wall *et al.*, 1977; Harland, 1983; Bradford & Wall, 1984; Edwards & Andrieu, 1992; Marret & Zonneveld, im Druck)

Ökologie / Vorkommen: Die Verbreitung und die ökologischen Ansprüche der Art ähneln denen von *Sp. bulloideus* (Abb. 54).

Eine geographische Begrenzung ist im Süden durch die antarktisch-subtropische Front und im Norden durch die Nordatlantikdrift definiert (Marret, 1994; Harland *et al.*, 1980, 1998, 1999; Rochon *et al.*, 1999). *Sp. ramosus* tritt in diesen temperierten bis tropischen Bereichen in neritischen und ozeanischen Sedimenten auf, wobei höhere Konzentrationen mit den Randbereichen von Auftriebszellen assoziiert sind (Wall *et al.*, 1977; Harland, 1983; Edwards & Andrieu, 1992; Biebow, 1996; Zonneveld, 1997a; diese Studie).

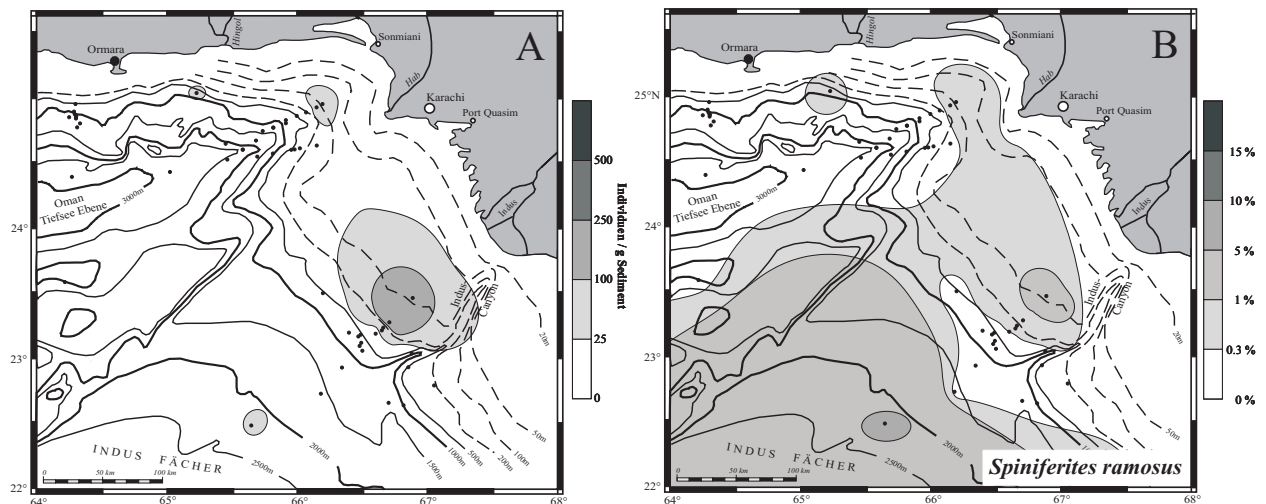


Abb. 54: Verbreitungskarten mit Darstellung der absoluten (links) und relativen (rechts) Häufigkeiten von *Spiniferites ramosus* in den Proben aus Oberflächensedimenten des nordöstlichen Arabischen Meeres.

Gattung *Tectatodinium* WALL 1967 emend. HEAD 1994

Tectatodinium pellitum WALL 1967 emend. HEAD 1994

Zyste von *Gonyaulax spinifera* sensu Wall (1967)

Ergänzende Literatur: Wall (1967), S. 113; Taf. 16, Figs. 11-12

Head (1994), S. 308, 310

Beschreibung: Eiförmige bis subsphärische Zyste mit dicker, zweilagiger Wand. Dünnes ($< 1 \mu\text{m}$) und glattes Endophragma; Periphragma ca. $5 \mu\text{m}$ dick mit schwammartiger Oberflächenstruktur im Durchlichtmikroskop. Die Oberfläche erscheint mikrogranular bis fibrös. Unter dem Rasterelektronenmikroskop wird deutlich, dass die Oberfläche aus verflochtenen, einzelnen Fibrillen aufgebaut wird. Head (1994) beschreibt diese Ausbildung als „spongy, distally-open luxuria“. Die Archaeopyle wird durch den Verlust einer P-Platte ($3''$) gebildet. Weitere Merkmale der Paratabulation werden nicht reflektiert.

Größe der Zyste (nur 3 Exemplare vermessen): $52\text{-}65 \mu\text{m}$

Wandstärke: $5\text{-}6 \mu\text{m}$

Ökologie / Vorkommen: Edwards & Andrieu (1992) dokumentieren *Tectatodinium pellitum* aus dem Golf von Mexiko. Die Art toleriert in diesem Meeresgebiet Oberflächentemperaturen (SST) zwischen 25 und 29°C und normalmarine bis verringerte Salinitäten ($25 - 36,4\text{‰}$).

Rosignol (1964) beschreibt die Art aus dem Pleistozän des östlichen Mittelmeeres (als *Leiosphaeridia scrobiculata*). In der Typlokalität des Yucatan Beckens (Wall, 1967) ist die Art nur selten dokumentiert. In geringeren Häufigkeiten ist die Art *Tectatodinium pellitum* in den temperierten bis tropischen Sedimenten des Atlantiks, Pazifiks und des Mittelmeeres gefunden worden (z.B. Biebow, 1996; Wall *et al.*, 1977, Edwards & Andrieu, 1992; Martínez-Hernández & Hernández-Campos, 1991). Mudie (1989) beschreibt die Art aus den Meeresgebieten von Nova Scotia und der Labrador-See, jedoch zeigen die abgebildeten Arten deutliche morphologische Unterschiede zu den tropischen / subtropischen Individuen, so dass der Nachweis der Art in kühleren Regionen zumindest fraglich ist.

Die wenigen Exemplare aus dem Arabischen Meer lassen eine Zuordnung zu ozeanographischen Präferenzen nicht zu.

Unterfamilie **unsicher** (Familie Gonyaulacaceae)

Gattung *Pyxidinospis* HABIB 1975

Pyxidinospis psilata WALL & DALE in WALL ET AL. (1973)

Thekate Form unbekannt

Syn.: *Tectatodinium psilatium*

Taf. 7, Figs. 11-12

Ergänzende Literatur: Wall *et al.* (1973), S. 22 (als *Tectatodinium psilatium*)

Beschreibung: Dünnwandige Zyste mit rundem, ovalem, rhombischem oder kruziformem Umriss. Zweilagige Wand mit dünnem, glatten Endophragma und einem dicht anliegenden, dünnen Periphragma, dem kurze, gleichmäßig verteilte Pilae aufsitzen, wodurch ein punktierte Struktur hervorgerufen wird. Die Höhe der Pilae erreicht ca. 1µm. Von Wall *et al.* (1973) wird die Wandstruktur im Lichtmikroskop als psilat, punctat oder sehr fein scrabat beschrieben. Die Archaeopyle wird durch den Verlust einer P-Platte (3^o) gebildet - weitere Merkmale von Paratabulation werden nicht reflektiert. Wall *et al.* (1973) weisen eine breite Variation innerhalb der Art nach.

Größe der Zyste: 45-52µm

Ökologie / Vorkommen: *Pyxidinospis psilata* ist häufig in quartären Sedimenten des Schwarzen Meeres zu finden (Wall *et al.*, 1973) und scheint in diesem Meeresgebiet auf gering-salinare Süßwasser- bis Brackwasser-Bereiche beschränkt zu sein. Die o.g. kruziformen Zysten korrelieren mit den Bereichen geringerer Salinität. In der Benguela Region (Zonneveld *et al.*, 2001) und in der Deutschen Bucht (Nehring, 1994) wurde die Art, ebenso wie auch im Arabischen Meer, nur in Einzelfunden nachgewiesen.

Pyxidinospis reticulata McMINN & SUN 1994 emend. MARRET & DE VERNAL 1997

Thekate Form unbekannt

Ergänzende Literatur: McMinn & Sun (1994), S. 48; Taf. 3, Figs. 1-4

Marret & de Vernal (1997), S. 387; Taf. 2, Figs. 3-4

Rochon *et al.* (1999), S. 40; Taf. 9, Figs. 7-10

Beschreibung: Runde, farblose Zyste mit glatter bis mikrogranularer Oberfläche. Einige Exemplare zeigen eine Feinfältelung (Runzelung; evtl. Erhaltungunterschied). Die zweilagige Wand besteht aus einem dünnen, glatten Endophragma und einem dicht anliegenden, dünnen Periphragma. Diesem sitzen dünne Lamellen auf, die eine labyrinthähnliche Struktur nachbilden. Die Höhe der Lamellen (muri) variiert zwischen 0,5 bis 2µm. Die Lamellen sind in zwei Kategorien einzuteilen: einerseits höhere Muri (1-2µm) die ein grobes, weitmaschiges reticulates Muster und andererseits niedrigere Muri (0,5-1µm), die innerhalb erstgenannter eine feinmaschige Struktur bilden. Im Durchlicht erscheint ein polygonales, reticulates Muster. Im Querschnitt erscheinen auf der Wand nach außen gerichtete hohe, weitständige, etwas dunklere Pilae, die von mehreren niedrigen, engständigen Pilae komplettiert werden. Außer der Archaeopyle, die durch den Verlust einer P-Platte (3^o) entsteht, sind keine weiteren Merkmale von Paratabulation reflektiert.

Größe der Zyste: 31-38µm

Ökologie / Vorkommen: McMinn & Sun (1994) beschreiben die Art aus dem südlichen Pazifik, westlich von Neuseeland. Die höchsten relativen Häufigkeiten (3,5 - 5%) beschreiben Marret & de Vernal (1997) und dokumentieren die Art nördlich der antarktischen Polarfront entlang der antarktisch-subtropischen Front. *Pyxidinospis reticulata* wird weltweit in den vollmarinen Meeresgebieten

mit Ausnahme der Polargebiete in geringen Häufigkeiten gefunden (de Vernal & Mudie, 1989; Marret, 1994; McMinn & Sun, 1994; de Vernal *et al.*, 1997). Lediglich im nördlichen Pazifischen Ozean werden Häufigkeiten >10% verzeichnet (freundl. mündl. Mitteil. de Vernal, unveröff. Daten). Die kosmopolitische, stenohaline Art (34,5 bis 36,2‰) toleriert ein breites Temperaturspektrum zwischen 0° bis 28,5°C.

Im Arbeitsgebiet wird die Art nur in den Sedimenten aus den östlichen Probenlokalitäten gefunden (Abb. 55). Eine mögliche Erklärung hierfür ist, dass die Art während des Wintermonsuns mit den Meeresströmungen aus dem Bereich des tropischen Indischen Ozean verdriftet wird. Die maximale Häufigkeit beträgt in den Oberflächensedimenten rd. 1%. Im Kernmaterial ist die Art mit maximalen Häufigkeiten um 3% v.a. in den Kernabschnitten vorhanden, die die kühleren Zeitabschnitte repräsentieren.

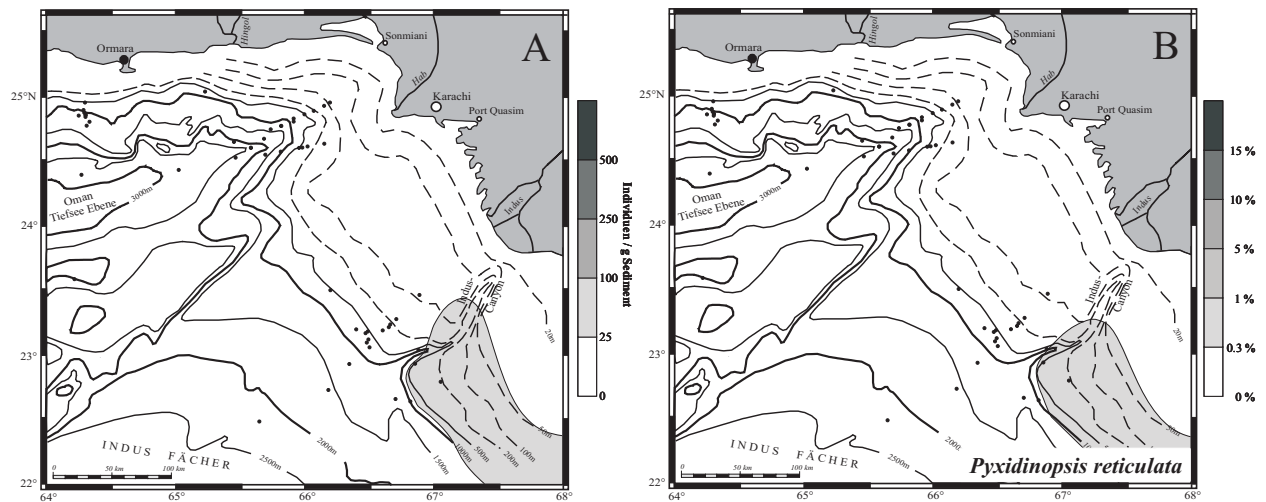


Abb. 55: Verbreitungskarten mit Darstellung der absoluten (links) und relativen (rechts) Häufigkeiten von *Pyxidinopsis reticulata* in den Proben aus Oberflächensedimenten des nordöstlichen Arabischen Meeres.

Unterordnung **Goniodomineae** FENSOME *ET AL.* 1993

Familie **Goniodomaceae** LINDEMANN 1928

Unterfamilie **Pyrodinioideae** FENSOME *ET AL.* 1993

Gattung ***Polysphaeridium*** DAVEY *ET AL.* 1966

Polysphaeridium zoharyi (ROSSIGNOL 1962) BUJAK *ET AL.* 1980 emend.

Zyste von *Pyrodinium bahamense* sensu Wall & Dale (1969)

Zyste von *Pyrodinium bahamense* var. *compressum* sensu Matsuoka (1989)

Taf. 8, Figs. 1-4

Ergänzende Literatur: Rossignol (1962), S. 132; Taf. 2, Fig. 10 (als *Hystriospheridium zoharyi*)

Beschreibung: Runde bis subsphärische, farblose Zyste mit glatter bis leicht granularer Oberfläche. Zweilagige Wand mit einem dünnen, glatten Endophragma und einem dicht anliegenden, dickeren Periphragma, aus dem die Prozesse entstammen. Die relativ langen (8-15µm), starren, hohlen? Prozesse sind ungleichmäßig auf der Oberfläche verteilt. Auch die Anzahl der Prozesse variiert. Die Basis ist im Querschnitt rund und nicht verbreitert - schwache Striae befinden sich am Ansatz. An einzelnen Stellen entspringen aus derselben Basis 2 bis 4 Prozesse. An den Enden spalten die

Prozesse bifurcat auf. Die Exzystierung erfolgt über einen Riss, vermutlich entlang des Zingulums, so dass überwiegend nur Hälften der Zyste gefunden werden (epicystal archeopyle). Es werden keine paratabularen Merkmale reflektiert.

Größe der Zyste: 38-57µm Länge der Prozesse: 8-15µm

Ökologie / Vorkommen: *Polysphaeridium zoharyi* wird in größeren Häufigkeiten in küstennahen Sedimenten in der Nähe von Auftriebszellen oder an Flussmündungen gefunden. Die geographische Verbreitung beschränkt sich auf die tropischen und subtropischen Meeresgebiete zwischen ca. 30°N und 40°S (z.B. Morzadec-Kerfourn, 1979; Edwards & Andrieu, 1992; Bradford & Wall, 1984; McMinn, 1992). Als Mindesttemperatur werden von Marret & Zonneveld (im Druck) 14,5°C angegeben.

Auch in Gebieten mit erhöhter Salinität werden hohe Individuenzahlen nachgewiesen. Im Roten Meer dominiert sie mit relativen Häufigkeiten bis zu 90% die Assoziationen (Halim, 1984). Im Arabischen Meer ist *Polysphaeridium zoharyi* häufig an den Isthmen des Roten Meeres und des Persischen Golfes (Bradford & Wall, 1984). Von hier aus wird die Art mit der Strömung vorwiegend während des Sommermonsuns verdriftet.

Im Untersuchungsgebiet vor Pakistan werden relative Häufigkeiten >10% vor allem vor den Flussmündungen des Indus und des Hab festgestellt. Aus den Verbreitungskarten wird deutlich, dass die Häufigkeitsverteilung mit dem Verlauf der Sauerstoffminimumzone korreliert (Abb. 56). Dieses erklärt sich entweder durch eine erhöhte Oxidationsanfälligkeit der Zystenhülle in sauerstoffreichem Bodenwasser oder auf eine selektive Zerstörung der Zysten durch Bakterientätigkeit.

In den Kernprofilen zeigt die Art punktuell erhöhte Häufigkeiten während der Abschnitte, die zeitlich mit den Heinrichlagen-Ereignissen aus dem Nordatlantik korrelieren. Eine mögliche Erklärung hierfür ist eine verstärkte Stratifizierung der oberen Wasserschichten. Auch im westlicheren Arabischen Meer werden die Häufigkeits-Peaks von *P. zoharyi* während der „Heinrichlagen-äquivalenten“ Ereignisse festgestellt (freundl. mündl. Mitteil. Brinkhuis, 2002).

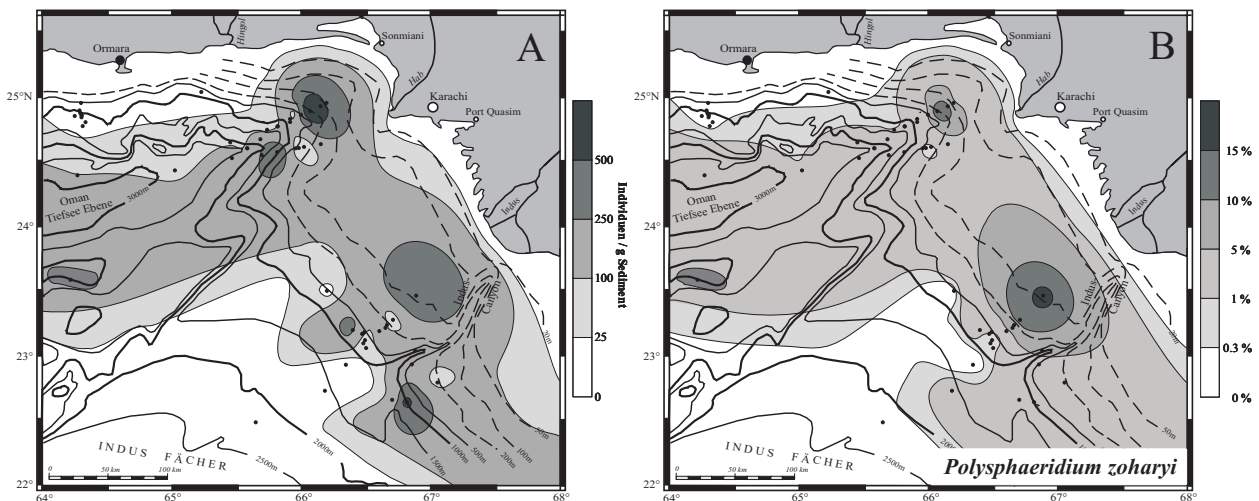


Abb. 56: Verbreitungskarten mit Darstellung der absoluten (links) und relativen (rechts) Häufigkeiten von *Polysphaeridium zoharyi* in den Proben aus Oberflächensedimenten des nordöstlichen Arabischen Meeres.

Ordnung **Peridinales** HAECKEL 1894

Unterordnung **Peridiniineae** AUTONYM

Familie **Peridiniaceae** EHRENBERG 1838

Unterfamilie **Calciodinelloideae** FENSOME *ET AL.* 1993

Gattung ***Pentapharsodinium*** INDELICATO & LOEBLICH III 1986 emend. MONTRESOR *ET AL.* 1993

[Die Gattung *Pentapharsodinium* enthält thekate Dinoflagellaten und ist kein paläontologisches Taxon i.e.S. Fensome *et al.* (1993) ordnet die Gattung *Pentapharsodinium* keiner Unterfamilie zu (Subfamily uncertain). Bei der Zuordnung zur Unterfamilie **Calciodinelloideae** wird den Ausführungen von Montresor *et al.* (1993) gefolgt.]

Zyste von *Pentapharsodinium dalei* INDELICATO & LOEBLICH III 1986

syn.: *Peridinium faroense* PAULSEN 1905

Peridinium faroense sensu Dale 1977

Taf. 8, Figs. 5-7

Ergänzende Literatur: Dale (1977), S. 241-253, Figs. 1-30

Rochon *et al.* (1999), S. 42; Taf. 10, Figs. 1-2

Beschreibung: Runde, farblose Zyste mit glatter Oberfläche. Die Wand der Zyste ist 0,5 bis 1µm dick. Die Prozesse sind gleichmäßig auf der Oberfläche verteilt und haben eine Länge von 7 – 15 µm. Die Anzahl (Dichte) der Prozesse variiert. Charakteristisch für die Prozesse dieser Art ist die breitere, ovale Basis, von der aus sich die Prozesse schnell verjüngen und dann streng parallel und starr verlaufen. Weiterhin verzweigt sich mindestens ein Prozess ein- bis mehrfach. Durch diese Merkmale lässt die Art deutlich von der ansonsten sehr ähnlichen Art *Operculodinium centrocarpum* abgrenzen. Die Prozessenden spalten auf und sind z.T. nach innen gebogen. Es existiert keine Archaeopyle – die Exzystierung erfolgt durch einen Riss in der Wand („simple splitting of the cyst“, Dale, 1977). Paratabulare Merkmale werden nicht reflektiert.

Größe der Zyste: 24-41µm Länge der Prozesse: 4-10µm

Ökologie / Vorkommen: Die Zyste von *Pentapharsodinium dalei* gehört zu den kosmopolitischen Arten, die mit Ausnahme Meeresgebiete südlicher als 62°S, in allen Regionen nachgewiesen ist. In den Oberflächensedimenten der Nordhemisphäre ist der Anteil der Art an den Assoziationen jedoch größer als in denen der Südhemisphäre. Maximale Häufigkeiten korrelieren mit dem Verlauf der Nord-Atlantik-Drift (Rochon *et al.*, 1999). *P. zoharyi* dominiert die organischen Dinoflagellatenzysten-Vergesellschaftungen nördlich von Island, der südlichen Hudson-Bucht und der östlichen Barents-See (Dale, 1977; de Vernal *et al.*, 1993; Nehring, 1994; Matthiessen, 1995). Hohe absolute Häufigkeiten werden auch in den norwegischen Fjorden dokumentiert (Dale, 1976; Dale, 1977). Im westlichen äquatorialen Atlantik sowie in der Benguela-Auftriebsregion wird die Art hauptsächlich in Bereichen gefunden, die durch eine gute Durchmischung der oberen Wasserschichten (0 - 100m) gekennzeichnet sind (Vink *et al.*, 2000; Zonneveld *et al.*, 2001).

Die Art toleriert ein breites Temperatur- (-2°C bis rd. 30°C) und Salinitätsspektrum (21 bis 36‰). Auch in Meeresgebieten, die nahezu 12 Monate von Eis bedeckt sind, werden Zysten von *P. zoharyi* gefunden (Marret & de Vernal, 1997; de Vernal *et al.*, 1998; Harland *et al.*, 1998; Harland & Pudsey, 1999).

In den Oberflächensedimenten des Arabischen Meeres vor Pakistan werden hohe Konzentrationen von *P. zoharyi* vor der Flussmündung des Hab dokumentiert (Abb. 57). In diesem Bereich wird auch die intensivste Durchmischung während der Monsunphasen verzeichnet. Darüber hinaus korreliert die Häufigkeit der Art mit der Oberflächentemperatur während des Sommermonsuns.

Die maximale relative Häufigkeit in den Sedimentkernen liegt bei rd. 5%.

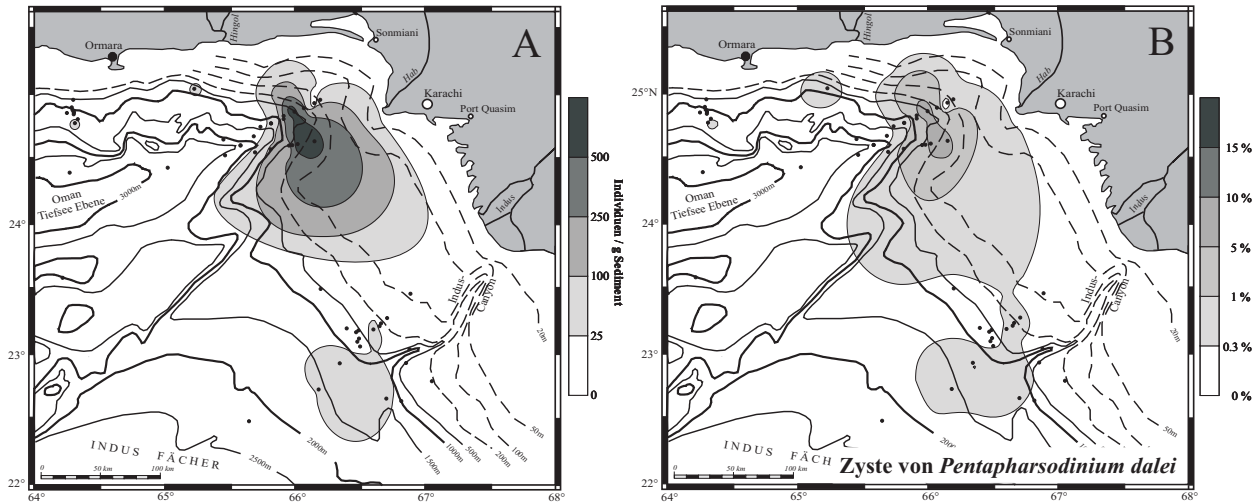


Abb. 57: Verbreitungskarten mit Darstellung der absoluten (links) und relativen (rechts) Häufigkeiten der Zyste von *Pentapharsodinium dalei* in den Proben aus Oberflächensedimenten des nordöstlichen Arabischen Meeres.

Familie **Congruentidiaceae** Schiller 1935

Unterfamilie **Congruentidioideae** Autonym

Gattung ***Brigantedinium*** (REID 1977) ex LENTIN & WILLIAMS 1993

Brigantedinium cariacense (WALL 1967) LENTIN & WILLIAMS 1993

Zyste von *Protoperidinium avellana* sensu Wall 1967

Taf. 8, Figs. 8-9

Ergänzende Literatur: Wall (1967), S. 113; Taf. 16, Figs. 13-14 (als *Chytroespheridia cariacensis*)

Beschreibung: Runde, braun bis dunkelbraun pigmentierte Zyste mit glatter Oberfläche. Die Zyste wird häufig sekundär gefaltet gefunden. Die Archaeopyle entsteht durch den Verlust einer I-Platte (2a). Die Größe und Form der Archaeopyle ist einziges Zuordnungskriterium innerhalb der Gruppe der „round browns“. Die große Archaeopyle hat einen hexagonalen Umriss, wobei das Höhen-Breiten-Verhältnis (H/B) ~ 1:2 beträgt. Das Verhältnis der seitlichen Plattengrenzen a/b beträgt etwa 1:1. Die untere Grenze ist leicht konvex gebogen. Das teilweise noch vorhandene Operculum ist stets mit der (linken) kurzen Seite der Exzystierungsöffnung verbunden. Weitere paratabulare Merkmale werden nicht reflektiert.

Größe der Zyste: 32-50µm

Bemerkung: Viele Exemplare der „round browns“ werden nur gefaltet gefunden. Da die Archaeopyle nicht immer zu erkennen ist, werden die zweifelsfrei bestimmbar Arten zwar separat gezählt, jedoch ist dieses für eine quantitative, statistische Auswertung unzureichend, da nicht sicherzustellen ist, ob alle Individuen der Art berücksichtigt werden. Die Art wurde deshalb dem Sammeltaxon *Brigantedinium* spp. zugeordnet.

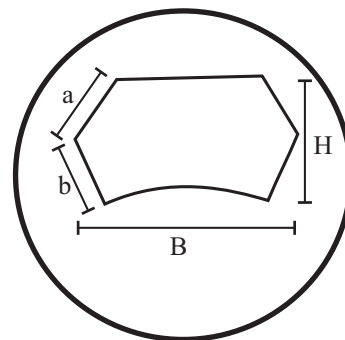


Abb. 58: Skizze der Zyste *Brigantedinium cariacense* mit Darstellung der Archeopyle

Ökologie / Vorkommen: Aufgrund der zuvor beschriebenen Schwierigkeiten bei der Bestimmung der Zysten von *Brigantedinium cariacense* ist es nicht möglich, ökologische Präferenzen abzuleiten. Unter Zugrundelegung der derzeitigen Auffassung, dass die meisten (wenn nicht sogar alle) Arten der Gattung *Brigantedinium* spp. zu den heterotrophen bzw. mixotrophen Dinoflagellaten gezählt werden, ist deren Verbreitung direkt an die Nahrungsquelle gebunden. Zahlreiche Studien beschreiben einen Zusammenhang zwischen der Produktivität in den Oberflächenwassermassen und der Häufigkeit von *Brigantedinium* spp. (z.B. Matthiessen, 1991; Marret, 1994; Biebow, 1996; Targarona *et al.*, 1999). Darüber hinaus kann die Art jedoch auch die Dinoflagellatenzysten-Assoziationen in Meeresgebieten dominieren, die nicht durch eine hohe Primärproduktion gekennzeichnet sind (s. Bradford & Wall, 1984). Die Ergebnisse dieser Studie zeigen, dass Individuen dieser Art sehr anfällig gegenüber sauerstoffreichem Bodenwasser (Oxidation der Zysten) bzw. Bakterientätigkeit im oxischen / suboxischen Milieu sind. Folglich ist die Art im Untersuchungsgebiet überwiegend in den Oberflächenproben überliefert, die im Bereich der Sauerstoffminimumzone liegen. Aufgrund der o.g. Schwierigkeiten bei der taxonomischen Zuordnung ist die Darstellung der geographischen Verbreitung (Abb. 59) nur unter Vorbehalt zu betrachten.

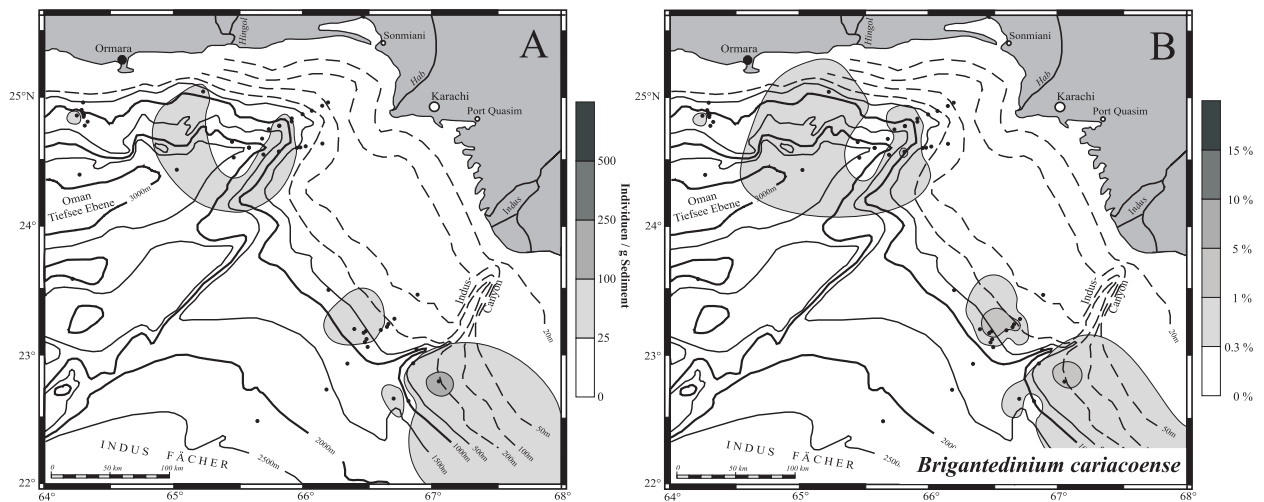


Abb. 59: Verbreitungskarten mit Darstellung der absoluten (links) und relativen (rechts) Häufigkeiten von *Brigantedinium cariacense* in den Proben aus Oberflächensedimenten des nordöstlichen Arabischen Meeres.

Brigantedinium majusculum REID 1977 ex LENTIN & WILLIAMS 1993

Thekate Form unbekannt

Ergänzende Literatur: Reid (1977), S. 434; Taf. 1, Fig. 5

Beschreibung: Große runde, braune bis dunkelbraune, pigmentierte Zyste mit glatter Oberfläche. Möglicherweise besteht die Zystenwand aus mehreren Lagen. Die Zyste wird häufig sekundär gefaltet gefunden. Die Archaeopyle entsteht durch den Verlust einer I-Platte (2a). Die Größe und Form der Archaeopyle ist einziges Zuordnungskriterium innerhalb der Gruppe der „round browns“. Die große Archaeopyle hat einen hexagonalen Umriss, wobei das Höhen-Breiten-Verhältnis (H/B) $\sim 1:1,3$ beträgt. Die dem Pol zugewandte Seite ist länger als die dem Äquator zugewandte Seite. Das Verhältnis der seitlichen Plattengrenzen a/b variiert zwischen 4:1 und 2,5:1. Weitere paratabulare Merkmale werden nicht reflektiert.

Größe der Zyste: 65-73 μm

Bemerkung: Viele Exemplare der „round browns“ werden nur gefaltet gefunden. Da die Archaeopyle nicht immer zu erkennen ist, werden die zweifelsfrei bestimmbaren Arten zwar separat gezählt, jedoch ist dieses für eine quantitative, statistische Auswertung unzureichend, da nicht sicherzustellen ist, dass alle Individuen der Art berücksichtigt werden. Die Art wurde deshalb dem Sammeltaxon *Brigantedinium* spp. zugeordnet.

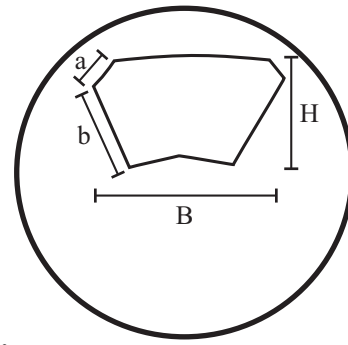


Abb. 60:
Skizze der Zyste *Brigantedinium majusculum* mit Darstellung der Archeopyle.

Ökologie / Vorkommen: Aufgrund der zuvor beschriebenen Schwierigkeiten bei der Bestimmung der Zysten von *Brigantedinium majusculum* ist es nicht möglich, ökologische Präferenzen abzuleiten (s.a. Ökologie / Vorkommen von *Brigantedinium cariacense*).

Aufgrund der o.g. Schwierigkeiten bei der taxonomischen Zuordnung ist die Darstellung der geographischen Verbreitung (Abb. 61) nur unter Vorbehalt zu betrachten.

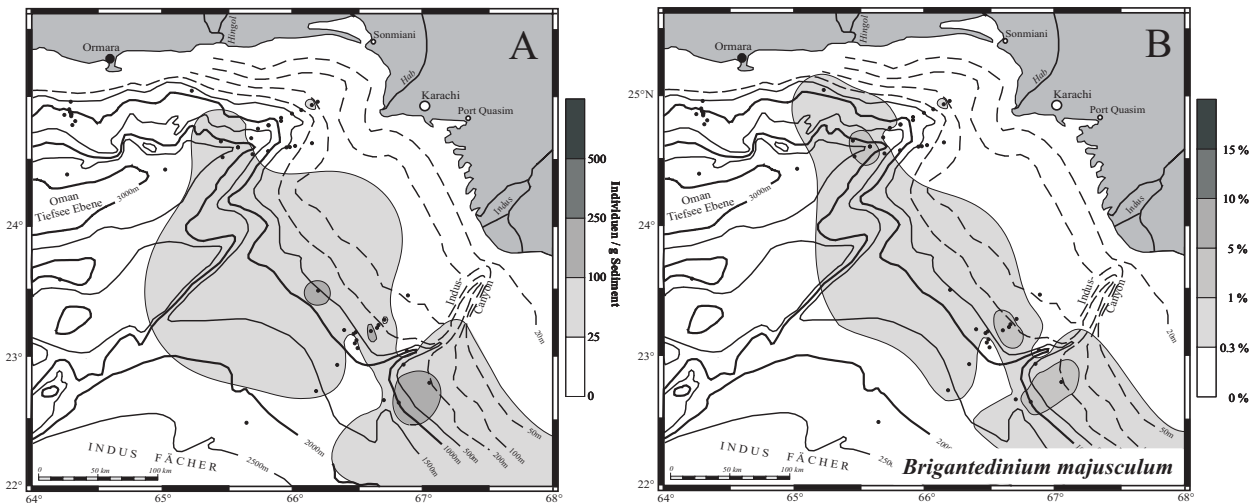


Abb. 61: Verbreitungskarten mit Darstellung der absoluten (links) und relativen (rechts) Häufigkeiten von *Brigantedinium majusculum* in den Proben aus Oberflächensedimenten des nordöstlichen Arabischen Meeres.

***Brigantedinium simplex* WALL 1965 ex LENTIN & WILLIAMS 1993**

Zyste von *Protoperidinium conicoides* sensu Wall & Dale 1968

Ergänzende Literatur: Wall (1965), S. 308; Figs. 7, 20

Beschreibung: Runde bis leicht ovale, braun bis dunkelbraun pigmentierte Zyste mit glatter Oberfläche. Die Archaeopyle entsteht durch den Verlust einer I-Platte (2a). Die Größe und Form der Archaeopyle ist charakteristisch für diese Art. Die große Archaeopyle hat einen hexagonalen Umriss, wobei das Höhen-Breiten-Verhältnis (H/B) $\sim 1,2:1$ beträgt. Das Verhältnis der seitlichen Platten-grenzen a/b beträgt etwa 3:1. Die untere Grenze der Archaeopylenöffnung verläuft gerade. Das teilweise noch vorhandene Operculum ist bei allen Exemplaren mit der (linken) kurzen Seite der Exzystierungsöffnung verbunden. Bei guter Erhaltung ist eine Flagellen-Pore am schwach reflektierten Sulkus sichtbar. Weitere paratabulare Merkmale zeigt die Zyste nicht.

Größe der Zyste: 31-48 μ m

Bemerkung: Viele Exemplare der „round browns“ werden nur gefaltet gefunden. Da die Archaeopyle nicht immer zu erkennen ist, werden die zweifelsfrei bestimmbar Arten zwar separat gezählt, jedoch ist dieses für eine quantitative, statistische Auswertung unzureichend, da nicht sicherzustellen ist, dass alle Individuen der Art berücksichtigt werden. Die Art wurde deshalb dem Sammeltaxon *Brigantedinium* spp. zugeordnet.

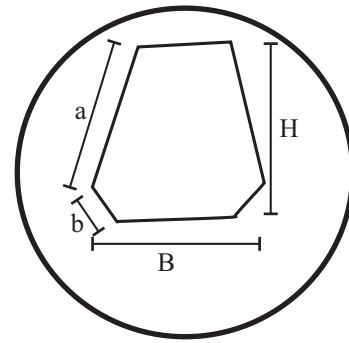


Abb. 62: Skizze der Zyste *Brigantedinium simplex* mit Darstellung der Archeopyle

Ökologie / Vorkommen: Aufgrund der zuvor beschriebenen Schwierigkeiten bei der Bestimmung der Zysten von *Brigantedinium simplex* ist es nicht möglich, ökologische Präferenzen abzuleiten (s.a. Ökologie / Vorkommen von *Brigantedinium cariacense*).

Aufgrund der o.g. Schwierigkeiten bei der taxonomischen Zuordnung ist die Darstellung der geographischen Verbreitung (Abb. 63) nur unter Vorbehalt zu betrachten.

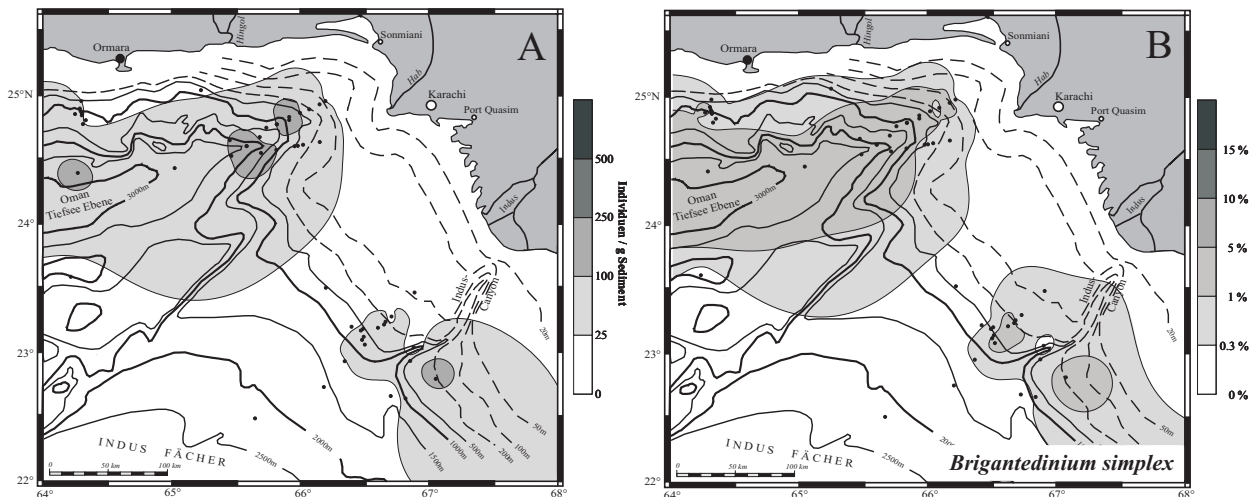


Abb. 63: Verbreitungskarten mit Darstellung der absoluten (links) und relativen (rechts) Häufigkeiten von *Brigantedinium simplex* in den Proben aus Oberflächensedimenten des nordöstlichen Arabischen Meeres.

***Brigantedinium* spp.**

Abb. 11

Ergänzende Literatur: Marret & Zonneveld (im Druck)

Beschreibung: Innerhalb dieses Taxons sind die zuvor beschriebenen Arten *Brigantedinium cariacense*, *B. majusculum*, *B. simplex* sowie die Zysten von *Protopteridinium thorianum* zusätzlich zu den nicht bis auf die Ebene der Art bestimmbar runden, braunen Zysten mit glatter Oberfläche („round browns“) zusammengefasst. Die Archaeopyle wird durch den Verlust einer I-Platte gebildet. Diese ist jedoch aufgrund der Erhaltung oftmals nicht eindeutig zu identifizieren.

Durchmesser der Zyste: 27-65 µm

Ökologie / Vorkommen: *Brigantedinium* spp. gehört zu den kosmopolitischen Arten und ist in nahezu allen Datensätzen organischer Dinoflagellatenzysten enthalten. Höchsten relativen Häufigkeiten sind im Nordatlantik assoziiert mit neritischen, arktisch- bis subarktischen Lebensräumen

(Rochon *et al.*, 1999). Nach Meinung verschiedener Autoren (z.B. Wall *et al.*, 1977; Matsuoka, 1987; Lewis *et al.*, 1990; Matthiessen, 1991; Marret, 1994; Biebow, 1996; Targarona *et al.*, 1999) besteht ein Zusammenhang zwischen der Häufigkeit der Art und der Lage von Auftriebszellen. Hieraus wird abgeleitet, dass das Auftreten stärker vom Nährstoffpotential als von Temperatur und Salinität bestimmt wird. *Brigantedinium* spp. toleriert ein breites Spektrum im Bezug auf Temperatur (-2°C bis 30°C SST) und Salinität (17 bis 37‰). Darüber hinaus kann die Art jedoch auch die Dinoflagellatenzysten-Assoziationen in Meeresgebieten dominieren, die nicht durch eine hohe Primärproduktion gekennzeichnet sind (s. Bradford & Wall, 1984).

Es wird davon ausgegangen, dass dieses Taxon vorwiegend heterotrophe bzw. mixotrophe Arten beinhaltet, so dass andere Primärproduzenten (z.B. Diatomeen) als Nahrungsquelle favorisiert werden. In Meeresgebieten mit schwachen Lichtverhältnissen (z.B. unter Packeis) zeigt die Art eine hohe Überlegenheit gegenüber den autotrophen Arten und dominiert diese Assoziationen (Mudie, 1992; de Vernal *et al.*, 1997). Aufgrund des breiten Toleranzspektrums gegenüber physisch-chemischer Bedingungen ist die Art als „Opportunist“ zu charakterisieren.

Die Ergebnisse dieser Studie zeigen, dass Individuen dieser Art sehr anfällig gegenüber sauerstoffreichem Bodenwasser (Oxidation der Zysten) bzw. Bakterientätigkeit im oxischen / suboxischen Milieu sind. Folglich ist die Art im Untersuchungsgebiet überwiegend in den Oberflächenproben überliefert, die im Bereich der Sauerstoffminimumzone liegen (Abb. 64, s.a. Kap. 4.4.1). In den Sedimentkernen korreliert die höchste Individuenzahl mit den laminierten Profilabschnitten.

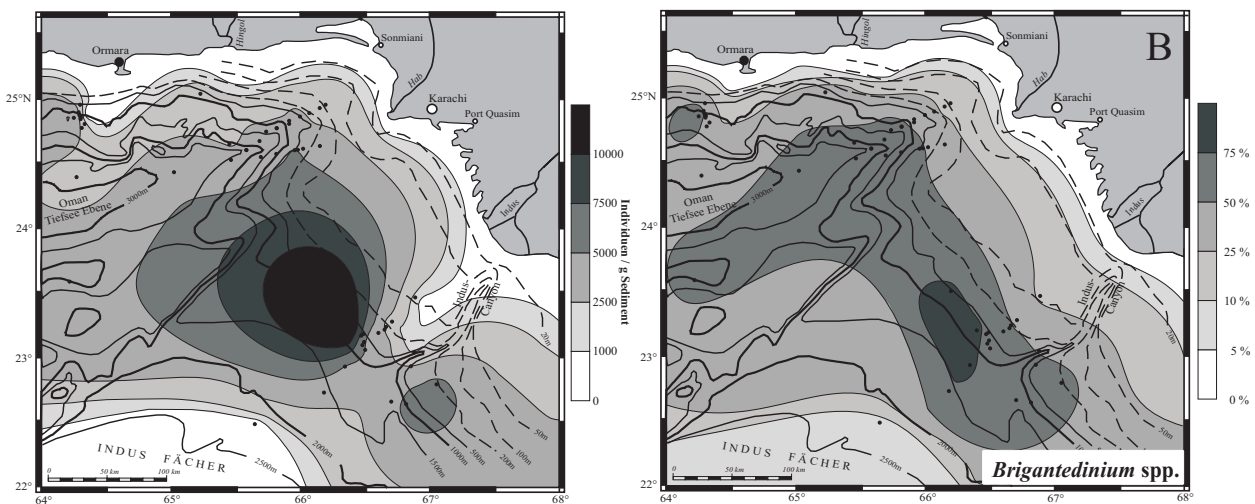


Abb. 64: Verbreitungskarten mit Darstellung der absoluten (links) und relativen (rechts) Häufigkeiten von *Brigantedinium* spp. in den Proben aus Oberflächensedimenten des nordöstlichen Arabischen Meeres.

Gattung *Echinidinium* ZONNEVELD 1997b ex HEAD *ET AL.* 2001

Die Individuen der Typus-Art der Gattung *Echinidinium* stammen aus einer Sedimentfalle, welche Material aus den oberen Wasserschichten des Arabischen Meeres aufgefangen hat (MST-9E). Folglich handelt es sich nicht um eine fossile, sondern um eine rezente Art, für die eine lateinische Diagnose zur gültigen Beschreibung nach den Normen des ICBN zwingend notwendig ist (ICBN Artikel 36.2). Zonneveld (1997b) erfüllte diese Bedingung für keine ihrer neu beschriebenen Arten. Head *et al.* (2001) haben nachträglich eine lateinische Diagnose für die Gattung und die Typus-Art verfasst, wodurch die Taxa *Echinidinium* und *E. granulatum* nun gültig publiziert sind. Die übrigen in den Sedimenten des Arbeitsgebietes vorkommenden Arten „*E. aculeatum*“, „*E. bispiniformis*“, „*E. delicatum*“, „*E. transparentum*“ werden aus diesem Grund in „gesetzt.

„*Echinidinium aculeatum*“ ZONNEVELD 1997b

Taf. 8, Figs. 10-12

Ergänzende Literatur: Zonneveld (1997b);

Marret & Zonneveld (im Druck); S. 42, Taf. 14

Beschreibung: Sphäroidale bis runde, hellbraun bis braun pigmentierte Zyste, deren Oberfläche entweder glatt bzw. sehr leicht gefältelt ist. Die hohlen, glatten Prozesse werden aus der Differenzierung zwischen dem Endophragma und dem Periphragma gebildet. Sie haben eine runde bis leicht ovale Basis und verzüngen sich zur offenen Spitze hin - diese ist aculeat ausgebildet mit zwei bis vier zurückgebogenen Enden, von denen zahlreiche wiederum bifurcat aufspalten. Zwischen den Prozessen befindet sich bei einigen Individuen eine Luxuria mit isolierten Granulae. Bis zu 50 Prozesse sind auf der Zyste deutlich platten-zentrisch angeordnet. Die Archaeopyle wird durch den Verlust von zwei Platten gebildet, deren Position noch fraglich ist. In der Original-Beschreibung von Zonneveld (1997b) wird die Archaeopyle als „chasmic“ beschrieben. Nach Betrachtung des Holotypen wird diese Öffnung als einfacher Riss in der Zyste interpretiert. Ein weiteres, abgebildetes Exemplar zeigt (wenn auch nur schwach) eine Archaeopyle, die durch den Verlust von zwei Platten gebildet wird. Nur im Bereich der Archaeopyle wird Paratabulation durch niedrige, schwach ausgebildete Kammstrukturen reflektiert.

Durchmesser der Zyste: 15-30 μm Länge der Prozesse: 5-10 μm

Ökologie / Vorkommen: „*E. aculeatum*“ ist in den Sedimenten küstennaher und offenozeanischer Meeresgebiete, vorwiegend in Bereich von Auftriebszellen oder ozeanischer Frontensysteme gefunden worden (Zonneveld, 1997b; Zonneveld & Brummer, 2000; Vink *et al.*, 2001). Die Art favorisiert Temperaturen $> 13^{\circ}\text{C}$, toleriert brackisch bis normal marine Salinitäten (26 bis 36‰) und ist (bisher) nur in meso- bis eutrophen Gebieten dokumentiert. In älteren Datensätzen sind die Arten der Gattung *Echinidinium* undifferenziert als „spiny forms“ oder „unbestimmte, sphärische, braune Zyste“ erfasst worden. Die ökologische Zuordnung beruht folgedessen nur auf aktueller Literatur, und ist somit unvollständig.

Die Art ist im Untersuchungsgebiet überwiegend in den Oberflächenproben überliefert, die im Bereich der Sauerstoffminimumzone liegen (Abb. 65). Möglicherweise sind die Individuen dieser Art sehr anfällig gegenüber sauerstoffreichem Bodenwasser (Oxidation der Zysten) bzw. Bakterientätigkeit im oxischen / suboxischen Milieu.

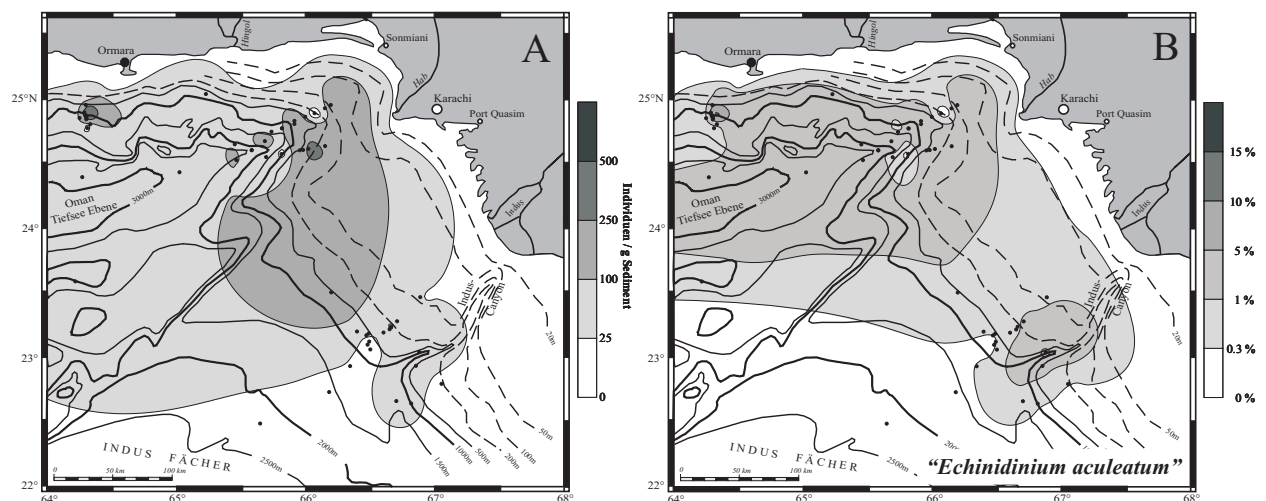


Abb. 65: Verbreitungskarten mit Darstellung der absoluten (links) und relativen (rechts) Häufigkeiten von „*Echinidinium aculeatum*“ in den Proben aus Oberflächensedimenten des nordöstlichen Arabischen Meeres.

„*Echinidinium bispiniformis*“ ZONNEVELD 1997b

Taf. 9, Figs. 1-2

Ergänzende Literatur: Zonneveld (1997b), S. 329, Fig. 7; Taf. 4, Fig. 1-4
Marret & Zonneveld (im Druck)

Beschreibung: Runde bis sphäroidale, schwach gelb- bis braun-pigmentierte Zyste mit glattem Endophragma. Das Periphragma besteht aus verschiedenartigen, zufällig angeordneten Prozessen. Neben dünnen, starr ausgebildeten, pigmentierten, acuminaten Prozessen sind große, flexible, „knollenförmige“, transparente Prozesse mit kurzen Stacheln am Ende des Fortsatzes vorhanden. Die Archaeopyle wird durch einen einfachen Spalt entlang mehrerer Plattengrenzen gebildet (theropylic archeopyle). Weitere Merkmale der Paratabulation werden nicht reflektiert.

Durchmesser der Zyste: 35-50 µm

Länge der kurzen, starren Prozesse: 2-5 µm Länge der flexiblen, großen Prozesse: 6-12 µm

Ökologie / Vorkommen: „*Echinidinium bispiniformis*“ ist bislang nur in Sedimenten und Sedimentfallen aus dem Arabischen Meer nachgewiesen worden. Die Art ist äußerst selten (Abb. 66), so dass ökologische Präferenzen nicht abgeleitet werden können. Folglich ist unklar, ob es sich bei *E. bispiniformis* um eine auf das Arabische Meer beschränkte endemische Art handelt, wie es von Zonneveld (1997b) postuliert wird. Nach Auswertung der ozeanographischen Parametern der wenigen Lokalitäten toleriert die Art Temperaturen zwischen 22 und 28°C sowie Salinitäten > 35,5‰.

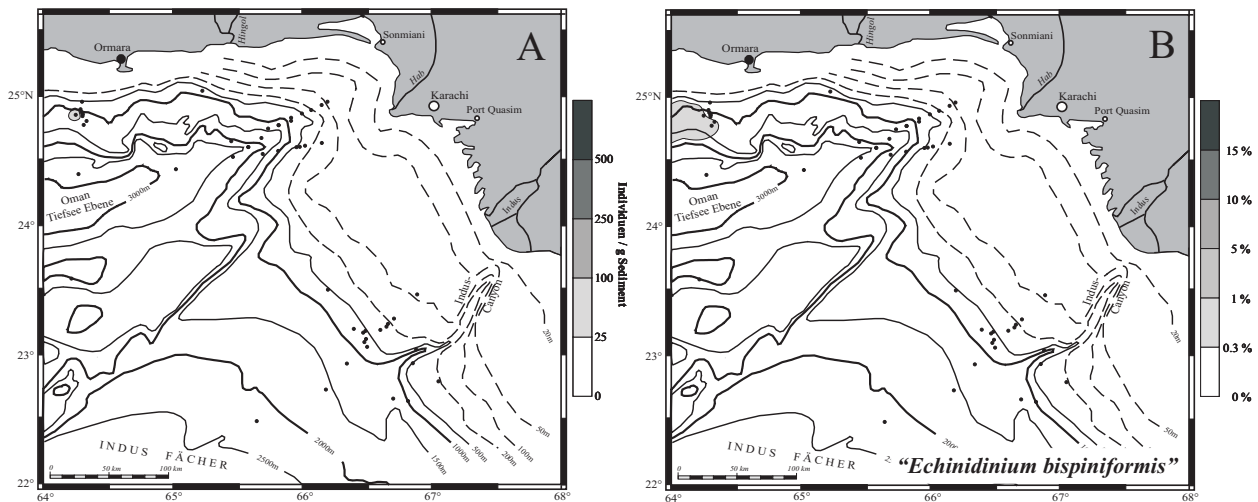


Abb. 66: Verbreitungskarten mit Darstellung der absoluten (links) und relativen (rechts) Häufigkeiten von „*Echinidinium bispiniformis*“ in den Proben aus Oberflächensedimenten des nordöstlichen Arabischen Meeres.

„*Echinidinium delicatum*“ ZONNEVELD 1997b

Ergänzende Literatur: Zonneveld (1997b), S. 333, Fig. 8, Taf. 4, Fig. 5-7
Marret & Zonneveld (im Druck)

Beschreibung: Runde bis sphäroidale, nur schwach braun pigmentierte Zyste mit glatter Oberfläche. Die starren, hohlen Prozesse sind nahezu regelmäßig auf der Zyste verteilt. Sie werden durch Teilung der glatten Luxuria vom Pedium gebildet. Von der runden bis leicht ovalen Basis verjüngen sich die acuminaten Prozesse bis zur nadelähnlichen, geschlossenen Spitze. Die Archaeopyle wird aus einem Spalt entlang zweier Plattengrenzen gebildet (chasmic archeopyle). Weitere paratabulare

Merkmale werden nicht reflektiert.

Durchmesser der Zyste: 15-25 µm

Länge der Prozesse: 2-4 µm

Ökologie / Vorkommen: „*E. delicatum*“ ist in den Sedimenten küstennaher und offenozeanischer Meeresgebiete, vorwiegend in Bereichen mit hohen Nährstoffgehalten (Arabisches Meer, Benguela Auftriebszone) und der Flussmündung des Amazonas gefunden worden (Zonneveld, 1997b; Zonneveld & Brummer, 2000; Vink *et al.*, 2001). Trotzdem ist die Art innerhalb von Auftriebszellen bislang nur in geringen Häufigkeiten dokumentiert. Die Art toleriert Temperaturschwankungen von 13-30°C SST sowie brackisch bis normal marine Salinitäten (26 bis 36‰) und ist (bisher) nur in meso- bis eutrophen Gebieten dokumentiert. In älteren Datensätzen sind die Arten der Gattung *Echinidinium* undifferenziert als „spiny forms“ oder „unbestimmte, sphärische, braune Zyste“ erfasst worden. Die ökologische Zuordnung beruht folgedessen nur auf aktueller Literatur, und ist somit unvollständig.

Die Verbreitung der Art spiegelt im Untersuchungsgebiet ein bimodale Verteilung wider, ist jedoch überwiegend in den Oberflächenproben überliefert, die im Bereich der Sauerstoffminimumzone liegen. Möglicherweise sind die Individuen dieser Art sehr anfällig gegenüber sauerstoffreichem Bodenwasser (Oxidation der Zysten) bzw. Bakterientätigkeit im oxischen / suboxischen Milieu. Die bimodale Verteilung zeichnet die Bereiche guter Durchmischung nach, wie sie durch den Einfluss der Oberflächenströmungen während der Monsunphasen hervorgerufen wird (Abb. 67).

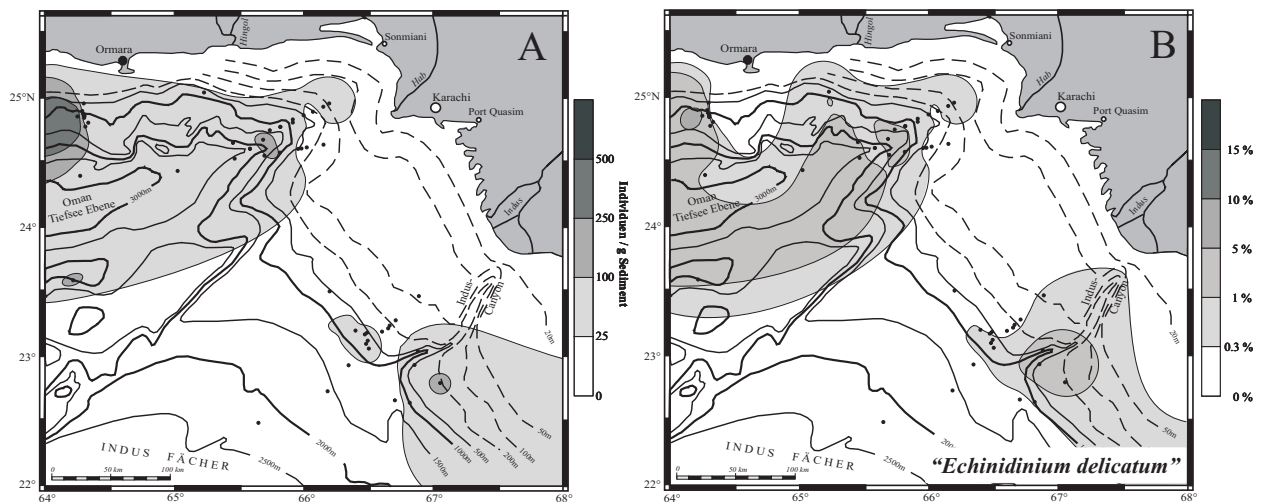


Abb. 67: Verbreitungskarten mit Darstellung der absoluten (links) und relativen (rechts) Häufigkeiten von „*Echinidinium delicatum*“ in den Proben aus Oberflächensedimenten des nordöstlichen Arabischen Meeres.

Echinidinium granulatum ZONNEVELD 1997b ex HEAD *ET AL.* 2001

Taf. 9, Figs. 3-6

Ergänzende Literatur: Zonneveld (1997b), S. 325, Fig. 4; Taf. 2, Fig. 1-8

Head *et al.* (2001), S. 633

Marret & Zonneveld (im Druck)

Beschreibung: Runde bis leicht ovale, hellbraun pigmentierte Zyste mit zahlreichen (30-50) zufällig angeordneten, flexiblen Prozessen. Die Zystenwand wird aus einem dünnen Pedium und einer gekörnten bis granularen Luxuria gebildet. Aus der Trennung von Luxuria und Pedium entstammen die hohlen, spitz zulaufenden Prozesse, die an den geschlossenen Enden teilweise kleine Sta-

Durchmesser der Zyste: 21-35 μm Länge der Prozesse: 5-12 μm

Ökologie / Vorkommen: „*E. transparentum*“ favorisiert ähnliche ozeanographische Bedingungen wie *E. granulatum*. Auch von dieser Art werden Zysten mit Zellinhalt im Arabischen Meer vorwiegend während aktiver Auftriebsphasen in Sedimentfallen überliefert.

Die Art ist im Untersuchungsgebiet jedoch häufiger als *E. granulatum* und ist in den Oberflächenproben dokumentiert, die vorwiegend im Bereich der Flussmündung des Hab bzw. im Bereich der höchsten vertikalen Durchmischung während des Wintermonsuns (Abb. 69). Im untersuchten Kernmaterial ist die Art selten vorhanden.

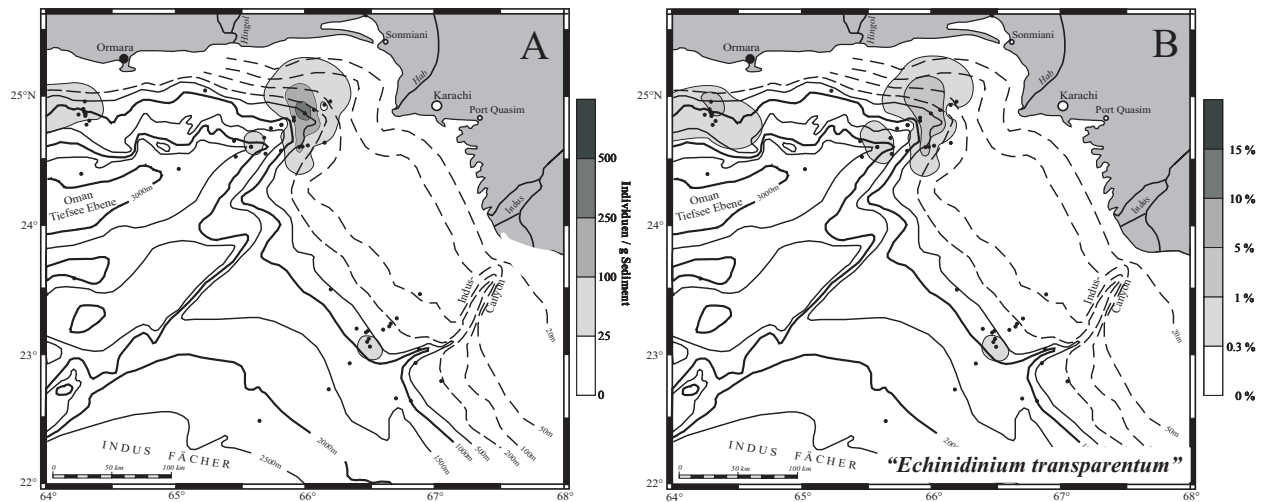


Abb. 69: Verbreitungskarten mit Darstellung der absoluten (links) und relativen (rechts) Häufigkeiten von „*Echinidinium transparentum*“ in den Proben aus Oberflächensedimenten des nordöstlichen Arabischen Meeres.

Echinidinium sp. 1

Taf. 9, Figs. 7-9

Beschreibung: Runde bis leicht ovale, hellbraun pigmentierte Zyste mit zahlreichen (bis zu 100) gleichmäßig über die Zystenoberfläche verteilten, flexiblen Prozessen. Die Zystenwand wird aus einem dünnen Pedium und einer glatten bis leicht gekörnten Luxuria gebildet. Aus der Trennung von Luxuria und Pedium entstammen die dünnen, spitz zulaufenden, aufgefüllten Prozesse. Die Prozesse sind acuminat (selten aculeat) und besitzen eine runde bis ovale Basis. Die Archaeopyle wird durch einen Spalt entlang mehrerer Plattengrenzen gebildet (therophylic archeopyle). Weitere Merkmale der Paratabulation werden nicht reflektiert.

Durchmesser der Zyste: 30-45 μm Länge der Prozesse: 8-12 μm

Diagnose: Cysta spheroidales tecta est spinis numerosis aequabilis positis. Spinae valdae longae et coloratae. Murus coloratur est cum tenui pedio luxuriaque levis vel tenuis granularum. Archaeopyla theropylica constat ex singula fissa secundum unas vel duas suturas.

Differenzial-Diagnose: *Echinidinium* sp. 1 unterscheidet sich von allen bekannten Arten durch die auffallend langen, dünnen Prozesse mit capitaten Enden. Sie ähnelt *E. karaense* (Head et al., 2001; S. 633; Taf 3, Fig. i-o), jedoch hat diese Art Prozesse mit variablen Höhen. Die Archaeopyle scheint bei *E. karaense* durch den Verlust von mindestens einer Platte gebildet zu werden. Auch *Islandinium? cezare* zeigt Ähnlichkeiten, jedoch fehlen die „Widerhaken“ an den Prozessen.

Ökologie / Vorkommen: Die Verbreitung von *Echinidinium* sp. 1 zeichnet die Bereiche im nordöstlichen Arabischen Meer nach, die direkt von den ozeanographischen Bedingungen des Wintermonsuns geprägt werden (starke, vertikale Durchmischung). Im westlichen Arabischen Meer wurde die Art nicht gefunden (Abb. 70). In den untersuchten Kernen korrelieren die höchsten relativen und absoluten Gehalte mit den klimatisch kälteren Zeitabschnitten.

Die Art toleriert ein breites Temperaturspektrum (16 bis 28,5°C) und reduzierte bis normal marine Salinitäten (28 bis 36,6‰)

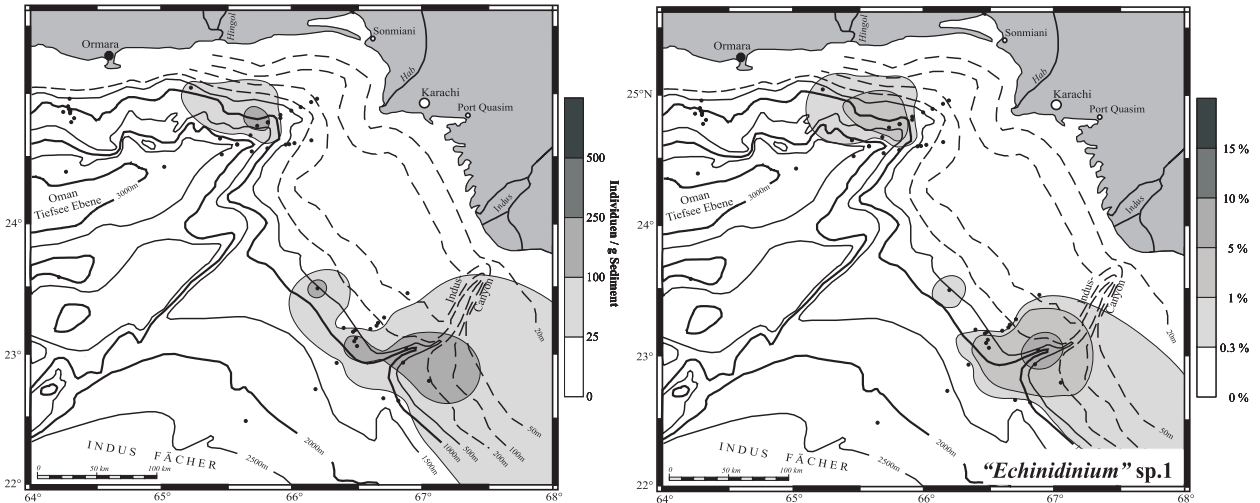


Abb. 70: Verbreitungskarten mit Darstellung der absoluten (links) und relativen (rechts) Häufigkeiten von *Echinidinium* sp. 1 in den Proben aus Oberflächensedimenten des nordöstlichen Arabischen Meeres.

Gattung *Islandinium* HEAD, HARLAND & MATTHIESSEN 2001

Islandinium minutum

(HARLAND & REID IN HARLAND ET AL. 1980) HEAD, HARLAND & MATTHIESSEN 2001

Syn: *Multispinula minuta* Harland & Reid in Harland et al. (1980)

Algidaspheridium? minutum Matsuoka & Bujak (1988)

Ergänzende Literatur: Head et al. (2001), S. 629

Rochon et al. (1999), S. 15 (als *Algidaspheridium? minutum* var. *minutum*)

Harland et al. (1980)

Beschreibung: Sphärische, braune bis hellbraune Zyste mit zahlreichen, non-tabular angeordneten Prozessen, die an der Basis hohl sind. Die Prozesse verjüngen sich, wobei die Enden acuminat ausgebildet sind. Harland et al. (1980) beschreiben die Prozessenden als aculeat - bei denen im Arabischen Meer gefundenen Individuen waren sie ausschließlich acuminat. Zu demselben Ergebnis kommen Rochon et al. (1999) und Kunz-Pirrung (1998). Die Zystenoberfläche ist glatt und selten mit vereinzelt Granulae besetzt. Während beim Typus-Material (Harland et al., 1980) keine Archaeopyle beschrieben wurde, finden Rochon et al. (1999) einige Exemplare mit einer polygonalen Archaeopyle, die durch den Verlust von 2-3 A-Platten gebildet wird.

Durchmesser der Zyste: 26-50 µm Länge der Prozesse: ~ 4-6µm.

Vorkommen / Ökologie: *Islandinium minutum* tritt häufig in den Schelfsedimenten und am Kontinentalhang vor Ostgrönland, Labrador und in der Hudson Bay auf, wo eine Vorliebe zu kaltem bis subarktischem Wasser mit zeitweiser Eisbedeckung festzustellen ist (Rochon et al., 1999). *I. minutum* dominiert die Dinoflagellatengesellschaften an den Rändern der Baffin Island, sowie ihrer Fjorde und Schelfbereiche (Mudie & Short, 1985). Die Art ist entlang des Kontinentalrandes

von Ostkanada weit verbreitet mit maximalen Häufigkeiten dort, wo die Eisbedeckung 8 bis 12 Monate andauert. *I. minutum* toleriert einen Salzgehalt zwischen 22‰ und 33‰ (Rochon *et al.*, 1999). Die Häufigkeitsverbreitung in den Oberflächensedimenten korreliert mit den Bereichen der sauerstoffminimumzone (Abb. 71). In den untersuchten Sedimentkernen des Arabischen Meeres ist *I. minutum* nur durch Einzelfunde während des glazialen Maximums dokumentiert.

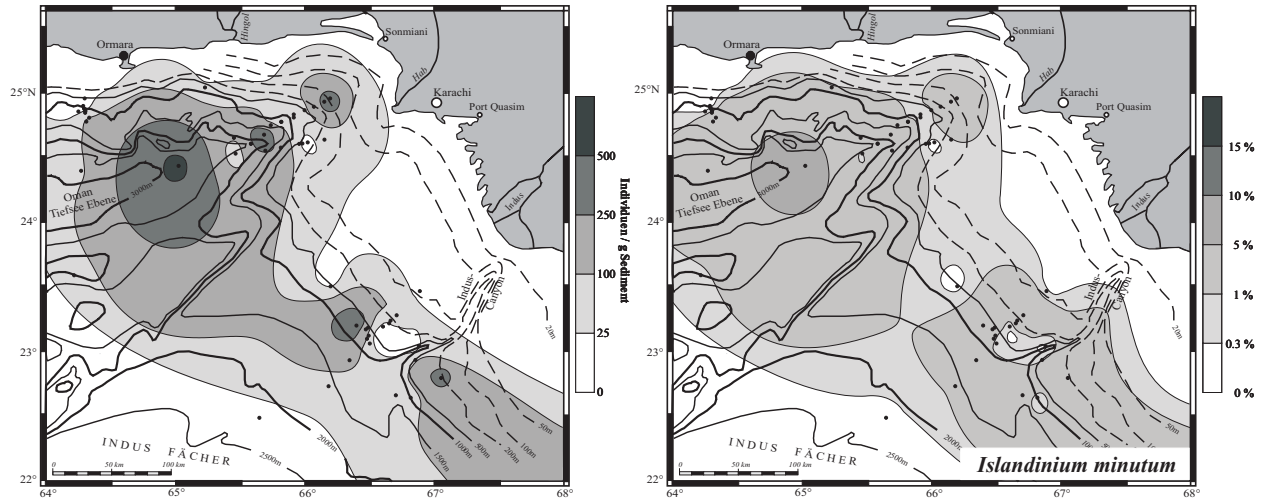


Abb. 71: Verbreitungskarten mit Darstellung der absoluten (links) und relativen (rechts) Häufigkeiten von *Islandinium minutum* in den Proben aus Oberflächensedimenten des nordöstlichen Arabischen Meeres.

Gattung *Leipokatium* BRADFORD 1975

Leipokatium invisitatum BRADFORD 1975

Theka unbekannt

Ergänzende Literatur: Bradford (1975), S. 3067, Figs. 8-16

Bradford & Wall, S. 46

Beschreibung: Protoperidinoide Zyste mit hellbraun bis braun pigmentierter Zystenwand. Die Epizyste ist domförmig oder seltener konisch ausgebildet und ca. zwei- bis dreimal so groß wie Hypozyste. Häufig ist der Apex durch eine Verdickung der Wand gekennzeichnet; wenige Individuen besitzen ein apikales Horn. Das Zingulum wird nur durch eine schwache linienartige Struktur an der breitesten Stelle der Zyste nachgezeichnet. In der polaren Ansicht ist die Zyste rund bis leicht oval. Durch eine schwache Depression ist die Lage des Sulkus zu erkennen. Die Hypozyste ist in lateraler Richtung elongiert; zwei antapikale Hörner können auftreten. Die Archaeopyle wird durch den Verlust von mindestens einer I-Platte gebildet.

Größe der Zyste: Höhe: 30-56 µm Breite: 35-80 µm

Ökologie / Vorkommen: Bradford (1975) beschreibt die Zyste aus dem Persischen Golf (Euphrat-Tigris Deltasystem, östliche Musandam-Halbinsel) und aus dem nördlichen Arabischen Meer. Einige Exemplare sind in einer Planktonfalle innerhalb der Somalia-Auftriebszone dokumentiert worden (Zonneveld & Brummer, 2000). Harland (1979) beschreibt eine ähnliche Zyste als *Leipokatium cf. invisitatum* aus der Bucht von Biscaya, jedoch unterscheidet sich diese Art deutlich durch eine wesentlich größere Hypozyste. Somit ist *L. invisitatum* bisher nur im nördlichen Arabischen Meer nachgewiesen worden. In den untersuchten Probenrückständen des Kernmaterials tritt die Zyste nur vereinzelt im Profil SO 90 -111 KL auf. Aufgrund der wenigen Funde wären Aussagen zu den ozeanographischen Präferenzen rein spekulativ.

Gattung *Lejeunecysta* ARTZNER & DÖRHÖFER 1978
Lejeunecysta oliva (REID 1977) TURON & LONDEIX 1988

Zyste von *Protoperidinium leonis* sensu Wall & Dale 1967

Taf. 9, Figs. 10-12

Ergänzende Literatur: Reid (1977), S. 439, Taf. 1, Figs. 12-14 (als *Trinovantedinium oliva*)

Beschreibung: Pentagonale Zyste, die in dorsoventraler Ansicht zwei punktförmig auslaufende, an den Enden ausgefüllte, antapikale Hörner besitzt. Auch das apikale Horn ist durch eine Verdickung der Wand deutlich zu erkennen. Die Wand ist oliv bis hellbraun pigmentiert, einlagig, dünn und hat eine glatte Oberfläche. Epi- und Hypozyste sind gleich groß. Leicht erhöhte, kammartige Strukturen zeichnen die Lage des dünnen, ca. 5-10µm breiten Zingulums nach. Die Archaeopyle wird durch den Verlust von mindestens einer I-Platte gebildet.

Größe der Zyste: Höhe der Zyste: 55-83µm Breite der Zyste: 65-88 µm

Ökologie / Vorkommen: Reid (1977) dokumentiert die Art aus den umliegenden Meeresgebieten der Britischen Inseln. *Lejeunecysta oliva* tritt in den Datensätzen nur selten auf, so dass ökologische Präferenzen nicht abgeleitet werden können bzw. rein spekulativ sind. Auch im Mittelmeer (Turon & Londeix, 1988) ist die Art nur selten und mit wenigen Individuen gefunden worden.

In den Oberflächensedimenten des nordöstlichen Arabischen Meeres ist die Art nur vor der Flussmündung des Hab in geringen relativen und absoluten Häufigkeiten gefunden worden (Abb. 72). Auch in den untersuchten Kernen ist die Art nur sehr lückenhaft überliefert - Trends lassen sich nicht ableiten.

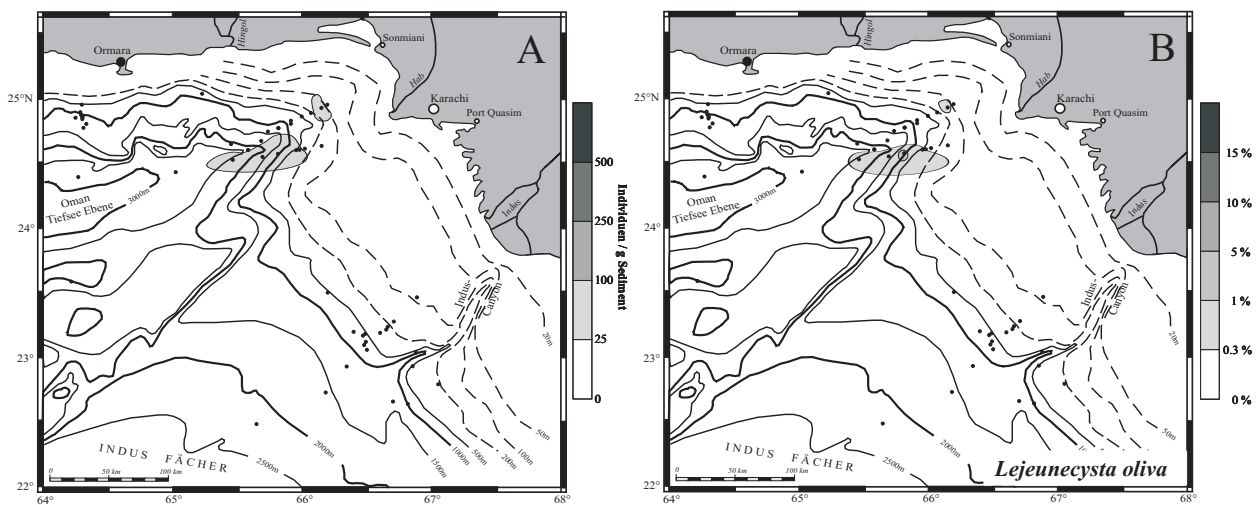


Abb. 72: Verbreitungskarten mit Darstellung der absoluten (links) und relativen (rechts) Häufigkeiten von *Lejeunecysta oliva* in den Proben aus Oberflächensedimenten des nordöstlichen Arabischen Meeres.

Lejeunecysta sabrina (REID 1977) BUJAK 1984

Zyste von *Protoperidinium leonis* sensu Wall & Dale 1967

Ergänzende Literatur: Reid (1977), S. 441; Taf. 2, Figs. 15-17 (als *Trinovantedinium sabrinum*)
 Harland (1982), S. 385, Fig. 20; Taf. 41-42;

Beschreibung: In dorsoventraler Ansicht pentagonale Zyste mit einem ausgeprägten, ventralen Sulkus und zwei antapikalen Hörnern, die deutlich durch eine Depression getrennt sind. Auch das apikale

Horn ist durch eine Verdickung der Wand deutlich zu erkennen. Die Wand ist hellbraun bis braun pigmentiert, einlagig, dünn und hat eine mikrogranulare Oberfläche. Epi- und Hypozyste sind gleich groß und in dorsoventraler Ansicht symmetrisch. In der polaren Ansicht ist die Zyste concavo-convex. Das Zingulum wird durch Suturen oder leichte Verdickungen der Wand nachgezeichnet. Die Archaeopyle wird durch den Verlust von mindestens einer I-Platte gebildet.

Größe der Zyste: Höhe der Zyste: 58-90 μm Breite der Zyste: 58-76 μm

Ökologie / Vorkommen: *Lejeunecysta sabrina* gehört zu den kosmopolitischen, neritischen Arten. Reid (1977) dokumentiert die Art mit geringen Individuenzahlen aus Sedimenten vor der Küste der Britischen Inseln mit Ausnahme der Meeresgebiete nördlich von Mull und nördlich von Great Yarmouth. Im Mittelmeerraum ist die Art im Adriatischen Meer nachgewiesen worden (Lebour, 1925). Einzelne Exemplare findet Matthiessen (1991) in den Aufbereitungsrückständen aus Kernprofilen des Europäischen Nordmeeres. Zonneveld & Brummer (2001) dokumentieren die Art in Planktonfallen aus dem Auftriebsgebiet vor Somalia.

Im Untersuchungsgebiet des nordöstlichen Arabischen Meeres ist die Art vor allem in den westlichen Lokalitäten verbreitet (Abb. 73). Im Bereich des Indus-Canyons tritt die Art nur in einer Probe auf. Das Verbreitungsmuster kann darauf hindeuten, dass die Art durch das Strömungsregime während des Sommermonsuns in das Arbeitsgebiet einwandert bzw. verdriftet wird. In den untersuchten Kernen ist die Art nur sehr lückenhaft überliefert - Trends lassen sich nicht ableiten.

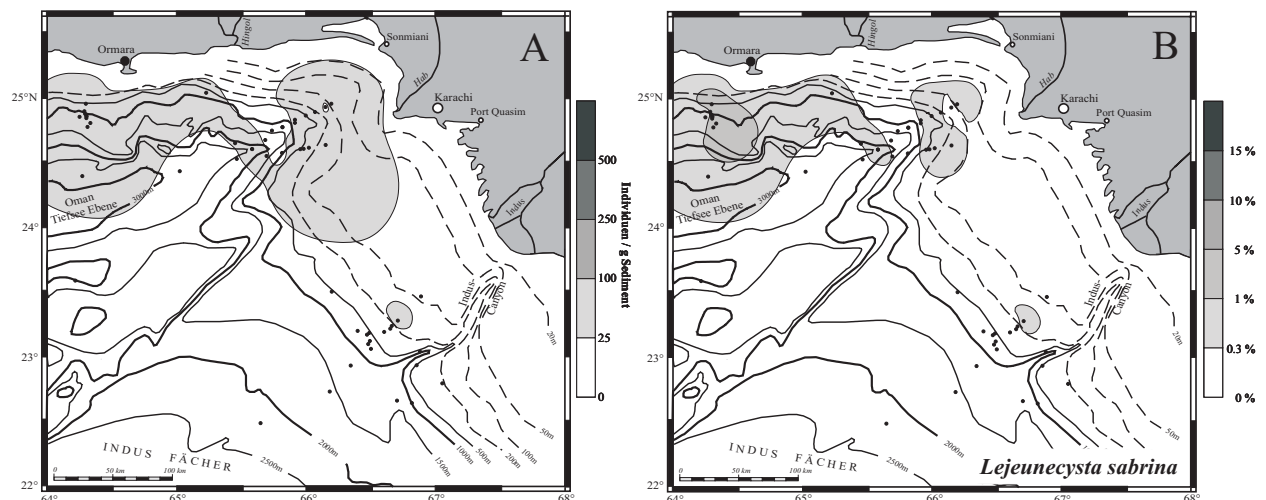


Abb. 73: Verbreitungskarten mit Darstellung der absoluten (links) und relativen (rechts) Häufigkeiten von *Lejeunecysta sabrina* in den Proben aus Oberflächensedimenten des nordöstlichen Arabischen Meeres.

Lejeunecysta spp.

Taf. 10, Figs. 1-2

Beschreibung: Innerhalb dieses Taxons sind alle Zysten gruppiert, die den zuvor beschriebenen Arten *Lejeunecysta oliva* und *L. sabrina* grundsätzlich ähneln, jedoch aufgrund fehlender oder abweichender Merkmale den o.g. Taxa nicht eindeutig zugeordnet werden können. Hierbei handelt es sich vor allem um deformierte oder zerrissene Zysten, bei denen die charakteristischen Merkmale fehlen. Darüber hinaus wird die auf Taf. 10, Figs. 1-2 abgebildete Art diesem Taxon zugeordnet, da nur zwei Exemplare dieser Form gefunden worden. Auf eine detaillierte Beschreibung wird verzichtet, da aufgrund der geringen Anzahl keine Aussagen zur Variationsbreite getroffen werden können.

Ökologie / Vorkommen: *Lejeunecysta* spp. tritt im gesamten Untersuchungsgebiet auf (Abb. 74). Die Verbreitung zeichnet ungefähr den Kontaktbereich der Sauerstoffminimunzone mit dem Kontinentalhang nach. Die Verbreitung kann darauf hinweisen, dass Individuen dieser Art sehr anfällig gegenüber sauerstoffreichem Bodenwasser (Oxidation der Zysten) bzw. Bakterientätigkeit im oxischen / suboxischen Milieu sind.

In den untersuchten Kernen ist die Art nur sehr lückenhaft überliefert, so dass sich klimatische, ökologische oder ozeanographische Trends nicht ableiten lassen.

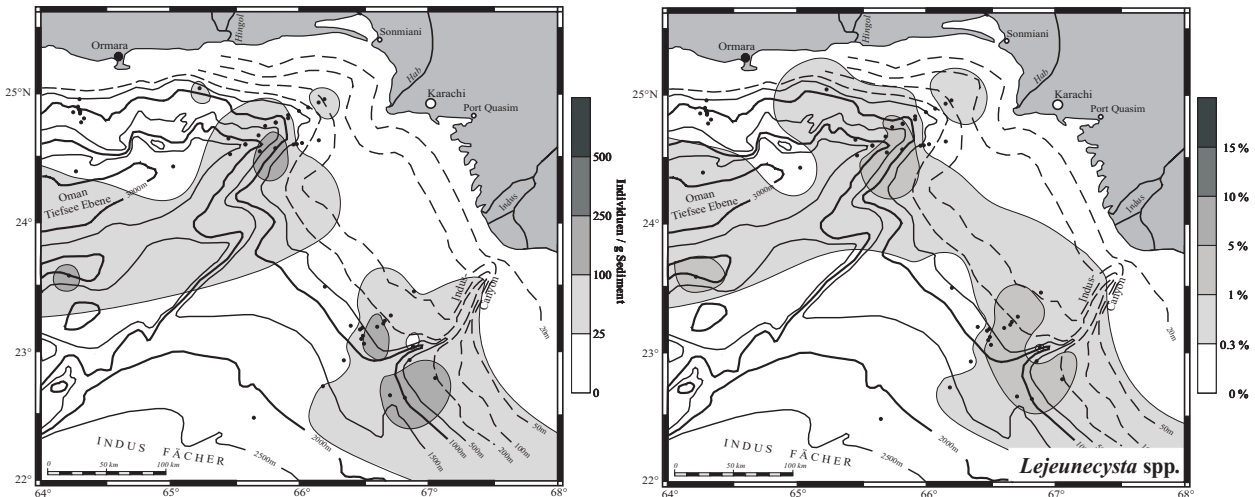


Abb. 74: Verbreitungskarten mit Darstellung der absoluten (links) und relativen (rechts) Häufigkeiten von *Lejeunecysta* spp. in den Proben aus Oberflächensedimenten des nordöstlichen Arabischen Meeres.

Gattung *Nanshadinium* CHENGQUAN & XUEKUN 1991
Nanshadinium decorosum CHENGQUAN & XUEKUN 1991

Taf. 10, Figs. 3-7

Ergänzende Literatur: Chengquan & Xuekun (1991), S. 290, Taf. 1, Figs. 7-11

Beschreibung: Peridinoide, elongate, farblose bis hellgelb pigmentierte Zyste mit einem apikalen und zwei symmetrisch angeordneten antapikalen Hörnern. Die Zystenoberfläche ist glatt und besteht aus einer einzigen Lage. Die Archaeopyle verbindet intercalare und precingulare Platten und wird aus dem Verlust der 3I- und 3P-Platte gebildet. Die Zyste erscheint dorsoventral leicht zusammengedrückt und zeigt eine hervorstehende Äquatorialstruktur, die das Zingulum repräsentiert. Der Parasulkus ist stark reflektiert. Epi- und Hypozyste sind annähernd gleich groß. Die Epizyste ist konisch mit einem stark ausgeprägten, abgerundeten, apikalen Horn. Die Hypozyste ist trapezoidal geformt, und besitzt zwei gleichförmige antapikale Hörner.

Größe der Zyste: Länge: 51-69µm Breite: 42-49µm
 Breite des Para-Zingulums: 3,5-4,5µm

Vorkommen / Ökologie: *Nanshadinium decorosum* war bislang nur aus der Südchina-See bekannt (Chengquan & Xuekun, 1991). Die Autoren beschreiben die Zyste aus quartären Sedimenten der Nansha-Inlands. *N. decorosum* koexistiert mit der Art *I. aculeatum*, die aus tropischen – subtropischen Meeresgebieten bekannt ist.

In den Sedimenten des Arabischen Meeres tritt diese Art nur selten auf, so dass keinerlei ökologische Vorlieben konstatiert werden können.

Nanshadinium sp. sensu CHENGQUAN & XUEKUN 1991

Ergänzende Literatur: Chengquan & Xuekun (1991), S. 291; Taf. 1, Figs. 5-6

Beschreibung: Peridinoide Zyste, die dorsoventral zusammengedrückt erscheint. Die Pigmentierung der Zystenoberfläche variiert von hellgelb bis hellbraun. Die Epizyste ist konisch ausgebildet und etwas größer als die Hypozyste. Ein apikales Horn fehlt. Die Hypozyste ist trapezoidal und besitzt zwei abgerundete antapikale Hörner, die bei allen dokumentierten Exemplaren unterschiedlich groß sind. Die Zystenwand besteht aus einem inneren, dünnen, glatten Endophragma und einem granularen, körnigen Periphragma. Der Umriss des Parasulkus ist trapezoid, weitere paratabulare Merkmale werden nicht reflektiert. Die Archaeopyle wird aus der 3I- und 3P-Platte gebildet.

Größe der Zyste: Höhe: 45-57 µm Breite: 31-42 µm

Ökologie / Vorkommen: Da in den Sedimenten vor den Nansha-Inseln (Chengquan & Xuekun, 1991) sowie in den Probenrückständen aus dem Untersuchungsgebiet aus dem Arabischen Meer nur um wenige Individuen gefunden wurden, können Aussagen über die ökologische Affinität nicht getroffen werden bzw. wären rein spekulativ.

Gattung *Protoperidinium* BERGH 1881 emend. BALECH 1974

Zyste von *Protoperidinium americanum* (GRAAN & BRAARUD 1935) BALECH 1974

Theka: *Protoperidinium americanum* (GRAAN & BRAARUD 1935) BALECH 1974

Ergänzende Literatur: Balech (1974), S. 377, fig. 54

Lewis & Dodge (1987), S. 114; Taf. 1-2

Rochon *et al.* (1999), S. 46; Taf. 11, Figs. 1-4

Beschreibung: Runde, sphärische, schwach braun pigmentierte Zyste. Das Endophragma ist zweilagig und besteht aus einer inneren, glatten und einer äußeren mikrogranularen Lage. Dagegen ist das Periphragma sehr dünn ausgebildet. Es ist durchsichtig, glatt und umgibt das Endophragma. An einigen Stellen wird das Periphragma dicht an das Endophragma gepresst oder ist leicht eingefaltet. Weder Faltung noch die Berührungspunkte zeichnen Merkmale der Paratabulation nach.

Die Archaeopyle des zentralen Zystenkörpers wird durch den Verlust von 3 Apikalplatten gebildet (2', 3', 4'). Im Bereich der Archaeopyle sind einige Suturen zu erkennen, die Paratabulation nachzeichnen. Weitere Merkmale der Paratabulation werden nicht reflektiert. Die Exzystierungsöffnung durch die außen liegende Membran ist aufgrund von Faltung und schlechter Erhaltung (Unvollständigkeit, Risse) nicht zu erkennen.

Durchmesser der Zyste: 35-52 µm

Ökologie / Vorkommen: Zysten von *P. americanum* wurde erstmals von Lewis & Dodge (1987) in schottischen Seen dokumentiert. In den Meeresgebieten mit aktivem Auftriebsgeschehen gehören Zysten von *P. americanum* zu den häufigsten Arten und dominieren teilweise die organischen Dinoflagellatenzystenvergesellschaftungen (Biebow, 1996; Zonneveld, 1997a; Zonneveld & Brummer, 2000). Im Mittelmeer ist die Art charakteristisch für die klimatisch kühleren Zeitabschnitte (Dale, 1996). Rochon *et al.* (1999) und Harland (1982) beschreiben die Art aus den neritischen Bereichen des nördlichen Atlantiks. Auch vor Tasmanien und im Chinesischen Meer ist die Art nachgewiesen worden (McMinn & Wells, 1997; Matsuoka, 1985b; Matsuoka, 1987; Cho & Matsuoka, 2001; Cho *et al.*, 2001).

Die Auswertung der Oberflächentemperaturen (SST) zeigt, dass die Art Temperaturschwankungen

zwischen 0°C und 30°C toleriert. Obwohl geringe Temperaturen kein limitierender Faktor sind, fehlen Zysten von *P. americanum* in Meeresgebieten mit zeitweiser Eisbedeckung (de Vernal *et al.*, 1993, 1997; Harland *et al.*, 1998, 1999; Harland & Pudsey, 1999).

In den Oberflächensedimenten des nordöstlichen Arabischen Meeres tritt die Art vorwiegend in den Probenrückständen aus dem Bereich der rezent ausgebildeten Sauerstoffminimumzone auf. Dieses gibt einen Hinweis darauf, dass die Zysten sehr anfällig gegenüber sauerstoffreichem Bodenwasser (Oxidation der Zysten) bzw. Bakterientätigkeit im oxischen / suboxischen Milieu sind. Die höchsten Gehalte werden jedoch am Fuß des Induscanyon dokumentiert (Abb. 75). Auch im Kernprofil SO 90 - 94 KL tritt die Art nahezu durchgehend mit Gehalten bis zu 3% auf. Die Zysten aus den Meeresgebieten mit vorherrschenden, gut durchgelüftetem Bodenwasser weichen in ihrem Aussehen von denen aus der Sauerstoffminimumzone dadurch ab, dass die Zystenwand unter dem Lichtmikroskop deutlich heller und dünner erscheint. Es ist somit wahrscheinlich, dass der Anteil von Zysten von *P. americanum* an der Assoziation zu Zeiten der Ablagerung deutlich höher war. In Kernprofil SO 90 - 94 KL korrelieren die höchsten Gehalte mit den klimatisch kühleren Zeitabschnitten.

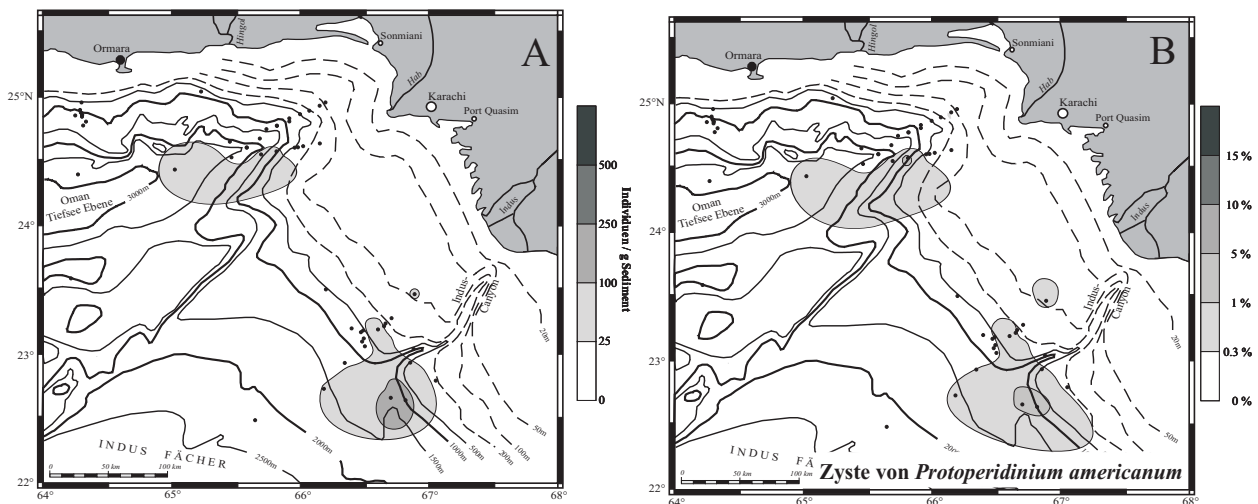


Abb. 75: Verbreitungskarten mit Darstellung der absoluten (links) und relativen (rechts) Häufigkeiten der Zyste von *Protoperidinium americanum* in den Probenrückständen aus Oberflächensedimenten des nordöstlichen Arabischen Meeres.

Zyste von *Protoperidinium monospinum* (PAULSEN 1905) ZONNEVELD & DALE 1994

Zyste von *Gonyaulax verior* (MEUNIER 1919) SOURNIA *sensu* Zonneveld & Dale (1994)

Ergänzende Literatur: Zonneveld & Dale (1994), S. 360ff., Fig. 1-4

Beschreibung: Die Zysten von *Protoperidinium monospinum* sind sphärisch bis subsphärisch und hellbraun pigmentiert. Die Oberfläche der Zyste ist mit zahlreichen, unregelmäßig verteilten Prozessen besetzt. Zwei Prozesstypen charakterisieren die Art - längere, hohle Prozesse mit capitaten, bifurcaten oder zweifach verzweigten Enden und kürzere, ausgefüllte, unflexible Prozesse mit acuminaten Enden. Letztere sind häufiger und unregelmäßig zwischen den erstgenannten positioniert. Die Archaeopyle entsteht durch einen einfachen Spalt. Es ist nicht sicher nachzuvollziehen, ob der Spalt entlang von paratabularen Plattengrenzen verläuft. Weitere Merkmale der Paratabulation werden nicht reflektiert.

Durchmesser der Zyste: 28-40 µm

Länge der „langen“ Prozesse: 5-7 µm

Länge der „kurzen“ Prozesse: < 3 µm

Ökologie / Vorkommen: Die Zysten von *P. monospinum* besitzen jedoch große Ähnlichkeit zu den Arten der Gattung *Echinidinium*. Eine ökologische Charakterisierung sollte jedoch erst durchgeführt werden, wenn Verwechslungen ausgeschlossen werden können. Ohne taxonomische Zweifel ist die Art bislang nur aus dem Oslo-Fjord bekannt (Zonneveld & Dale, 1994).

Aus diesem Grunde wird auf eine ausführliche autökologische Interpretation vorerst verzichtet. In den untersuchten Probenrückständen aus dem Arabischen Meer ist die Art nur durch Einzelfunde belegt. Fotos der Individuen wurden von Zonneveld (2001, frendl. mündl. Mitteil.) den Zysten von *P. monospinum* zugeordnet.

Zyste von ***Protoperidinium thorianum*** BALECH 1974

Theka: *Protoperidinium thorianum* sensu Lewis et al. (1984)

Ergänzende Literatur: Balech (1974), S. 55

Beschreibung: Runde bis subsphärische Zyste mit glatter Oberfläche und brauner bis dunkelbrauner Pigmentierung. Die Archaeopyle entsteht durch den Verlust einer I-Platte (2a). Die Größe und Form der Archaeopyle ist charakteristisch für diese Art. Das Höhen-Breiten-Verhältnis (H/B) beträgt $\sim 1:2$ – das a/b-Verhältnis ca. 1:1.

Die Zyste unterscheidet sich von *Brigantedinium cariacense* (Zyste von *Protoperidinium avellana*) in ihrem größeren Durchmesser. Die hexagonale Exzystierungsöffnung ähnelt ebenfalls der von *B. cariacense*; jedoch ist keine Seite der interkalaren Platte gebogen. Außerdem fällt eine kleine Unregelmäßigkeit in der Begrenzung der Platte auf, die stets bei richtiger Orientierung (ventrale Orientierung - Schlupföffnung oben) unten links zu finden ist.

Obwohl sehr starke Ähnlichkeiten zu *B. cariacense* und der Zyste von *P. denticulatum* bestehen, ist davon auszugehen, dass es sich um ein eigenständiges Zysten-Taxon handelt, da in Zuchtversuchen aus den Zysten der oben genannten Arten jeweils unterschiedliche vegetative Dinoflagellaten geschlüpft sind (Lewis et al., 1984).

Größe der Zyste: 45-59 μm

Bemerkung: Viele Exemplare der „round browns“ werden nur gefaltet gefunden. Da die Archaeopyle nicht immer zu erkennen ist, werden die zweifelsfrei bestimmbaren Arten zwar separat gezählt, jedoch ist dieses für eine quantitative, statistische Auswertung unzureichend, da nicht sicherzustellen ist, dass alle Individuen der Art berücksichtigt werden. Die Art wurde deshalb dem Sammeltaxon *Brigantedinium* spp. zugeordnet.

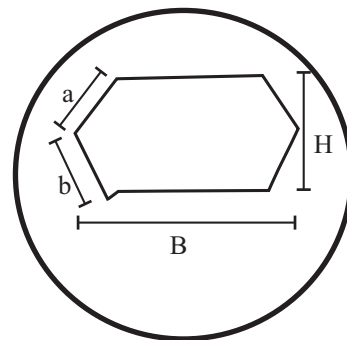


Abb. 76:
Skizze der Zyste von *Protoperidinium thorianum*
mit Darstellung der Archeopyle

Ökologie / Vorkommen: Aufgrund der zuvor beschriebenen Schwierigkeiten bei der Bestimmung der Zysten von *Protoperidinium thorianum* ist es nicht möglich, ökologische Präferenzen abzuleiten (s.a. Ökologie / Vorkommen von *Brigantedinium cariacense*).

Folglich ist die Darstellung der geographischen Verbreitung nur unter Vorbehalt zu betrachten (Abb. 77). In den untersuchten Probenrückständen aus dem nördlichen Arabischen Meer ist die Art selten und nur lückenhaft dokumentiert. Nur in Kernprofil SO 90 - 111 KL tritt die Art in der Mehrzahl

der Proben auf und erreicht eine relative Häufigkeit von max. 1,85%.

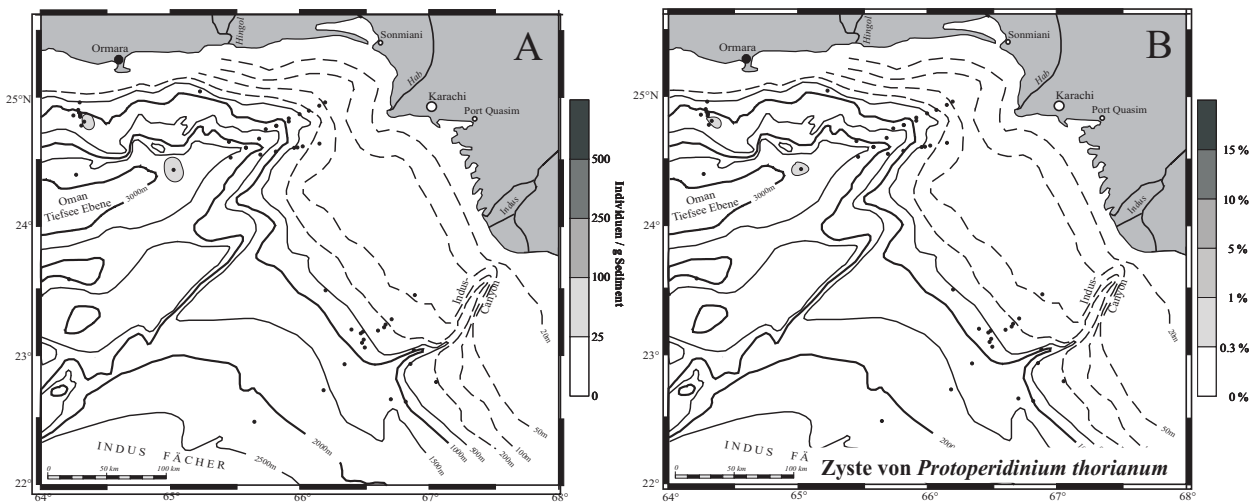


Abb. 77: Verbreitungskarten mit Darstellung der absoluten (links) und relativen (rechts) Häufigkeiten der Zyste von *Protoperidinium thorianum* in den Proben aus Oberflächensedimenten des nordöstlichen Arabischen Meeres.

Gattung *Quinquecuspis* HARLAND 1977 emend. HARLAND 1982

Quinquecuspis concreta (REID 1977) HARLAND 1977

Zyste von *Protoperidinium leone* (PAVILLARD 1916) BALECH 1974

Taf. 10, Figs. 8-13

Ergänzende Literatur: Reid (1977), S. 438; Taf. 1, Fig. 9-11 (als *Trinovantedinium concretum*)

Harland (1977), S. 107; Taf. 3, Figs. 1-6, 17-20

Beschreibung: Pentagonale Zyste, dorsoventral leicht zusammengedrückt, mit hellbrauner bis brauner Pigmentierung. Die Zystenwand ist einlagig und ca. 0,5-1,5 µm dick. An den Polen bzw. am Apex und an den zwei antapikalen Hörnern ist die Wand zusätzlich verdickt. Die Oberfläche ist glatt bis leicht gekörnelt (rauh) und zeigt als prominentestes Merkmal eine longitudinale Fältelung. Die Ränder des Zingulums sind leicht erhöht und der Sulkus ist konkav ausgebildet. Innerhalb des Sulkus sind bei einigen Individuen zwei kleine Vertiefungen zu erkennen, die die Lage der Flagellarporen zeigen. Die Archaeopyle wird durch den Verlust einer Apikalplatte (2') gebildet; bei wenigen Individuen ist auch die 3'-Platte in die Archaeopylenöffnung integriert. Das Operkulum bleibt in den meisten Fällen mit der Zyste verbunden.

Höhe der Zyste: 58-80 µm

Breite der Zyste: 60-72 µm

Ökologie / Vorkommen: *Quinquecuspis concreta* gehört zu den kosmopolitischen, neritischen Arten, die jedoch in den polaren Regionen fehlt. Cho & Matsuoka (2001) beschreiben die Art aus dem Ostchinesischen und Gelben Meer; in der Südchinesischen See ist die Art von Chengquan & Xuekun (1991) dokumentiert worden. Unklar ist die Zuordnung der von McMinn (1991) und McMinn (1992) abgebildeten Individuen aus den Küstengewässern vor New South Wales sowie vom kontinentalen Schelf SE-Australiens, die der Autor zu *Q. concreta* stellt. Zwar sind Ähnlichkeiten zu diesem Taxon vorhanden, jedoch fehlt die charakteristische Fältelung. In eigenen Untersuchungen von Probenrückständen vom Schelf Tasmaniens fehlt die Art (unveröffentl. Daten). Harland (1983) dokumentiert die Art aus den küstennahen Gewässern der Britischen Inseln, aus der Karibik und

vor der NW-Küste Afrikas. Im Auftriebsgebiet vor Peru ist die Art in der Auftriebszelle gefunden (Biebow, 1996).

Im Untersuchungsgebiet des nördlichen Arabischen Meeres erreicht die Art in den Probenrückständen der Oberflächenproben max. 5% (Abb. 78). Im Kernmaterial ist die Art in den küstenfernen Profilen nur sehr lückenhaft überliefert. In den Kernprofilen aus der rezent ausgebildeten Sauerstoffminimumzone ist die Art häufiger, was auf eine bessere Erhaltung unter sauerstoffreduzierten Bedingungen im Bodenwasser rückschließen lässt. Hierfür sprechen auch die höchsten Konzentrationen in den Oberflächenproben aus dem Bereich des Kontinentalhanges.

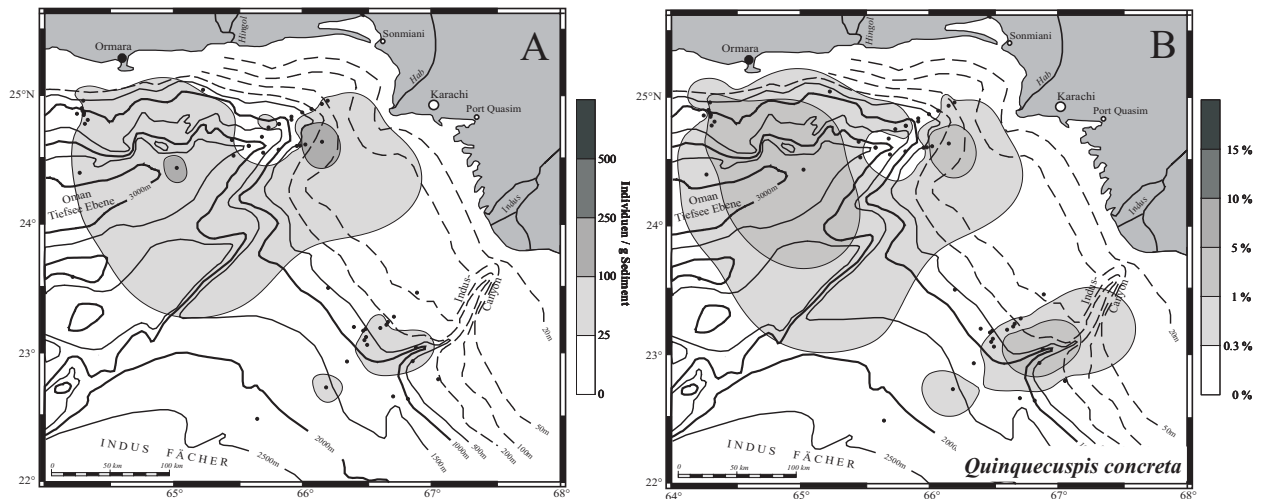


Abb. 78: Verbreitungskarten mit Darstellung der absoluten (links) und relativen (rechts) Häufigkeiten von *Quinquecupis concreta* in den Proben aus Oberflächensedimenten des nordöstlichen Arabischen Meeres.

Gattung *Selenopemphix* BENEDEK 1972 emend. HEAD 1993

Selenopemphix nephroides BENEDEK 1972 emend. BUJAK in BUJAK ET AL. 1980

Zyste von *Protopteridinium subinermis* (PAULSEN 1904) LOEBLICH III 1970

Syn: *Selenopemphix alticincta* (BRADFORD 1975) MATSUOKA 1985B

Taf. 11, Figs. 1-5

Ergänzende Literatur: Bujak et al. (1980), S. 86; Taf. 21, Figs. 7-8

Matsuoka (1985b), S. 52; Taf. 15, Figs. 6-10 (als *Selenopemphix alticinctum*)

Rochon et al. (1999), S. 50; Taf. 12, Figs. 7-9

Beschreibung: In polarer Ansicht ovale bis nierenförmige Zyste mit brauner Pigmentierung und deutlich ausgebildetem Parasulkus. Die Zystenwand besteht aus einer einzelnen Lage und besitzt eine glatte Oberfläche. Am Antapex befinden sich zwei verlängerte, gleich lange, abgerundete Hörner. Das Parazingulum wird durch schmale, kammartige Strukturen nachgezeichnet. In der Seitenansicht ist die Zyste deutlich breiter als hoch (Verhältnis B/H = 1,5-2:1). Die Archaeopyle ist leicht gerundet und wird durch den Verlust einer intercalaren Platte (2a) gebildet. Das Operculum bleibt bei den meisten Individuen mit der Zyste verbunden.

Durchmesser der Zyste (Breite): 48-60 μm

Höhe der Zyste: 28-45 μm

Ökologie / Vorkommen: *Selenopemphix nephroides* ist charakteristisch für küstennahe, tropische bis temperierte Meeresgebiete. Die Art scheint vollmarine Verhältnisse zu bevorzugen und fehlt in

Regionen mit reduzierter Salinität < 29‰ (z.B. Marret, 1994; Dale, 1996; Ellegaard, 2000; Kunz-Pirring, 2001). Zonneveld & Brummer (2001) dokumentieren Zysten dieser Art während des aktiven Auftriebsgeschehens in einer Sedimentfalle vor Somalia. In untersuchten Probenrückständen aus Oberflächenproben aus aktiven Auftriebsgebieten ist die Art jedoch nur in sehr geringen Häufigkeiten vertreten (Marret, 1994; Biebow, 1996; Zonneveld, 1997a). *S. nephroides* ist geographisch auf den Bereich zwischen 50°S und 50°N beschränkt. Die Art gehört zu den prominentesten Taxa in den angrenzenden Gebieten der subtropischen Front auf der Südhalbkugel (Esper, 2001; Esper & Zonneveld, 2002). Sie toleriert ein breites Temperaturspektrum zwischen 1°C und 29°C.

Im Arbeitsgebiet des nordöstlichen Arabischen Meeres ist die Art mit Ausnahme des Indus-Canyons (hoher klastischer Eintrag) weit verbreitet (Abb. 79). In den Kernprofilen korrelieren die höchsten Gehalte mit den klimatisch wärmeren Zeitabschnitten. Während des letzten glazialen Maximums tritt die Art deutlich zurück.

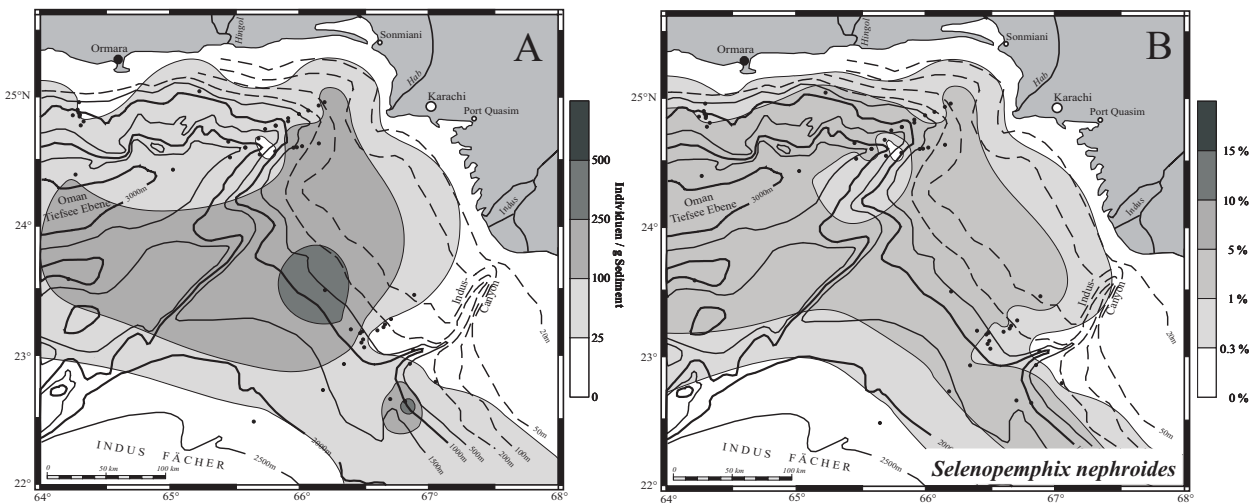


Abb. 79: Verbreitungskarten mit Darstellung der absoluten (links) und relativen (rechts) Häufigkeiten von *Selenopemphix nephroides* in den Proben aus Oberflächensedimenten des nordöstlichen Arabischen Meeres.

Selenopemphix nephroides var. 1 („*cruziformis*“)

Taf. 11, Figs. 6-9

Ergänzende Literatur: Chengquan & Xuekun (1991), Taf. 3, Figs. 15a-15c

(als *Selenopemphix alticinctum*)

Beschreibung: In polarer Ansicht runde bis ovale Zyste mit brauner Pigmentierung. Die Zystenwand besteht aus einer einzelnen Lage und besitzt eine glatte Oberfläche. Am Antapex befinden sich zwei verlängerte, gleich lange abgerundete Hörner. Die Zystenwand ist im Bereich der antapikalen Hörner sowie des Apex leicht verstärkt. Das Parazingulum wird durch eine schmale, kammartige Struktur nachgezeichnet. In der Seitenansicht besitzt die Zyste einen kreuzförmigen Umriss. Das Höhen-Breiten-Verhältnis der Zyste beträgt H/B=1:1. Die Archaeopyle ist leicht gerundet und wird durch den Verlust einer intercalaren Platte (2a) gebildet. Das Operculum bleibt bei den meisten Individuen mit der Zyste verbunden.

Durchmesser der Zyste (Breite): 30-50 µm Höhe der Zyste: 32-54 µm

Diagnose: In conspectis polaris cysta spheroidales est cum fuscae colore. Murus constare corium singularis cum superficies crassus et levis. Archaeopyla apicalis, generis 2a, cum operculum non

liberum. In conspectis lateralis cysta cruziforma cum cingulum latum.

Differential-Diagnose: *S. nephroides* var. 1 ähnelt der Art *S. nephroides* s.l., jedoch unterscheidet sie sich deutlich durch die Form in der Seitenansicht sowie im Höhen-Breiten-Verhältnis. Weitere Untersuchungen müssen klären, ob fließende Übergängen zwischen den Formen existieren, und somit lediglich eine ökophänotypische Varianz innerhalb der Art vorliegt.

Ökologie / Vorkommen: Bislang ist die Art nur aus dem Chinesischen Meer (Nansha-Inseln) sowie aus dem nordöstlichen Arabischen Meer dokumentiert worden. Es ist davon auszugehen, dass die Art auch in anderen Meeresgebieten vorhanden, jedoch bisher der Art *Selenopemphix nephroides* s.l. zugeordnet worden ist. Auf eine ausführliche autökologische Interpretation wird deshalb vorerst verzichtet.

In den untersuchten Probenrückständen aus Oberflächenproben des Arabischen Meeres ist die Art nicht gefunden worden. Im Kernprofil SO 90 - 111 KL ist die Art auf das marine Isotopenstadium III (MIS III) beschränkt. In den übrigen Kernprofilen tritt dieses Taxa nur selten auf.

***Selenopemphix quanta* (BRADFORD 1975) MATSUOKA 1985B**

syn.: *Multispinula quanta*

Zyste von *Protoperidinium conicum* Balech (1974)

Zyste von *Protoperidinium nudum* sensu Bradford (1975)

Ergänzende Literatur: Bradford (1975), S. 3067, Figs. 5-7 (als *Multispinula quanta*)
Matsuoka (1985b), S. 51; Taf. 11, Figs 1-9

Beschreibung: Die Zyste erscheint antero-posterior zusammengedrückt und in der polaren Ansicht rund bis nierenförmig. Ihre Wand ist glatt und hellbraun bis braun pigmentiert. Die Prozesse sind entlang des Parazingulums in wechselnder Dichte und Gleichmäßigkeit in bis zu sechs Reihen angeordnet. Sie sind nur direkt an der Basis hohl und laufen spitz zu. Im Bereich des Sulkus fehlen die Prozesse. Zwei Flagellarporen befinden sich innerhalb des Sulkus auf der Hypozyste. Am Apex treten bei einigen Exemplaren zwei kleine Buckel auf (apical bosses). Die Archaeopyle wird durch den Verlust einer interkalaren Platte (2a) gebildet.

Äquatorialer Durchmesser der Zyste: 38-65 µm

Höhe der Zyste: 25-40 µm

Länge der Prozesse: 9-16 µm

Ökologie / Vorkommen: *Selenopemphix quanta* ist zuerst aus dem Persischen Golf beschrieben worden (Bradford, 1975). Die Verbreitung der Art reicht über den Isthmus des Persischen Golfes (Musandam Halbinsel) bis in das nordwestliche Arabische Meer. Wall & Dale (1968) dokumentieren die Art in Sedimenten aus der Karibik. In den neritischen Meeresgebieten um die Britischen Inseln ist die Art weitverbreitet, jedoch nur in geringen Häufigkeiten (Reid, 1972), wobei ein Zunahme der Individuenzahl von Nord nach Süd festgestellt wird. Im Nordatlantik tritt die Art von den mittleren bis in die hohen Breiten auf, fehlt jedoch in den Polarregion (Rochon *et al.*, 1999). Die Art toleriert große Temperatur- und Salinitätsschwankungen (-2°C bis 30°C resp. 17 bis 40‰), und wird auch in Meeresregionen gefunden, die 11 Monate im Jahr von Eis bedeckt sind (de Vernal *et al.*, 1994, 1998). Die höchsten Zystenkonzentrationen werden in neritischen Meeresgebieten sowie im Bereich von aktiven Auftriebszonen nachgewiesen (Biebow, 1996; Zonneveld, 1997b; Zonneveld & Brummer, 2000). Auch an ozeanischen Probenlokationen tritt die Art, jedoch mit verminderten Konzentrationen, auf. Die Verbreitung auf der Südhalbkugel wird durch die subpola-

re Front begrenzt (Esper, 2001; Harland *et al.*, 1998; McMinn & Sun, 1994; eigene unveröffentl. Daten).

In den untersuchten Proben aus dem nordöstlichen Arabischen Meer korreliert die Häufigkeit mit der Verbreitung der Sauerstoffminimumzone am Kontinentalhang (Abb. 80). Möglicherweise reagiert auch diese Art empfindlich gegenüber sauerstoffreichem Bodenwasser (Oxidation der Zysten, vgl. Kap. 4.4.1).

In den Kernprofilen korreliert die Häufigkeit der Art mit den klimatisch wärmeren Zeitabschnitten.

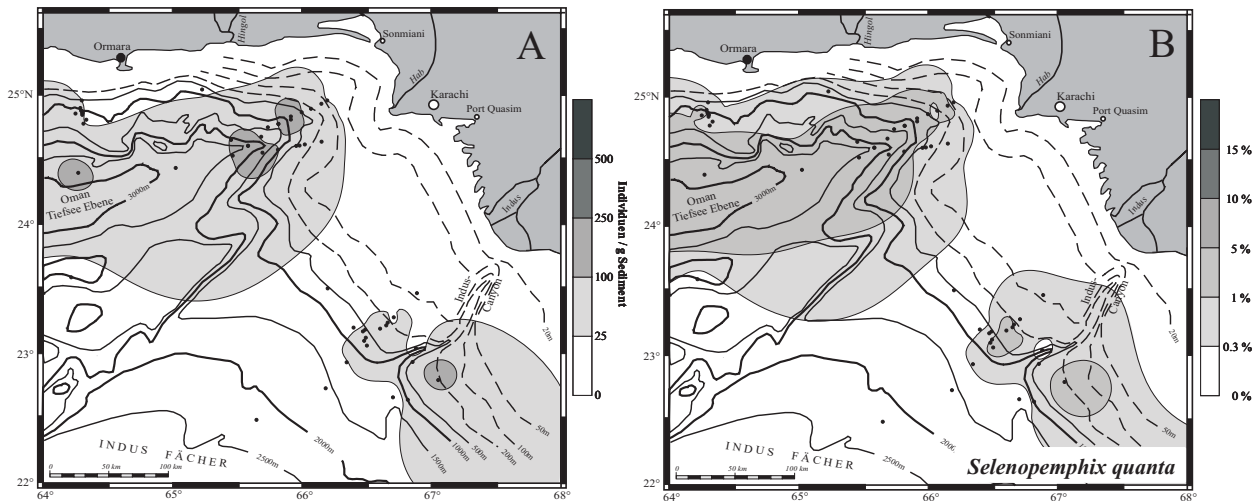


Abb. 80: Verbreitungskarten mit Darstellung der absoluten (links) und relativen (rechts) Häufigkeiten von *Selenopemphix quanta* in den Probenrückständen aus Oberflächensedimenten des nordöstlichen Arabischen Meeres.

Gattung *Stelladinium* BRADFORD 1975

Stelladinium robustum ZONNEVELD 1997B

Zyste von *Protoperidinium compressum* Balech (1974) sensu Zonneveld (1997b)

Taf. 11, Figs. 10-12, Taf. 12, Figs. 1-2

Ergänzende Literatur: Zonneveld (1997b), S. 334; Taf. 4, Figs. 8-10

Beschreibung: Zyste mit pentagonalem Umriss und hellbrauner bis brauner Pigmentierung. Die Zystenwand ist einlagig und besteht aus einem robusten, glatten Pedium. Kennzeichnend sind die deutlich ausgebildeten fünf Hörner, von denen sich eines am Apex der triangularen Epizyste befinden. Zwei weitere bilden die antapikalen Fortsätze und die übrigen zwei befinden sich im Bereich des Zingulums. Die Fortsätze zeigen keinerlei Verdickung der Zystenwand und keine „Auffüllung“ der distalen Bereiche. Durch eine größere Falte ist das Zingulum deutlich zu erkennen. Die Archaeopyle wird durch den Verlust einer interkalaren Platte (2a) gebildet. Das Operculum ist bei vielen Individuen noch mit der Zyste verbunden.

Größe der Zyste: Höhe: 92-125 µm Breite: 82-126 µm

Ökologie / Vorkommen: Die Art *Stelladinium robustum* ist von Zonneveld (1997b) aus dem Arabischen Meer beschrieben und bislang nur in dieser Region gefunden worden. Die in den bestehenden Datensätzen überlieferte Verbreitung der Art ist möglicherweise unterrepräsentiert, da die Art große Ähnlichkeiten mit *S. reidii* besitzt.

In den Probenrückständen der Oberflächenproben aus dem nordöstlichen Arabischen Meer fehlt

die Art in den offen-ozeanischen Bereichen und tritt mit verringerten Häufigkeiten vor den Flussmündungen des Indus und des Hab auf (Abb. 81). Marret & Zonneveld (im Druck) beschreiben eine geringe Toleranz gegenüber Temperaturschwankungen (21,6 bis 29,6°C). In den untersuchten Kernprofilen korrelieren die höchsten relativen und absoluten Häufigkeiten mit den klimatisch kühleren Zeitabschnitten, insbesondere während der Übergänge zwischen den marinen Isotopenstadien (MIS) I/II und MIS V/VI.

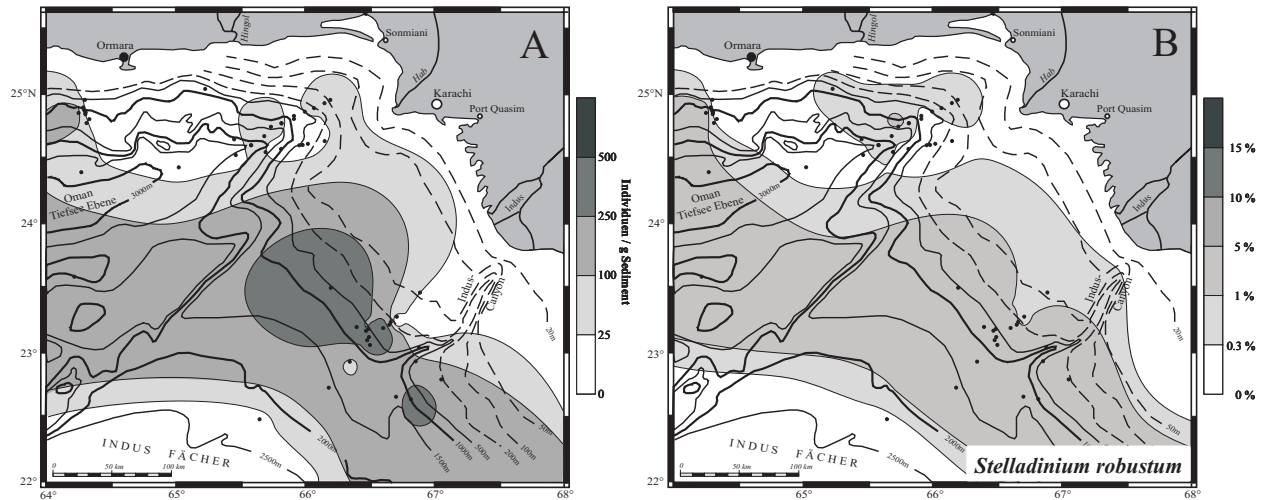


Abb. 81: Verbreitungskarten mit Darstellung der absoluten (links) und relativen (rechts) Häufigkeiten von *Stelladinium robustum* in den Proben aus Oberflächensedimenten des nordöstlichen Arabischen Meeres.

Stelladinium reidii BRADFORD 1975

syn.: *Stelladinium stellatum* (ABÉ 1927) BALECH 1974

Zyste von *Protoperidinium compressum* BALECH 1974

Taf. 12, Figs. 3-4

Ergänzende Literatur: Bradford (1975), S. 3065, Figs. 2-4

Beschreibung: Zyste mit pentagonalem Umriss und brauner Pigmentierung. Die Epizyste ist deutlich kleiner als die Hypozyste. Viele Exemplare der Art werden dorso-ventral zusammengedrückt gefunden. Die Zystenwand ist einlagig und besteht aus einem dünnen Autophragma mit einer glatten bis leicht rauhen Oberfläche. Fünf deutlich ausgebildete Hörner befinden sich an den Ecken des Zystenkörpers (Apex (1), Antapex (2), Zingulum (2)). Weitere, kleinere Fortsätze sind im Bereich des Zingulums ausgebildet. An den Enden der Fortsätze ist die Zystenwand verdickt, so dass die Enden „ausgefüllt“ erscheinen. Die Archaeopyle wird durch den Verlust einer interkalaren Platten (2a) gebildet. Weitere Merkmale der Paratabulation werden nicht reflektiert.

Größe der Zyste: Höhe: 60-104 µm Breite: 35-90 µm

Ökologie / Vorkommen: *Stelladinium reidii* ist ursprünglich aus dem Persischen Golf und dem nordwestlichen Arabischen Meer beschrieben worden (Bradford, 1975). Harland (1973) dokumentiert die Zyste mit geringen Häufigkeiten in küstennahen Sedimenten vor SW-Schottland. In geringen Häufigkeiten tritt die Art vor den Küsten von Wales, England und Irland (Reid, 1972) sowie in den Japanischen Küstengewässern (Harada, 1974) auf. Zonneveld (1997a) findet die Art im westlichen Arabischen Meer. Die Verbreitung von *S. reidii* beschränkt sich auf tropische bis gemäßigte Breiten. Die Art toleriert Temperaturen zwischen 12,5 und 27,5°C und bevorzugt leicht reduzierte Salinitäten (31,7 bis 35,8‰).

In den Probenrückständen aus den Oberflächenproben des nordöstlichen Arabischen Meeres ist *S. reidii* weit verbreitet mit höchsten relativen und absoluten Gehalten im Bereich der größten Oberflächenwasserdurchmischung während des Wintermonsuns (Abb. 82). Vor der Indusmündung ist die Häufigkeit der Art leicht reduziert. In den bearbeiteten Kernprofilen korrelieren erhöhte Individuenzahlen mit den klimatisch kälteren Zeitabschnitten (v.a. während des MIS II).

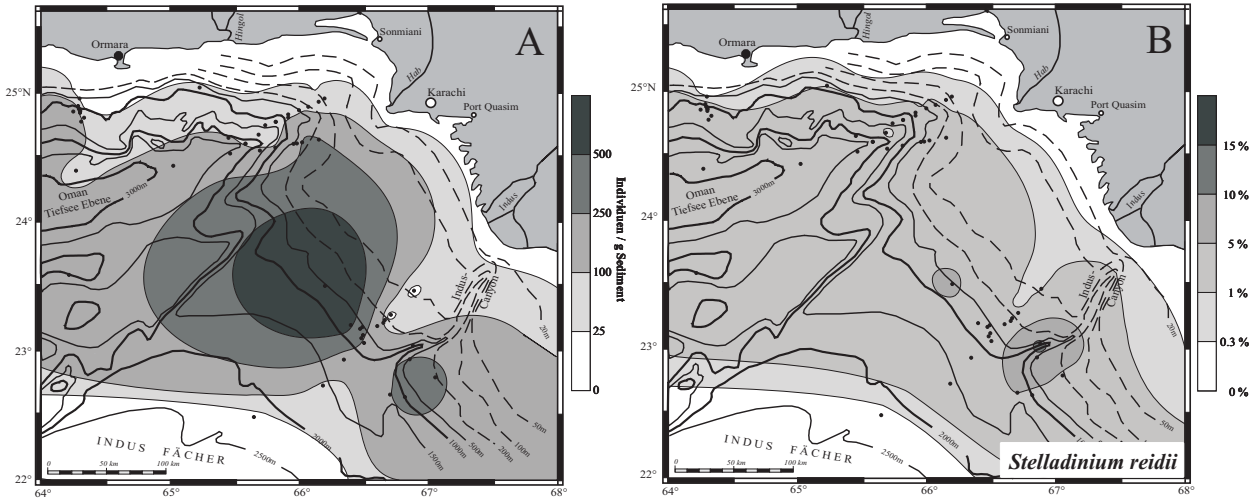


Abb. 82: Verbreitungskarten mit Darstellung der absoluten (links) und relativen (rechts) Häufigkeiten von *Stelladinium reidii* in den Proben aus Oberflächensedimenten des nordöstlichen Arabischen Meeres.

Gattung *Trinovantedinium* REID 1977

Trinovantedinium applanatum (BRADFORD 1977) BUJAK & DAVIES 1983

syn.: *Trinovantedinium capitatum* REID 1977

Zyste von *Protoperidinium pentagonum* BALECH 1974

Taf. 12, Figs. 5-12

Ergänzende Literatur: Bradford (1977), S. 47, Fig. 2 (als *Lejeunia applanata*)

Bujak & Davies (1983), S. 163; Taf. 10, Fig. 11

Rochon *et al.* (1999), S. 51; Taf. 13, Figs. 4-9

Beschreibung: Zyste mit pentagonalem, kantengerundetem oder ovalem Umriss. Häufig wird die Zyste dorso-ventral zusammengedrückt gefunden. Die Zystenwand besteht aus einer einzelnen Lage und ist farblos bis schwach gelblich oder gelblichbraun pigmentiert. Neben einen apikalen Buckel befinden sich am Apex zahlreiche, kurze Prozesse. Am Antapex befinden sich zwei voneinander getrennte Loben bzw. Hörner. Bei stärker gerundeten Formen sind die apikalen bzw. antapikalen Hörner nicht so deutlich ausgebildet. Die Prozesse sind kurz, dünn und besitzen acuminate bis spitz zulaufende Enden. Bis auf den Bereich des Zingulums, wo die Prozesse engständig entlang der Plattengrenzen verlaufen, sind diese unregelmäßig, aber intratabular angeordnet. Einige Flächen, wie z.B. der Bereich des Sulkus, sind völlig ohne Ornamentation versehen. Die Archaeopyle wird durch den Verlust einer Interkalarplatte (2a) gebildet.

Größe der Zyste: Höhe: 54-96 µm Breite der Zyste: 50-86 µm

Länge der Prozesse (Fortsätze): 5-8 µm

Ökologie / Vorkommen: *Trinovantedinium applanatum* ist in den tropischen bis gemäßigten Meeresgebieten zwischen 45°S und 60°N weit verbreitet. Im Nord-Atlantik zeichnet die Verbreitung den

Verlauf des Golfstromes nach, so dass die Art in den östlichen Bereichen bis ca. 75°N dokumentiert ist (Rochon *et al.*, 1999). In der südlichen Hemisphäre scheint die Art nicht südlicher als die antarktische, subtropische Front vorzudringen (Sun & McMinn, 1994; Marret & de Vernal, 1997; Harland *et al.*, 1998; Jurkschat, unveröff. Daten). Die Art toleriert Wassertemperaturen zwischen 1°C und 30°C und brackisch bis marine Bedingungen mit Salinitäten zwischen 24 und 36,5‰. Im westlichen äquatorialen Atlantik korreliert die Häufigkeit der Art mit reduzierten Salinitäten während der Sommermonate sowie mit der Zunahme der Stratifizierung der Wassersäule (Vink *et al.*, 2000). de Vernal *et al.* (1997) finden die Art in Meeresgebieten, die bis zu acht Monate im Jahr unter Eisbedeckung liegen.

In den Aufbereitungsrückständen der Oberflächensedimente des nordöstlichen Arabischen Meeres tritt die Art in den meisten Proben auf (Abb. 83). Nur im Bereich der westlichen Indus-Canyonschulter ist die Art lückenhaft dokumentiert. Besonders häufig ist die Art in den offen-ozeanischen Kernen während der klimatisch kühleren Zeitabschnitte des MIS II (Jüngere Dryas / letztes glaziales Maximum).

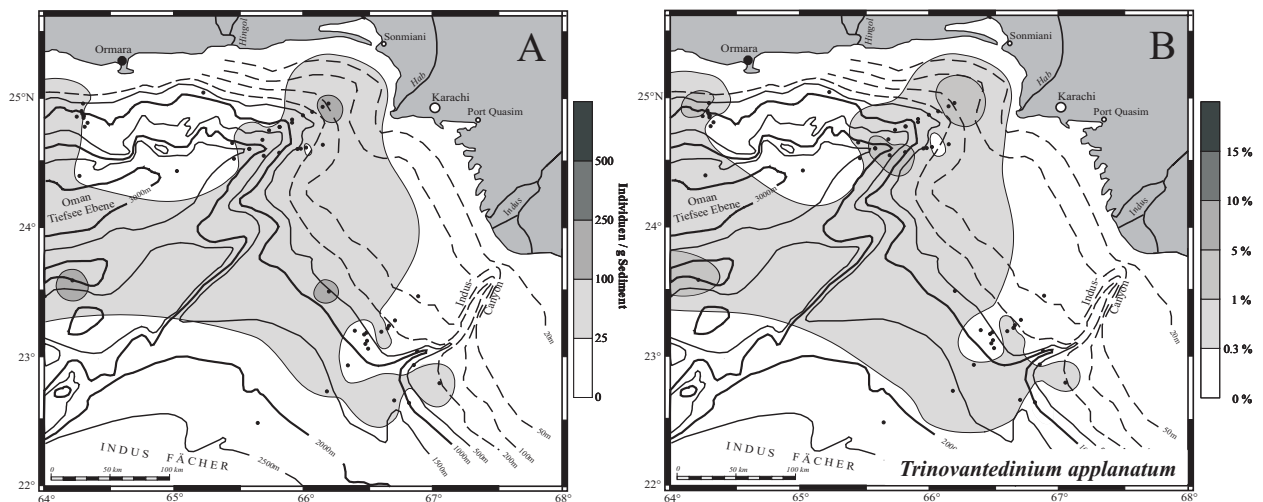


Abb. 83: Verbreitungskarten mit Darstellung der absoluten (links) und relativen (rechts) Häufigkeiten von *Trinovantedinium applanatum* in den Proben aus Oberflächensedimenten des nordöstlichen Arabischen Meeres.

Gattung *Votadinium* REID 1977

Votadinium calvum REID 1977

Zyste von *Protoperidinium oblongum* (AURIVILLIUS 1898) CLEVE 1900

Taf. 13, Figs. 1-3

Ergänzende Literatur: Reid (1977), S. 444; Taf. 2, Figs. 21-23

Beschreibung: Zyste mit stark gerundetem, peridinoidem Umriss, brauner bis dunkelbrauner Pigmentierung und glatter Oberfläche. In dorso-ventraler Ansicht ist die Zyste herzförmig und wird häufig zusammengedrückt gefunden, in lateraler Ansicht ist der Umriss trapezoid. Ein apikales Horn ist stark reduziert und nur durch eine leichte Schwellung zu erkennen. Die Archaeopyle wird durch den Verlust einer Interkalarplatte (2a) gebildet und erstreckt sich bis über den Apex hinweg. Zwei antapikale Hörner von gleicher Größe werden von einer schwachen Einschnürung getrennt. Die Wand ist einlagig und ca. 1µm dick, jedoch an den Hörnern in ihrer Stärke reduziert.

Größe der Zyste: Höhe: 54-72 µm

Breite: 50-71 µm

Ökologie / Vorkommen: *Votadinium spinosum* wurde erstmals aus den Küstengewässern der Britischen Inseln beschrieben (Reid, 1977). Chengquan & Xuekun (1991) dokumentieren die Art aus dem Südchinesischen Meer. Im nördlichen Atlantik wird die Art auch noch in hohen Breiten, jedoch nur im Einflussbereich des Golfstromes gefunden (Matthiessen, 1991). Die Art ist charakteristisch für die subtropischen bis temperierten, voll marinen Meeresgebiete und fehlt in Bereichen mit reduzierter Salinitäten unter 32‰. In den Oberflächenproben sowie in den Kernprofilen aus dem nördlichen Arabischen Meer ist die Art nur in Einzelfunden überliefert (Abb. 84). Ökologische oder ozeanographische Präferenzen können somit nicht abgeleitet werden.

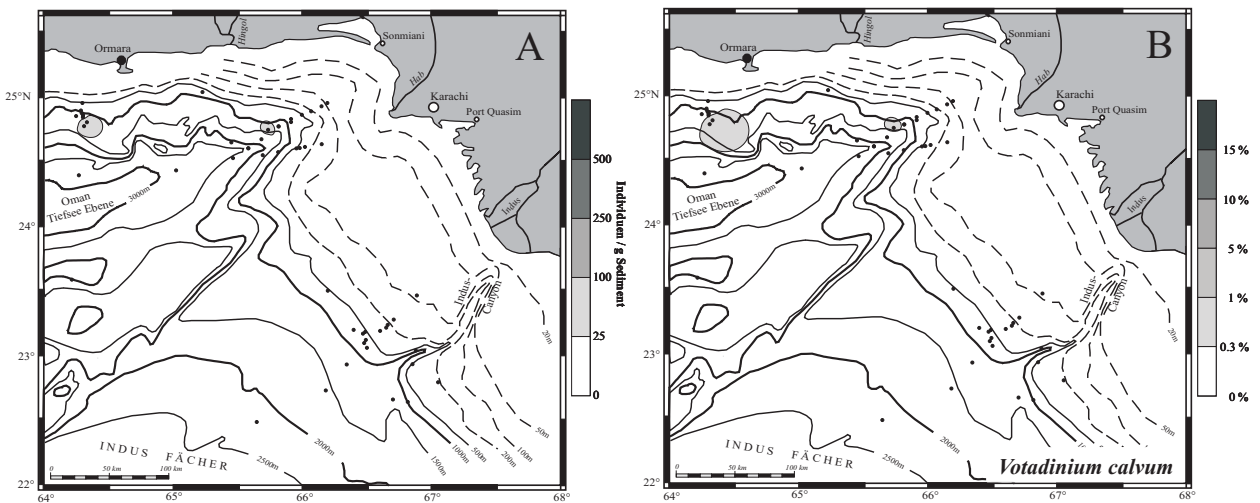


Abb. 84: Verbreitungskarten mit Darstellung der absoluten (links) und relativen (rechts) Häufigkeiten von *Votadinium calvum* in den Proben aus Oberflächensedimenten des nordöstlichen Arabischen Meeres.

Votadinium nanhaiense CHENGQUAN & XUEKUN 1991

Taf. 13, Figs. 4-7

Ergänzende Literatur: Chengquan & Xuekun (1991), S. 297; Taf. 2, Figs. 13-17

Beschreibung: Elongate, peridinoide Zyste, die häufig dorsoventral zusammengedrückt überliefert wird und deren äquatoriale Ebene deutlich nach außen ausgewölbt ist. Epizyste und Hypozyste sind nahezu gleich groß. Die glockenförmige Epizyste besitzt ein apikales, dreieckiges, abgerundetes Horn. Das apikale Horn liegt in der Verlängerung einer „schulterförmigen“ Struktur. Die Hypozyste ist trapezoidal geformt und endet in zwei stark divergierenden, antapikalen, abgerundeten Hörnern, die in etwa gleich lang sind. Die Farbe der Zyste variiert von blassgelb bis hellbraun. Die Oberfläche ist glatt und oftmals leicht eingefaltet. Die große Archaeopyle wird durch den Verlust von intercalaren Platten gebildet. Weitere Merkmale von Paratabulation sind nicht reflektiert.

Größe der Zyste: Länge: 60-71 µm Breite: 45-50 µm

Apikales Horn: 6-9 µm Antapikale Hörner: 5-8,5 µm

Vorkommen / Ökologie: Bislang ist diese Art nur aus dem Typusgebiet der Nanhai-See (Südchina-See) beschrieben worden. Das Arabische Meer ist demnach die zweite Lokalität, in der die Art nachgewiesen wird. Aufgrund der geographischen Lage der Fundorte handelt es sich bei *Votadinium nanhaiense* um eine tropische bis subtropische Art, die möglicherweise – belegt durch die horizontale und vertikale Verbreitung - hohe Oberflächenwassertemperaturen (> 25°C) meidet. Eine Be-

schränkung auf den Indo-Pazifik ist nicht auszuschließen, jedoch ist es auch denkbar, dass die seltene Form bei statistischen Zählungen von 300 Individuen nicht registriert wird.

Votadinium spinosum REID 1977

Zyste von *Protoperidinium claudicans* (PAULSEN 1907) BALECH 1974

Taf. 13, Figs. 8-13

Ergänzende Literatur: Reid (1977), S. 445; Taf. 2, Figs. 24-26

Beschreibung: Die Zyste von *Votadinium spinosum* hat große Ähnlichkeit mit der zuvor beschriebenen Art *V. calvum*. Das charakteristische Merkmal dieser ebenfalls stark gerundeten, peridinoiden Art ist die mit kurzen, durchsichtigen, unregelmäßig angeordneten Stacheln besetzte glatte Oberfläche. In dorso-ventraler Ansicht ist die Zyste herzförmig und wird häufig zusammengedrückt gefunden - in lateraler Ansicht ist der Umriss trapezoid. Die Zystenwand ist braun bis dunkelbraun pigmentiert. Ein apikales Horn ist stark reduziert und nur durch eine leichte Schwellung zu erkennen. Die Archaeopyle wird durch den Verlust einer Interkalarplatte (2a) gebildet und erstreckt sich bis über den Apex hinweg. Zwei antapikale Hörner von gleicher Größe werden von einer schwachen Einschnürung getrennt.

Größe der Zyste: Höhe: 54-71 μm Breite: 40-61 μm Länge der Stacheln: 3-5 μm

Ökologie / Vorkommen: *Votadinium spinosum* wurde zuerst aus den Küstengewässern der Britischen Inseln beschrieben (Reid, 1977), wo die Art in geringen Individuenzahlen dokumentiert ist. Wall & Dale (1968) finden die Art vor Woods Hole und vor den Bermudas. Die Art bevorzugt vollmarine Meeresgebiete subtropischer bis gemäßigter Breiten und fehlt in Regionen reduzierter Salinität (< 31,5‰). Matsuoka (1985b) beschreibt *V. spinosum* aus den küstennahen Gewässern um Japan. Auch vor der Südwestküste Australiens wird die Art in geringen Häufigkeiten gefunden (McMinn, 1991).

In den Oberflächenproben sowie in den Kernprofilen aus dem nördlichen Arabischen Meer ist die Art nur in Einzelfunden dokumentiert (Abb. 85). Ökologische oder ozeanographische Präferenzen können somit nicht abgeleitet werden.

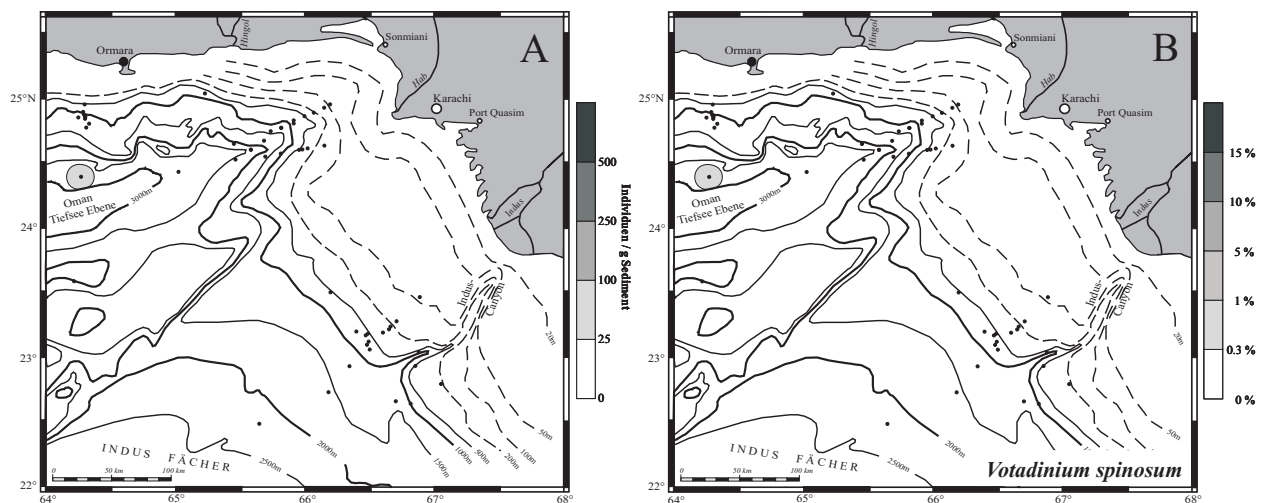


Abb. 85: Verbreitungskarten mit Darstellung der absoluten (links) und relativen (rechts) Häufigkeiten von *Votadinium spinosum* in den Proben aus Oberflächensedimenten des nordöstlichen Arabischen Meeres.

Gattung *Xandarodinium* REID 1977

Xandarodinium xanthum REID 1977

Zyste von *Protoperidinium divaricatum* PARKE & DODGE 1976

Taf. 14, Figs. 1-4

Ergänzende Literatur: Reid (1977), S. 447; Taf. 3, Figs. 27-29

Marret & Zonneveld (im Druck)

Beschreibung: Proximochorate Zyste mit einer konkaven Ventralseite, einer konvexen Dorsalseite und einer dünnen (<1µm), glatten Zystenwand, die hell- bis dunkelbraun pigmentiert ist. Die Prozesse haben eine elliptische, ovale oder runde Basis und werden aus der äußeren Lage der Zystenwand gebildet. Charakteristisch ist die Heterogenität der Prozessenden, die einfach strukturiert, aber auch multifurcat enden. Auf der Dorsalseite sind die Prozesse intratabular und in äquatorial verlaufenden Reihen angeordnet. Hierdurch wird die Lage des Zingulum und der Interkalarplatten deutlich hervorgehoben. Engständige Prozesse befinden sich an den Polen. Auf dem Operculum fehlen Prozesse. Die Archaeopyle wird durch den Verlust einer Interkalarplatte (2a?) gebildet.

Größe der Zyste: Höhe: 45-63 µm Breite: 43-52 µm

Höhe der Prozesse: 5-19 µm

Ökologie / Vorkommen: *Xandarodinium xanthum* wurde erstmals aus den küstennahen Gewässern der Britischen Inseln beschrieben (Reid, 1977). Marret (1994) findet die Art mit geringen Individuenzahlen im Golf von Guinea. Entlang der Europäischen Küsten ist *X. xanthum* in vielen Datensätzen vorhanden (z.B. Reid, 1977; Harland, 1977). Das Fehlen der Art in den Polarregionen lässt auf die Vorliebe für subtropisch bis gemäßigte Wassertemperaturen. Im Nord-Atlantik ist die Verbreitung an den Verlauf des Golfstromes gebunden (Harland, 1983, Rochon *et al.*, 1999).

In den Oberflächenproben aus dem nördlichen Arabischen Meeres ist die Art nur in Einzelfunden überliefert (Abb. 86). In den Kernprofilen ist die Art nicht gefunden worden. Ökologische oder ozeanographische Präferenzen können somit nicht abgeleitet werden.

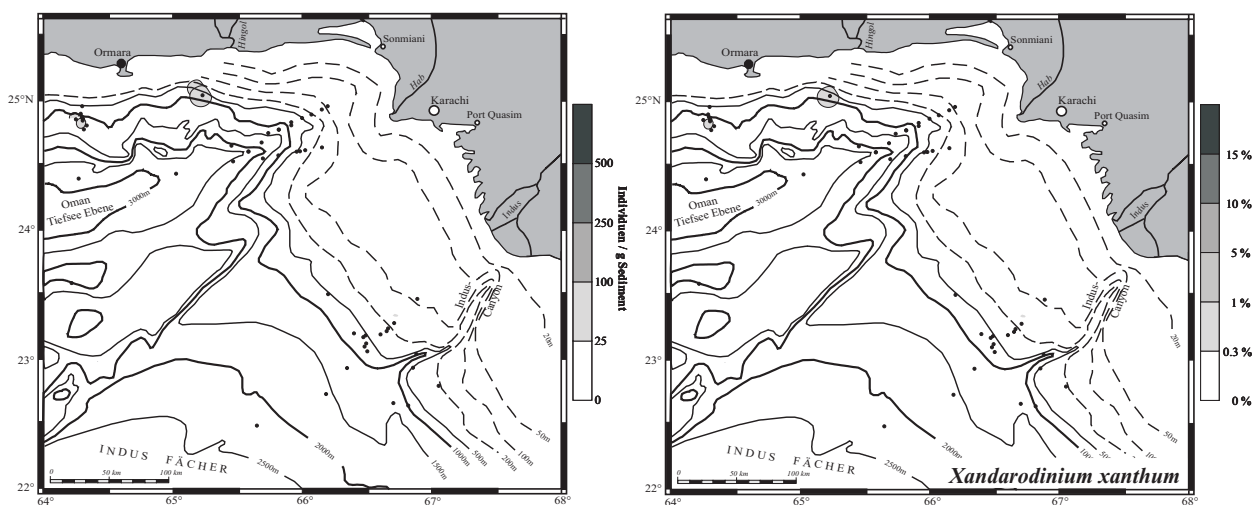


Abb. 86: Verbreitungskarten mit Darstellung der absoluten (links) und relativen (rechts) Häufigkeiten von *Xandarodinium xanthum* in den Proben aus Oberflächensedimenten des nordöstlichen Arabischen Meeres.

Unterfamilie **Diplopsalioideae** ABÉ 1981Gattung ***Dissodium*** ABÉ 1941***Dissodium parvum*** ABÉ 1941syn.: *Diplopelta parva* MATSUOKA 1988Zyste von ?*Diplopsalis* sp. sensu Matsuoka (1982)

Taf. 14, Figs. 5-9

Ergänzende Literatur: Matsuoka (1988), S. 100, Fig. 2; Taf. 1, Figs. g-k

Beschreibung: Runde bis leicht ovale Zyste mit hellbrauner bis brauner Pigmentierung. Die Oberfläche ist dicht mit zahlreichen (> 80) kleinen Stacheln besetzt. Sie sind nontabular angeordnet, acicular und leicht gebogen. Die Basis der Prozesse ist im Querschnitt rund. Die thetopyle Archaeopyle entsteht durch Aufreißen entlang von Plattengrenzen (möglicherweise entlang $1a/2^c$, $1a/2^r$, $2^r/2a$, $3^r/2a$ und $3^r/5^c$). Weitere Merkmale der Paratabulation werden nicht reflektiert.

Durchmesser der Zyste: 38-45 μm Länge der Prozesse: 5-8 μm

Ökologie / Vorkommen: Matsuoka (1988) beschreibt die Zyste aus der Bucht von Omura, Japan. Die Art wird ausschließlich in küstennahen, subtropischen bis gemäßigten Gewässern vorgefunden. In den Datensätzen organischer Dinoflagellaten ist die weltweite Verbreitung möglicherweise unterrepräsentiert, da protoperidinoide, braun pigmentierte Zysten häufig dem Sammeltaxon *Brigantedinium* spp. zugeordnet werden. In den Oberflächenproben sowie in den Kernprofilen aus dem nördlichen Arabischen Meer ist die Art nur in Einzelfunden überliefert (Abb. 87). Ökologische oder ozeanographische Präferenzen können somit nicht abgeleitet werden.

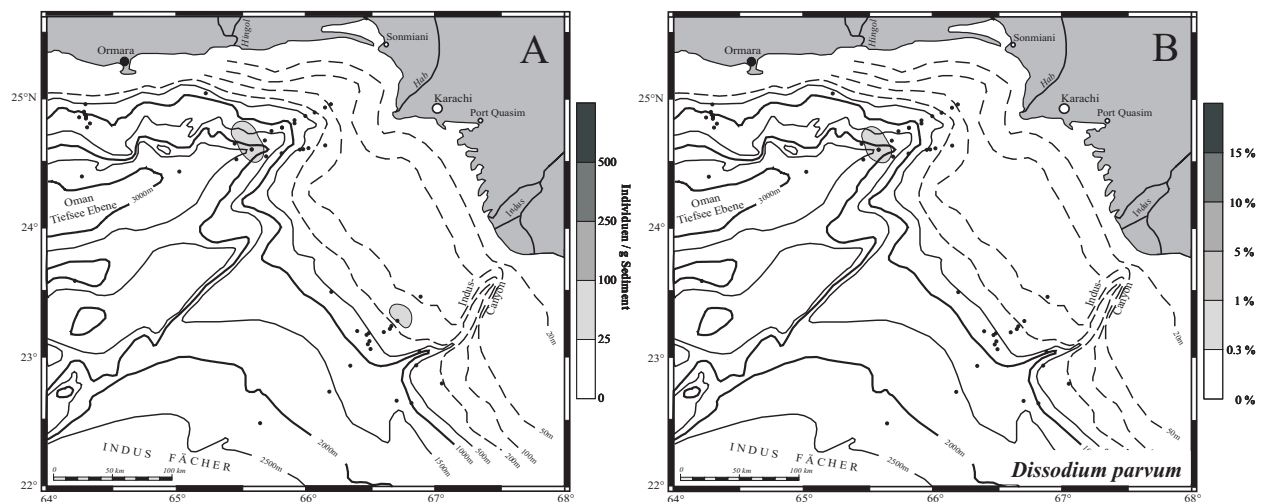


Abb. 87: Verbreitungskarten mit Darstellung der absoluten (links) und relativen (rechts) Häufigkeiten von *Dissodium parvum* in den Proben aus Oberflächensedimenten des nordöstlichen Arabischen Meeres.

Gattung ***Dubridinium*** REID 1977***Dubridinium caperatum*** REID 1977syn.: *Diplopeltopsis minor* (Paulsen 1907) Pavillard 1913Zyste von *Preperidinium meunieri* (PAVILLARD 1912) ELBRÄCHTER 1993syn.: Zyste von *Zygabikodinium lenticulatum* (MANGIN 1911) LOEBLICH JR. & LOEBLICH III 1970

Taf. 14, Figs. 10-12

Ergänzende Literatur: Reid (1977), S. 451; Taf. 4, Figs. 38-41, 44

Beschreibung: Runde bis leicht ovale Zyste, die mit einer deutlichen polaren und einer schwächeren dorsoventralen Kompression überliefert wird. Der innere Zystenkörper ist dickwandig (1-2 μm) und mikrogranular. Das Periphragma ist dünn ($< 1\mu\text{m}$) und dicht an den inneren Zystenkörper gedrückt, wodurch kleinere Kammstrukturen hervorgerufen werden. Bei einigen Exemplaren werden durch diese Strukturen Merkmale der Paratabulation im Bereich des Zingulums und des Sulkus reflektiert. Die Archaeopyle ist epittractal. Bei der Öffnung bleibt das Epittract verbunden - die laterale Erstreckung der Öffnung variiert.

Ökologie / Vorkommen: *Dubridinium caperatum* ist zuerst aus den küstennahen Gewässern vor Ost- und Westirland beschrieben worden (Reid, 1977). Die Zyste scheint auf neritischen Bereiche subtropischer bis gemäßigter Meeresgebiete beschränkt zu sein. Jedoch ist sie in nur wenigen Datensätzen organischer Dinoflagellaten enthalten, was darauf zurück geführt wird, dass die Art als runde, braun pigmentierte Zyste („round browns“) häufig dem Sammeltaxon *Brigantedinium* spp. zugeordnet wird.

In den Oberflächenproben aus dem nördlichen Arabischen Meeres ist die Art nur in Einzelfunden überliefert (Abb. 88). In den Kernprofilen ist die Art nicht gefunden worden. Ökologische oder ozeanographische Präferenzen können somit nicht abgeleitet werden bzw. wären rein spekulativ.

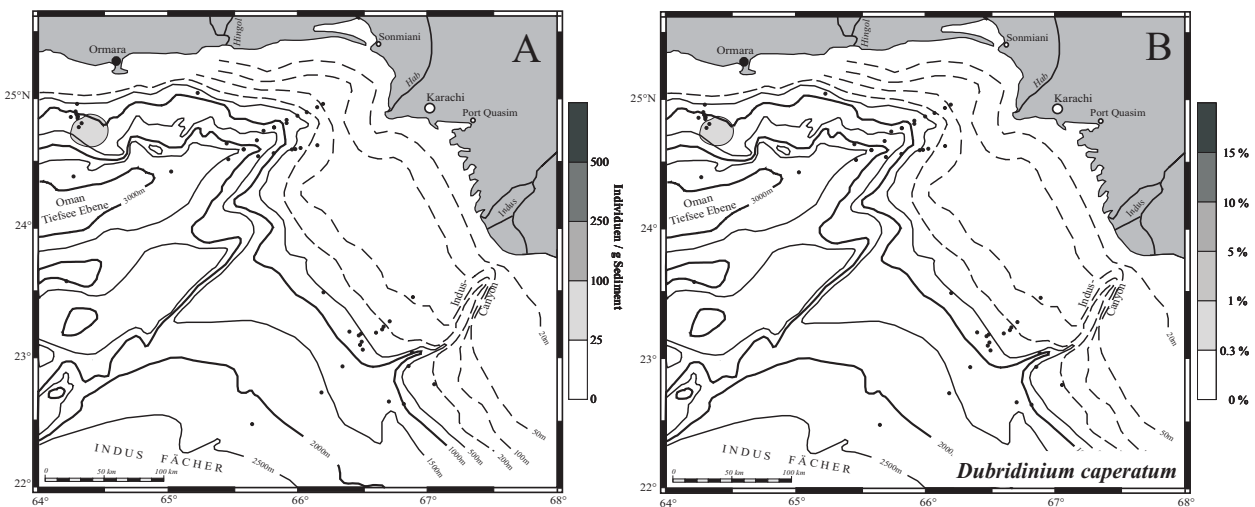


Abb. 88: Verbreitungskarten mit Darstellung der absoluten (links) und relativen (rechts) Häufigkeiten von *Dubridinium caperatum* in den Proben aus Oberflächensedimenten des nordöstlichen Arabischen Meeres.

VI. Diskussion

Die Interpretation der in den Kapiteln IV und V dargestellten Befunde aus der Analyse der fossil erhaltungsfähigen aquatischen Palynomorphen aus den Oberflächensedimenten des Arabischen Meeres und den Veränderungen der Taphozönosen in den Proben des Kernmaterials wird im nachfolgenden Kapitel beschrieben. Hierbei liefert die Analyse der Oberflächenproben die Parameter, die für die Ableitung der paläoökologischen Umweltbedingungen des Spätquartärs (rezent bis Isotopenstadium VI) in den Kernen eingesetzt werden. Zur Interpretation werden nur die Taxa herangezogen, die in den Oberflächensedimenten und dem Kernmaterial regelmäßig vorkommen. Eine ausführliche Beschreibung der Biogeographie und Ökologie aller gefundenen Arten ist dem Kap. V zu entnehmen.

Für die Häufigkeitsschwankungen der Taxa sind neben den natürlichen biologischen Prozessen (Lebenszyklus der Dinoflagellaten mit Phasen der Inzystierung und Exzystierung) vor allem die lokalen und regionalen ozeanographisch-klimatischen und geographisch-bathymetrischen Verhältnisse und ihr Einfluss auf die Lebensbedingungen der Dinoflagellaten von Bedeutung. Diese Signale werden sekundär durch Faktoren wie Umlagerung, Verdünnung durch äolischen und fluviatilen Eintrag und Erhaltungsgrad (bakterielle Zersetzung und Einfluss von sauerstoffreichem Bodenwasser) entscheidend überprägt.

Die wesentlichen Faktoren, die die Häufigkeit der organischen Fossilien in den Sedimenten des Arabischen Meeres kontrollieren, sind in Abb. 89 dargestellt.

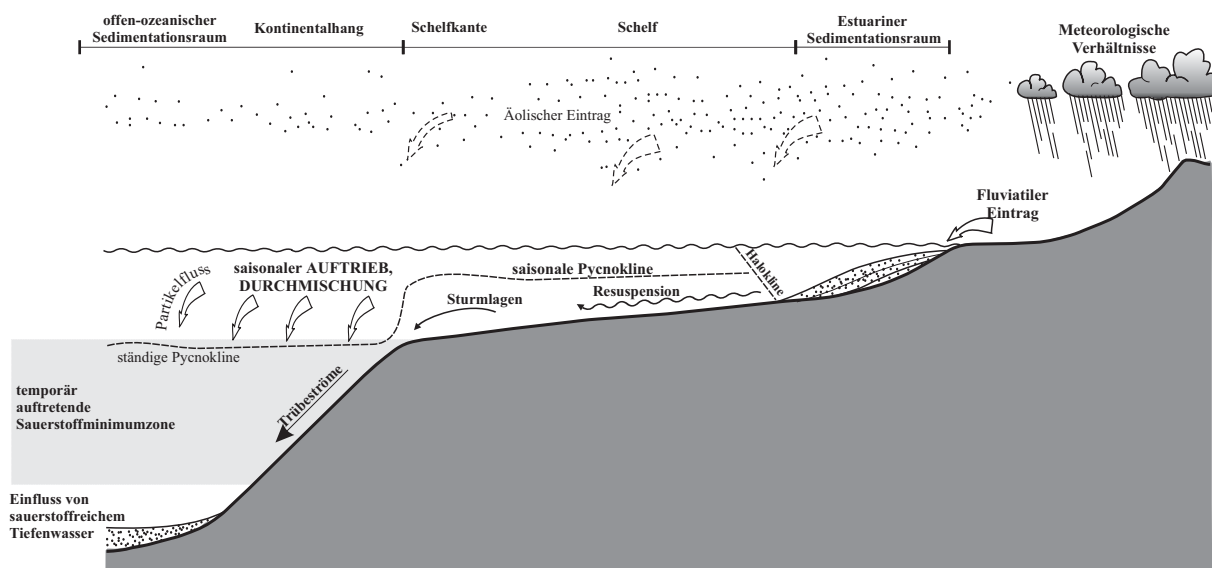


Abb. 89:
Schemazeichnung mit Darstellung der wesentlichen Faktoren, die die fossilen Palynomorphen-assoziationen (im Arabischen Meer) beeinflussen

6.1 Erhaltung - Hauptkontrollfaktor für die organischen Dinoflagellatenzystenvergesellschaften?

Die Verbreitung des Sammeltaxons *Brigantedinium* spp. ("round browns") wird von vielen Autoren mit erhöhter Nährstoffkonzentration in Hochproduktivitätszonen (z.B. Harland, 1983; Bradford & Wall, 1984; Biebow, 1996; Head, 1996; Zonneveld, 1997a) in Zusammenhang gebracht. Auch

im nordöstlichen Arabischen Meer, im Bereich des indopakistanischen Kontinentalhanges, haben diese Arten ihr Häufigkeitsmaximum in den Sedimenten unterhalb der Wassersäule, in der während der Monsunphasen die größte Umwälzung oberflächennaher Wassermassen geschieht, und in denen somit auch das größte Nährstoffpotential im Oberflächenwasser vorhanden ist (Haake *et al.*, 1993; vgl. Abb. 2e, 2f). In der nördlichen Arabischen See ist die maximale Verbreitung der “round browns” auch mit einem NE-SW gerichteten, parallel zum Kontinentalhang des indischen Subkontinents verlaufenden Bereich, wo die Sauerstoffminimumzone auf den Kontinentalhang trifft, korreliert (Abb. 61).

Häufigkeitsschwankungen des Sammeltaxons *Brigantedinium* spp. bestimmen dementsprechend auch das Verhältnis zwischen den protoperidinoiden Zysten zu den Zysten der Gonyaulacaceae. Dieses sogenannte P/G-Verhältnis wird von verschiedenen Autoren als Produktivitätsindex bewertet (z.B. Biebow, 1996; Matthiessen, 1991). Nach eigenen Untersuchungen gehören neben *Brigantedinium* spp. auch *Stelladinium reidii*, Arten der Gattung “*Echinidinium*”, *Selenopemphix nephroides* und *Bitectatodinium spongium* zur Artengemeinschaft, die zwar während der Produktivitätsphasen an Häufigkeit zunehmen, jedoch eine hohe Zersetzungsanfälligkeit auf oxidative Prozesse zeigen.

Durch die Befunde der hier vorgelegten Arbeit aus den Oberflächensedimenten des Arabischen Meeres ist belegt, dass Erhaltungsunterschiede besonders in den Übergangsbereichen zwischen der Sauerstoffminimumzone und den sauerstoffreicheren (durchlüfteten) Bereichen die Häufigkeitsverteilung von den o.g. Taxa kontrollieren. Diese Erkenntnis stellt die bisherige Interpretation der *Brigantedinium*-dominierten Assoziationen als Produktivitätsanzeiger in Frage. Die nachfolgende Abbildung (Abb. 90) illustriert die positive Korrelation zwischen erhöhten TOC-Gehalten in den Sedimenten aus der Sauerstoffminimumzone und der Häufigkeit an organischen Dinoflagellatenzysten sowie des Taxons *Brigantedinium* spp. / g Sediment.

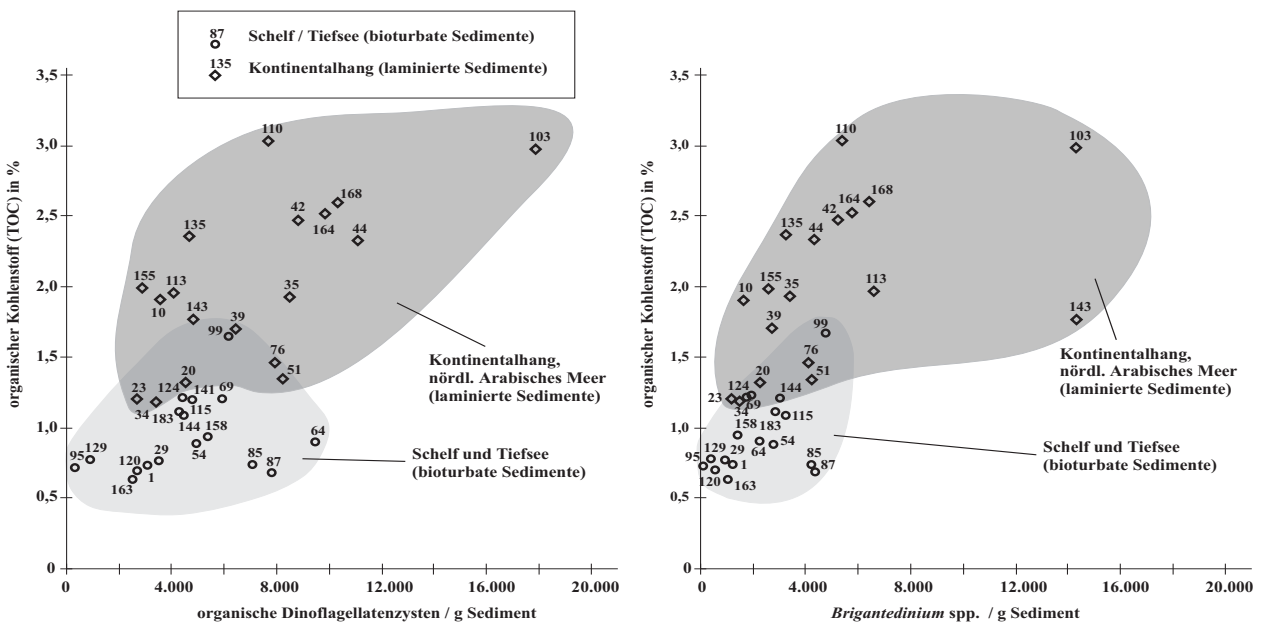


Abb. 90:

Korrelation der absoluten Häufigkeiten der organischen Dinoflagellatenzysten / g Sediment (links) sowie der Häufigkeiten von *Brigantedinium* spp. / g Sediment mit den Gehalten an organischem Kohlenstoff (TOC in %) in den Oberflächensedimenten des Arabischen Meeres.

Dass der Sauerstoffgehalt im Poren- und Bodenwasser für die Erhaltung und damit für die Häufigkeitsverteilung zersetzungsanfälliger Dinoflagellatenzysten wie z.B. *Brigantedinium* spp. und *Echinidinium* spp. entscheidend ist, wird durch die Tatsache gestützt, dass anaerobe Degradation

von organischem Material thermodynamisch weniger effizient ist als aerobe Zersetzung. Folglich sind anaerobe Bedingungen für die offensichtlich bessere Erhaltung von lipid- und hydrogenreicher organischer Substanz verantwortlich (s.a. Demaison & Moore, 1980; Lückge *et al.*, 1999; Versteegh & Zonneveld, 2002). Somit findet der Abbau organischen Materials außerhalb der Sauerstoffminimumzone bereits während der Sedimentation statt, auch wenn die Primärproduktion sehr hoch ist. Eine generell bessere Erhaltung von organischem Material in den Sedimenten der Sauerstoffminimumzone wurde auch von van der Weijden *et al.* (1998) postuliert. Schwer abzuschätzen ist die zeitliche Entwicklung der Zersetzung organischen Materials sowie deren Quantifizierung. Die untersuchten Sedimentoberflächen umfassen ein zeitliches Intervall von einigen 10er Jahren bis zu wenigen 1.000 Jahren. Innerhalb dieser "kurzen" Zeitabschnitte ist der Einfluss der organischen Degradation bereits deutlich sichtbar. Ähnliche Erkenntnisse werden von Zonneveld *et al.* (1997) beschrieben, die unterschiedliche Zusammensetzungen von organischen Dinoflagellatenzysten innerhalb eines homogenen Turbiditätsabschnitts vor der portugiesischen Küste beobachteten. In den oberen, durch sauerstoffreiches Bodenwasser oxidierten Schichten des Turbidits fehlen die zersetzungsanfälligen Zysten oder sind im Vergleich zum unteren dysoxischen Teil um 90 % (!) reduziert.

Für die Zystenassoziationen aus den Oberflächensedimenten sind die zuvor beschriebenen Vorgänge sehr wahrscheinlich. Sie könnten jedoch auch durch eine primäre erhöhte Produktion in den darüberliegenden Wassermassen hervorgerufen sein. Eine Entscheidung für den einen oder anderen Faktor lässt möglicherweise die Untersuchung der Kerne aus der Sauerstoffminimumzone zu, wo laminierte, dysoxische Abschnitte mit bioturbaten, oxischen Abschnitten wechseln. Ist Oxidation der wesentliche kontrollierende Faktor, dann muss sich eine klare Korrelation zwischen laminierten Kernintervallen und der Häufigkeit von zersetzungsanfälligen Zysten ergeben. Die Abb. 22-23 (Kern SO 90-111KL) und Abb. 28-29 (Kern ODP 117-723A) zeigen zwar tendenziell höhere Gehalte dieser Zysten in den laminierten Kernabschnitten, jedoch werden Fluktuationen festgestellt, die nicht mit den Wechseln von laminierten und bioturbaten Kernintervallen korrelieren. Aus diesem Grund wird eine Kombination der zuvor genannten Faktoren für die Zusammensetzung der organischen Dinoflagellatenassoziationen angenommen.

Verdeutlicht wird der Abbau organischen Materials auch in der Darstellung der Abb. 101. Im Vergleich der Sauerstoffisotopenkurven mit den Grauwertkurven (resp. TOC) ist erkennbar, dass die Fluktuationen nicht isochron verlaufen. Diese "Verzögerung" wird ebenfalls durch die Zersetzung organischen Materials durch sauerstoffreiches Bodenwasser hervorgerufen. In der Rekonstruktion dieser Abschnitte muss berücksichtigt werden, dass die Hangendgrenze der überlieferten laminierten Kernbereiche nicht ohne weiteres interpretiert werden kann, da hier die obersten Abschnitte durch die ins Sediment eindringende Sauerstofffront beeinflusst sind. Möglicherweise erlauben die asynchron verlaufenden Grauwertkurven einen Rückschluss auf den ursprünglichen Wechsel zwischen dysoxischen und oxischen Bodenwasserverhältnissen.

Die beschriebenen Prozesse lassen sich ohne Einschränkung auch auf die Erhaltung von Pollen übertragen (Ansari *et al.*, *eing.*; de Lange *et al.*, 1994).

Die relative und absolute Häufigkeit der organischen Dinoflagellatenzysten in Oberflächensedimenten ist primär abhängig von der Produktionsrate sowie ihrer Erhaltungsfähigkeit. Beide erreichen maximale Werte im Bereich des Kontinentalhanges (vgl. Abb. 13) und zwar in den Gebieten, wo die Durchmischung des Oberflächenwassers während der Monsunphasen am stärksten ist.

Darüber hinaus ist entscheidend, dass in demselben Bereich der Einfluss der Sauerstoffminimumzone auf die Sedimente die Oxidation organischer Substanz sowie die bakterielle Zersetzung unterdrückt bzw. stark verlangsamt. Hier liegen die höchsten Gehalte an organischen Dinoflagellatenzy-

sten (Maximum = 18.000 Zysten / g Sediment). In der küstennahen Schelfregion, wo Umlagerung, Erosion und Oxidation wichtige Faktoren sind, wurden lediglich Konzentrationen von 1.000 bis 2.500 Zysten / g Sediment gefunden. In den offen-ozeanischen Meeresgebieten, die generell durch geringere Sedimentationsraten charakterisiert sind, wurden im unteren Grenzbereich der Sauerstoffminimumzone, wo die bakterielle Zersetzung wieder eine größere Rolle spielt, bis zu 5.000 Individuen / g Sediment nachgewiesen. Mit zunehmender Entfernung vom Kontinentalhang verringern sich die Gehalte an organischen Dinoflagellatenzysten weiter (Minimum = < 350 Zysten / g Sediment).

Die seit dem späten Holozän permanent ausgebildete Sauerstoffminimumzone in einer Wassertiefe von rd. 200 bis 1.200 m Tiefe führt in diesem Tiefenbereich zu veränderten diagenetischen Prozessen an der Grenzschicht von Bodenwasser und Sediment. Innerhalb dieser sauerstoffarmen Zone sind erheblich höhere Individuen-Konzentrationen an Palynomorphen gefunden worden, die auf eine bessere Erhaltung des organischen Materials unter vermindertem Sauerstoffgehalt zurückgeführt werden.

Die absoluten Individuenzahlen an organischen Dinoflagellatenzysten / g Sediment in den Gebieten erhöhter Primärproduktion im nördlichen Arabischen Meer sind mit den Gesamthäufigkeiten in anderen hochproduktiven Meeresgebiete vergleichbar (Tab. 8). Die Gehalte an Dinoflagellatenzysten aus Sedimenten im aktiven Auftriebsgebiet vor Peru, die noch um eine 10er Potenz höher, werden allerdings nicht erreicht.

Da die hohen Gehalte an organischen Dinoflagellatenzysten im nordöstlichen Arabischen Meer auf die bessere Erhaltung innerhalb der Sauerstoffminimumzone zurückzuführen sind, muss die tatsächliche Produktivität von Individuen abgeleitet werden, deren Verbreitung und Häufigkeit von der unterschiedlichen Erhaltung nicht oder nur in geringer Weise beeinflusst werden (Kap. 6.2.2).

Ein vergleichbares Ergebnis liefert die Betrachtung der Häufigkeiten anderer Palynomorphengruppen (vgl. Abb. 19), deren Verteilung ebenfalls durch die zuvor beschriebenen Prozessen und die daraus resultierenden Erhaltungsunterschiede geprägt ist. So zeigen z.B. die Häufigkeiten von Tintinniden, Calpionellen, Copepodeneiern und Foraminiferenhäutchen ihr Maximum auch im Bereich der von der Sauerstoffminimumzone beeinflussten Sedimente des oberen Kontinentalhanges (Abb. 19).

Die Verbreitung von bisaccaten Pollen (Abb. 91A), die auf Koniferen der nördlichen Regionen Pakistans zurückzuführen sind, ist vor allem auf den Bereich der Indus-Mündung und des Indus-Canyon beschränkt. Ihr Häufigkeitsmaximum liegt - wie bei den übrigen Palynomorphengruppen auch - im Bereich des von der Sauerstoffminimumzone beeinflussten oberen Kontinentalhanges. Aufgrund ihrer Struktur und den eingelagerten Luftsäcken haben bisaccate Pollen hervorragende Merkmale für fluviatilen und äolischen Transport. Campbell *et al.* (1999) weisen einen Transportweg über mehrere tausend Kilometer von Kanada bis in die Arktis nach. Die auf die Indus-Mündung begrenzte Ausdehnung in der Verbreitung im Untersuchungsgebiet spricht in diesem Fall für fluviatilen Eintrag als Transportmechanismus (s.a. Ansari *et al.*, *eing.*).

Der Indus gilt als eines der größten Drainage-Systeme der Erde in Bezug auf Drainagefläche und Flussfracht. Obwohl fluviatile Einträge durch den Indus seit den späten 50er Jahren durch den Bau von Staudämmen deutlich zurück gegangen sind, postuliert Prins (1999), dass der Großteil der Sedimente des Indus-Kontinentalhanges auf den Indus zurückzuführen sind. Seine Ergebnisse geben Hinweise darauf, dass – zumindest während des Holozäns – die Sedimente des Kontinentalhanges aus fluviatilem feinklastischem Material (6 – 10 µm) bestehen. Die Silt-Ton-Fracht wird hauptsächlich während Überschwemmungs-Ereignissen oder sekundär durch Wellen induzierte Suspensionswolken abgelagert (Prins *et al.*, 2000).

Tab. 8: Vergleich der absoluten Häufigkeiten organischer Dinoflagellatenzysten des Arabischen Meeres mit den Häufigkeitsangaben anderer Meeresgebiete

Meeresgebiet	Biogeographische Einstufung	Absolute Häufigkeiten (Zysten / g Sediment)	Autor
Pazifik vor Peru	Kontinentalhang (Auftriebszelle)	> 200.000	Biebow (1996)
	Schelf / Tiefsee (außerhalb Auftriebszelle)	+/- 50.000	
Nordatlantik	östlicher Teil	~ 300 – 4.000 *	Rochon <i>et al.</i> (1999)
	westlicher Teil	~ 3.000 – 25.000 *	
Westlicher, subtropischer Atlantik	Schelf	1.500 – 2.100	Vink <i>et al.</i> (2000)
	Tiefseeebene	< 100	
Äquatorialer Atlantik	Cap des Trois Pointes, Ghana	5.000 – 13.000	Marret (1994)
	Golf von Guinea	200 – 1.000	
Südlicher Atlantik	Mittelatlantischer Rücken, Subantarktische Front	1.500 – 2.500	Esper & Zonneveld (2002)
	Kap-Becken	8.000 - 9.000	
	Weddell Großwirbel	> 150	
Südlicher Indischer Ozean	vor der Südwestküste von Australien / Tasmanien	~ 2.000 – 19.000 *	Marret & de Vernal (2002)
	Schelfkante vor Antarktis	~ 100 – 1.000 *	
Nördliches Arabisches Meer	Sauerstoffminimumzone	10.000 – 18.000	diese Arbeit
	Tiefseeebene	350 – 2.000	
Laptev-See	Flussrinnen vor der Küste	< 4.000	Kunz-Pirrung (2001)

* Konzentrationen wurden umgerechnet – Originalangabe in Individuen / cm³

Es ist jedoch nicht auszuschließen, dass auch äolischer Transport stattfindet, besonders in Anbetracht der Verbreitungsbahnen moderner Staubstürme, die durch Satellitenbilder eindrucksvoll belegt sind (Arimoto, 2001; Goudie & Middleton, 2001; Rao *et al.*, 1999; Reichart *et al.*, 1997; Sirocko, 1993). Sollte dieser Mechanismus in diesem Fall von vorherrschender Bedeutung sein, wäre eine gleichmäßigere Verteilung von bisaccaten Pollen zu erwarten.

Die Verbreitung einer anderen Fossilkomponente in quartären Oberflächensedimenten, den Holzfragmenten (6 – 250 µm), ist der Abb. 91B zu entnehmen. Ähnlich wie zuvor beschrieben ist auch hier aufgrund der begrenzten Ausbreitung vor dem Hab auf Flusstransport zu schließen. Das Auftreten dieser relativ zersetzungsresistenten Komponente ist aber nicht von der Sauerstoffminimum-

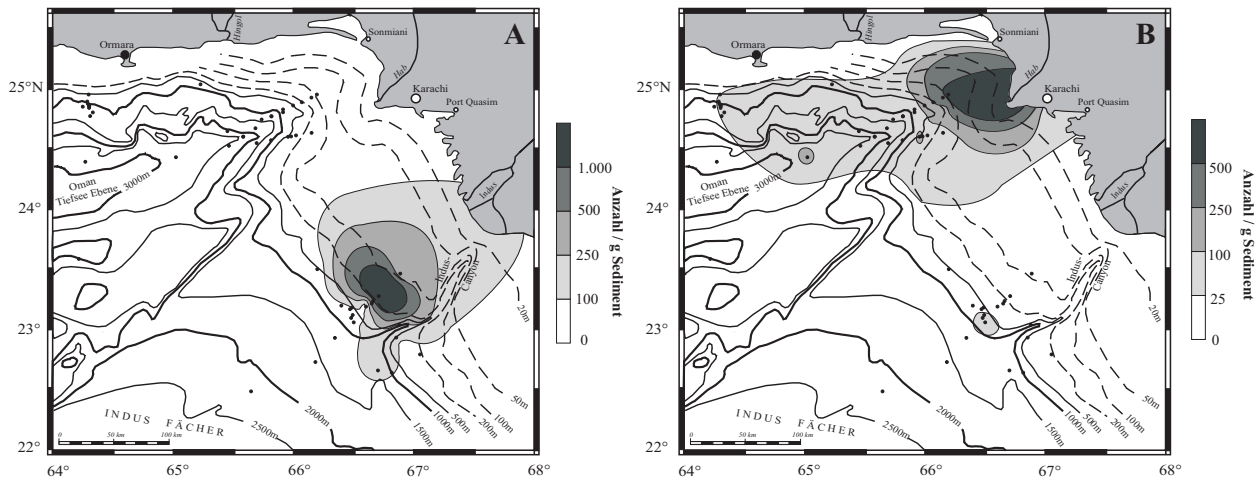


Abb. 91: Verbreitungskarten mit Darstellung der absoluten Häufigkeiten von bisaccaten Pollen (A) und von Holzfragmenten (B) in den Proben aus Oberflächensedimenten des nordöstlichen Arabischen Meeres.

zone beeinflusst. Vielmehr wird diese schwere, nicht so leicht und so weit transportierbare Komponente zusammen mit terrigenem Silt und Feinsandanteilen in Landnähe abgelagert. Auffallend ist die Ausrichtung der "Holzfragment-Fahne" im nordöstlichen Arabischen Meer, die die Oberflächenströmung während des Wintermonsuns widerspiegelt (vgl. Abb. 2C), so dass daraus geschlossen wird, dass die Flußfracht überwiegend während dieser Zeit eingebracht wird. Das Fehlen von bisaccaten Pollen vor der Hab-Mündung ist darauf zurückzuführen, dass der Hab als kurzer Fluss nur die küstennah gelegenen Berge der Kirhar-Kette entwässert, ein relativ arides Einzugsgebiet.

In keiner der untersuchten Oberflächenproben sind Süßwasseralgen (z.B. *Botryococcus* spp. oder *Pediastrum* spp.) gefunden worden, die jedoch aufgrund der zuvor beschriebenen Erkenntnisse zumindest vor der Indus-Mündung zu erwarten wären. *Pediastrum* z.B. findet sich eigentlich weltweit vor Flußmündungen in marinen Sedimenten. In der Nordsee ist die Art mit einer Häufigkeit von ca. 3% der Palynomorphengesellschaft vertreten ist (freundl. mündl. Mitteil. H. Müller, BGR). Jedoch hat *Pediastrum* eine sehr langsame Reproduktionsrate und kann sich nur vermehren und große Populationen bilden, wenn stehende Gewässer (Totarme von Flüssen, Seen, Auen) mehrere Monate im Jahr vorhanden sind. Bei Hochwasserereignissen werden diese Populationen dann mitgerissen und ins Meer transportiert. Möglicherweise existieren derartige Bildungsbereiche im Hinterland der Indusmündung im Jahresgang nicht lange genug, um diese Fossilkomponente zu liefern.

Für die Häufigkeitsmaxima der organischen Dinoflagellatenzysten in den Sedimenten des oberen Kontinentalhanges ist der Verlauf der heutigen Sauerstoffminimumzone entscheidend. Auch Bearbeiter anderer Mikrofossilgruppen sehen einen derartigen Zusammenhang in der Verbreitung der Häufigkeitsmaxima. So werden diese bei den kalkigen Dinoflagellatenzysten (Wendler, 2001) und bei den benthischen Foraminiferen (Thies, 1997) in diesem bathymetrischen Bereich des nordöstlichen Arabischen Meeres ebenfalls mit dem Vorhandensein der Sauerstoffminimumzone in dieser Tiefe in Verbindung gebracht. Andruleit & Rogalla (2002) erklären dagegen die Häufigkeitsmaxima von kalkigen Nannofossilien aus Sedimenten desselben Tiefenbereiches mit Unterschieden in Sedimentationsraten.

6.2 Organische Dinoflagellatenzysten als Wassermassenanzeiger

Bereits frühere Arbeiten konnten durch Korrelation der absoluten und relativen Häufigkeiten der organischen Dinoflagellatenzysten mit sedimentologischen und ozeanographischen Parametern (Temperatur, Nährstoffe, Salinität, etc.) zeigen, dass Dinoflagellaten als Indikatoren für Oberflächenwassermassen herangezogen werden können (u.a. Biebow, 1996; Boessenkool *et al.*, 2001; de Vernal *et al.*, 1993; Esper, 2001; Harland *et al.*, 1999; Höll *et al.*, 2000; Kunz-Pirrung, 2001; Marret & de Vernal, 1997; Matthiessen, 1991; Versteegh, 1995; Vink *et al.*, 2000; Zonneveld, 1997a).

Die aus den Untersuchungen der Oberflächenproben gewonnenen Detailinformationen über die regionale Verbreitung und die Bevorzugung bestimmter ozeanographischer Parameter (Kap. 4.1 und 4.2) bilden folglich die Grundlage für die Rekonstruktion der ozeanographischen Bedingungen in den Oberflächenwassermassen der Vergangenheit.

Die Variationen der absoluten und relativen Häufigkeiten verschiedener Arten organischer Dinoflagellatenzysten weisen auf Veränderungen der Oberflächenwassermassen hin. Entsprechend müssen diese Arten bei den Kernanalysen die Veränderungen während der letzten 130.000 Jahre in den oberflächennahen Wassermassen am besten verfolgen lassen. Die klimatischen und ozeanischen Prozesse, die die Oberflächenmassen primär beeinflussen, sind weitgehend durch den saisonalen Wechsel der Monsunwinde charakterisiert. Die wechselnde Richtung der Monsunwinde (Abb. 2) wird durch die Verschiebung der Intertropischen Konvergenz gesteuert, die an die Region mit der maximalen Aufheizung gebunden ist (Sommer = Tibetanischen Plateau; Winter = nördlicher Indischer Ozean). Hierbei werden die Monsunphasen als hochproduktiv und die Zeitabschnitte des Intermonsuns als niedrigproduktiv beschrieben (u.a. Banse & McClain, 1986; Madhupratap *et al.*, 1996; Smith *et al.*, 1991). Die multivariaten ozeanischen Bedingungen lassen sich in den Oberflächenproben mitunter herausfiltern. In den Sedimenten der Kerne werden sie als ein punktuell (vertikal unter den Oberflächenwassermassen) Mischsignal wiedergegeben. Eine Aufschlüsselung ist (eingeschränkt) nur durch den Transfer der aktuopaläontologischen Erkenntnisse aus dem Oberflächen Datensatz möglich.

Neben aktuopaläontologischen Vergleichen der Verbreitung der Zysten mit den rezenten ökologischen Parametern werden die favorisierten Bedingungen auch im Labor erzeugt. Hierbei wurde u.a. nachgewiesen, dass die Länge der Prozesse der Zysten in direktem Zusammenhang mit der Salinität im umgebenden Milieu steht. Bei der Zystenbildung wird diese von einer Membran umschlossen. Innerhalb dieser Membran wachsen die Prozesse und dehnen dabei die Membranhülle. Je nach Stärke des durch die Salinität hervorgerufenen Turgordrucks auf die Membranwand zerreißt die Membran und beendet das Wachstum der Prozesse (freundl. mündl. Mitteil. Lewis, s.a. Lewis, 1988; Taylor, 1987; Taylor & Pollinger, 1987). Nach eigenen Untersuchungen muss die Länge der Prozesse nicht gleichmäßig um den Zystkörper angeordnet sein. Eine Veränderung der Prozesslänge ist in der vorliegenden Arbeit bei den Arten *Operculodinium centrocarpum*, *Operculodinium israelianum* und *Lingulodinium machaeophorum* festgestellt worden. Ein Rückschluss auf die Ursache ist jedoch aufgrund der geringen Individuenzahl und der daraus resultierenden nicht aussagekräftigen Verhältniszahlen nicht möglich.

In jüngeren Arbeiten wird verstärkt auf die unterschiedlichen Erhaltungserscheinungen der Taphozöosen hingewiesen (Jurkschat, 1998; Versteegh & Zonneveld, 2002; Wendler, 2001; Zonneveld & Brummer, 2000; Zonneveld *et al.*, 1997; Zonneveld *et al.*, 2001).

Für den Bereich des nördlichen Arabischen Meeres lassen sich aus den in Kap. 4.2.1 dargestellten Ergebnissen folgende Leitarten für sich durch Temperatur, Salinität, Sauerstoffgehalt, etc. unter-

scheidende Oberflächenwassermassen erkennen (Tab. 9, vgl. Jurkschat *et al.*, 1999):

Tab. 9: Tabellarische Auflistung der Arten (Taxa), die als Leitarten zur Charakterisierung von Oberflächenwassermassen des nördlichen Arabischen Meeres geeignet sind.

Persischer Golf / westliches Arabisches Meer	<i>Lejeunecysta sabrina</i> „ <i>Echinidinium aculeatum</i> “
Tropische Arten	<i>Selenopemphix nephroides</i> <i>Polysphaeridium zoharyi</i> <i>Operculodinium israelianum</i> Zysten von <i>Polykrikos kofodii</i> <i>Bitectatodinium spongium</i> <i>Stelladinium robustum</i>
Nährstoffanzeiger	<i>Spiniferites pachydermus</i> <i>Spiniferites bulloides</i> <i>Spiniferites ramosus</i> <i>Bitectatodinium spongium</i> <i>Impagidinium</i> spp. <i>Selenopemphix quanta</i> („ <i>Echinidinium</i> “ spp.)* (<i>Brigantedinium</i> spp.)*
Arten des zentralen Arabischen Meeres	<i>Nematosphaeropsis labyrinthus</i> <i>Operculodinium centrocarpum</i> <i>Impagidinium sphaericum</i> <i>Impagidinium striatum</i>
Ubiquitär im Arabischen Meer	<i>Spiniferites mirabilis</i> <i>Spiniferites membranaceus</i> Zyste von <i>Pentaspharsodinium dalei</i> <i>Lejeunecysta oliva</i> <i>Quinquecuspis concreta</i>
Arten, die keine charakteristische Zuordnung aufweisen	übrige Arten

* Arten sind aufgrund der Zersetzungsanfälligkeit nur eingeschränkt nutzbar.

Es ist zu berücksichtigen, dass in den meisten Fällen nicht das Vorkommen, sondern eher das „relativ häufige Vorkommen“ dieser Arten für die Charakterisierung entscheidend ist.

6.3 Definition von Palynofazieszonen für das nordöstliche Arabische Meer

Im Ergebniskapitel 4.2 wurden acht Gruppen mit unterschiedlichen Verbreitungsmerkmalen unterschieden (vgl. Abb. 18, Tab. 7). Eine eindeutige Differenzierung zwischen den Gruppen ist jedoch nicht in jedem Fall möglich, da die Grenzen zwischen den einzelnen Assoziationen mitunter fließend ineinander übergehen.

Unter Berücksichtigung der sedimentologischen und ozeanographischen Situation sowie den aus der mikroskopischen Bearbeitung gewonnenen Erkenntnissen können fünf der acht unterschiedenen Gruppen für eine palynofazielle Gliederung genutzt werden. Die Bezeichnung Palynofazies

folgt der Definition nach Combaz (1964), der in seine Interpretation die organischen Palynomorphenreste, pflanzlichen Detritus (Holzfragmente), amorphes Material, absolute und relative Häufigkeiten, Korngrößenspektren und Erhaltung mit einbezogen hat. Die von Combaz (1964) anfänglich in das Fazieskonzept mit eingeschlossene Farbanalyse der Palynomorphen, die Rückschlüsse auf den organischen Reifeprozess erlaubt, wird hier nicht berücksichtigt.

Palynofazies i.S. dieser Arbeit umfasst:

- Abschätzung des terrigenen Eintrags (proximal-distal-Beziehung unter Berücksichtigung des Liefergebietes)
- Sedimentationsraum / Ablagerungsgebiet (küstenah / küstenfern)
- Charakterisierung des Habitates unter Berücksichtigung der ozeanographischen Parameter (Salinität, Temperatur, *Sauerstoffgehalt*, Produktivität, Stabilität der Wassersäule – “Stratifizierung”)
- Erhaltung

Die hieraus entwickelten, sechs Palynofaziesbereiche sind nach ihrem prominentesten Taxon benannt worden (Abb. 92).

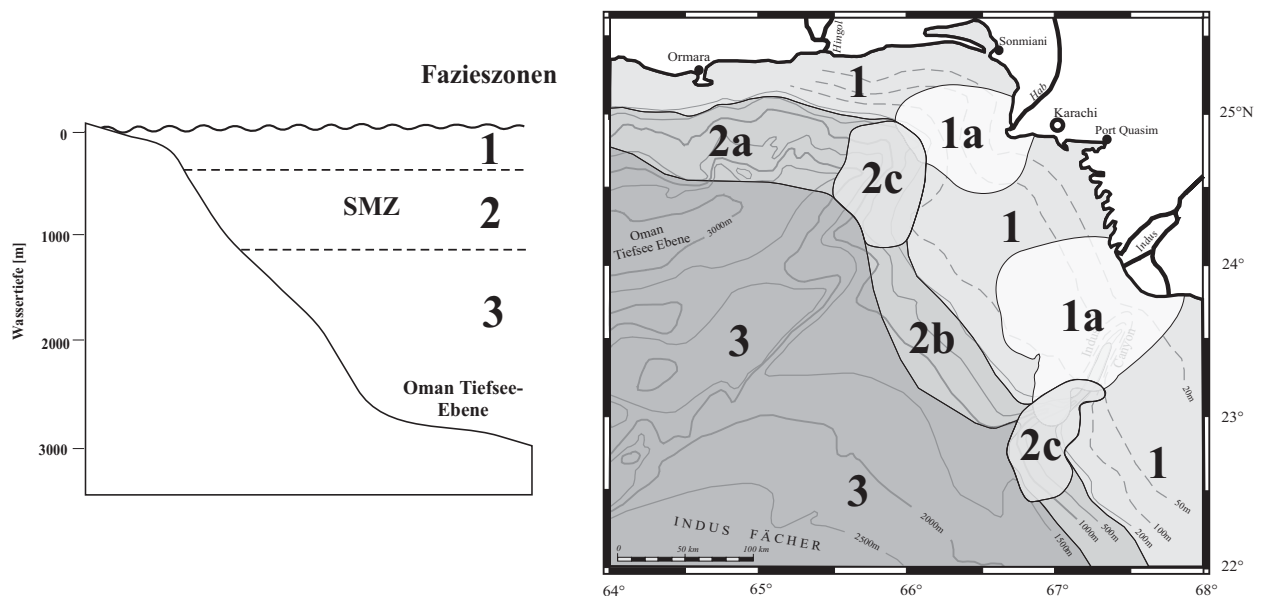


Abb. 92:
Schematische Darstellung der abgegrenzten Palynofazieszonen im nordöstlichen Arabischen Meer in vertikaler (links) und horizontaler Ansicht (rechts).

Spezielle autökologische Merkmale der Taxa sind in Kap. V ausführlich beschrieben. Die autökologische Interpretation richtet sich nach durchgeführten Transferanalysen und der geographischen Zuordnung. Hierbei wird vorausgesetzt, dass aufgrund der in rezenten Sedimenten nachgewiesenen Verbreitung der Häufigkeitsmaxima der Arten auf die von ihnen favorisierten ozeanographischen “in-situ”-Lebensbedingungen geschlossen werden kann. Dieser aktuopaläontologische Ansatz geht weiterhin davon aus, dass die ökologischen Ansprüche einer Art über einen längeren Zeitraum stabil geblieben sind und somit auch auf fossile Funde der Art anzuwenden sind. Problematisch hierbei sind evolutionäre Veränderungen innerhalb der Arten. Diese Studie befasst sich jedoch mit Sedimenten der letzten 130.000 Jahre, einem Zeitraum, in dem evolutionäre Vorgänge innerhalb der untersuchten Fossilgruppe zu vernachlässigen sind.

Die autökologische Deutung einiger organischer Dinoflagellatenzysten wird dadurch erschwert, dass die Zuordnung der Zyste zu ihrer vegetativen Form noch nicht umfassend geklärt ist (Kap.2.2).

Kulturversuche in Gradienten-Boxen und Züchtungen geben nützliche Hinweise, jedoch können im Labor die komplexen natürlichen Interaktionen nur eingeschränkt nachgebildet werden.

Palynofazies 1 (*Spiniferites*-Fazies):

Die *Spiniferites*-Fazies (vgl. Abb. 18D) ist als vollmarine Palynofazies zu charakterisieren, in der die bis in die Tiefsee vorkommenden Arten *Spiniferites bulloideus*, *Spiniferites ramosus*, *Spiniferites* spp. und *Operculodinium israelianum* häufig sind, in der aber die typischen offen-ozeanischen und Tiefsee-Arten wie *Nematosphaeropsis labyrinthus*, *Impagidinium sphaericum*, *I. striatum* und *Operculodinium centrocarpum* sensu WALL & DALE 1966 fehlen oder sehr selten sind.

In dieser Fazies finden sich, vor allem vor den Flussmündungen (Fazies 1a; Abb. 92), häufiger nichtmarine Palynomorphe und Holzfragmente.

Palynofazies 2 (*Brigantedinium*-Fazies):

Die am deutlichsten abzugrenzende Fazies ist die “*Brigantedinium*-Fazies” (vgl. Abb. 18B). Sie ist landwärts durch den Übergangsbereich Schelf-Kontinentalhang begrenzt. Seewärts ist die Abgrenzung nicht so präzise zu definieren – sie liegt jedoch im proximalen Bereich der Tiefseeebene (Abb. 92). Die Fazies ist charakterisiert durch hohe Anteile an organischen Dinoflagellatenzysten, dominiert durch das Sammeltaxon *Brigantedinium* spp., und zeichnet sich durch eine relativ geringe Diversität der Dinoflagellatenvergesellschaftung aus.

Der Anteil der Grobfraktion (< 250 µm) in den untersuchten Proben aus diesem Gebiet liegt deutlich unter 3%, so dass die rezente grobklastische Schüttung als gering bezeichnet werden kann. Auch die Oberflächenproben aus dem Indus-Canyon (SO90-173KG und SO90-180KG) wiesen nur geringe prozentuale Anteile an terrigenen Material auf (ebenfalls < 3%).

Der Ablagerungsraum ist durch eine hohe Stratifizierung der Wassersäule gekennzeichnet, die am Boden zu sauerstoffreduzierten Bedingungen führt. In diesem Milieu ist eine bessere Erhaltung organischen Materials zu beobachten (z.B. Abidi, 1998; Versteegh & Zonneveld, 2002; Zonneveld *et al.*, 1997). Eine ausführliche Diskussion dieser Beobachtungen ist in Kap. 6.1 beschrieben.

Palynofazies 2a (*Lingulodinium*-Fazies):

Die *Lingulodinium*-Fazies umfasst den Bereich des Häufigkeitsmaximums der Arten, deren Häufigkeit von Westen nach Osten abnimmt. Die namensgebende Art *Lingulodinium machaerophorum* wird von Bradford & Wall (1984) als eine der häufigsten Formen im Persischen Golf beschrieben, wobei die Häufigkeit an der Golfmündung am höchsten ist und nach E hin abnimmt (vgl. Abb. 18E). Desweiteren werden *Lejeunecysta sabrina*, “*Echinidinium aculeatum*” und “*E. transparentum*” dieser Gruppe zugeordnet. Möglicherweise haben diese Arten ihr Häufigkeitsmaximum im Bereich des Persischen Golfes und werden von dort nach Osten verdriftet. Die Verbreitungsfähne mit ihren abnehmenden Häufigkeiten von W nach E könnte durch das so gerichtete Strömungsregime während des Sommermonsun verursacht werden.

Die Arten zeigen eine negative Korrelation zu hohen Temperaturen und intensiver Durchmischung bzw. Wasserturbulenz. So folgt die Verbreitung auch in etwa den Mai-Juli Temperaturisolinien nach Sheno *et al.* (1993).

Der durch das Verbreitungsmuster postulierte Einfluss des Persischen Golfes wird in denen an das

Untersuchungsgebiet angrenzenden westlichen Bereichen auch von Zonneveld (1997a) nachvollzogen.

Die sedimentologischen Merkmale der Oberflächenproben weisen aufgrund der großen lateralen und vertikalen Verbreitung keine speziellen Eigenschaften auf, die zur näheren Einstufung herangezogen werden können. Im Allgemeinen wurde ein foraminiferen-führender Ton bis stark toniger Foraminiferensand nachgewiesen.

Palynofazies 2b:

Der Bereich zwischen der Hab- und der Indusmündung ist durch reduzierte Häufigkeiten bestimmter sonst in der Palynozone 2 häufiger Arten wie *Bitectatodinium spongium*, *Stelladinium reidii*, *St. robustum*, *Selenopemphix nephroides*, *Operculodinium* sp. 1, *Spiniferites pachyderma* und *Islandinium* spp. gekennzeichnet. Arten, die ein Häufigkeitsmaximum im Bereich zwischen den Flussmündungen zeigen, sind neben *Brigantedinium* spp. nicht gefunden worden. In dieser Zone kommt es während des Wintermonsuns zu einer intensiven, vertikalen Durchmischung, die in hoher Oberflächenproduktion resultiert.

Palynofazies 2c (*“majusculum”*-Fazies):

Die *“majusculum”*-Fazies wird bestimmt durch Häufigkeitsmaxima der Arten, deren Häufigkeit – entgegen gesetzt zur Palynofazies 2a – von (Süd-)Osten nach Westen hin abnimmt (vgl. Abb. 18F). Hierzu zählen die relativ zersetzungsempfindlichen Arten *Brigantedinium majusculum*, *“Echinidinium”* sp. 1 (*longispina*), Zysten von *Protoperidinium americanum* und *Pyxidinospis reticulata*. Das Verbreitungsmuster dieser Arten könnte auf den Wintermonsun zurückzuführen sein, welcher sich in diesem Gebiet durch eine Südost-Nordwest gerichtete Strömung auszeichnet (s. Abb. 2c).

Sedimentologisch ist der Bereich durch feinerklastische Ablagerungen gekennzeichnet. Fast ausnahmslos handelt es sich bei den untersuchten Oberflächenproben um einen Foraminiferen-führenden Ton – die Proben aus geringerer Meerestiefe enthalten etwas höhere Sand- und Schillanteile.

Palynofazies 3 (*Nematosphaeropsis*-Fazies):

Die Arten der *Nematosphaeropsis*-Fazies haben ihre größte Häufigkeit im offen-ozeanischen Meeresbereich (Abb. 18C). Zu den Arten dieser Fazies gehören neben *N. labyrinthus*, *Impagidinium sphaericum* und *I. striatum* sowie *Operculodinium centrocarpum sensu* WALL & DALE (1966). Auch Zonneveld (1997a) ordnet die hier aufgeführten Arten dem offen-ozeanischen Milieu zu.

Arten dieser Gruppe weisen eine überaus hohe relative Häufigkeit in den untersuchten offen ozeanischen Proben auf (s. Abb. 48). Der Vergleich zur absoluten Häufigkeit belegt jedoch, dass diese Taxa eine sehr gleichmäßige Verteilung in ihrem spezifischen Verbreitungsgebiet, von der Schelfkante bis in die Tiefsee, aufweisen. In der Korrespondenzanalyse wird diese weitflächige Verbreitung in einem sehr heterogenen Parameterspektrum wiedergegeben; eine Zuweisung charakteristischer ozeanographischer Parameter ist nicht möglich.

Es fehlen in dieser Fazies einerseits die hohe Primärproduktion und andererseits die sub- oder dysoxischen Verhältnisse am Meeresboden anzeigenden „round browns“.

6.4 Ökostratigraphische Gliederung anhand organischer Dinoflagellatenzysten

Die Erstellung einer ökostratigraphischen Gliederung ist hilfreich zur Diskussion der Veränderung und Entwicklung der organischen Dinoflagellatenzystengemeinschaften im nördlichen Arabischen Meer. Als Referenzkern wurde der Kern SO 90 - 94KL gewählt, da dieser eine lange stratigraphische Reichweite bei konstanten, ungestörten Sedimentationsbedingungen aufweist. Die bedeutendsten Ereignisse sind in Abb. 93 dargestellt. Trotz genereller, zeitlicher Übereinstimmungen des Referenzkerns mit den übrigen bearbeiteten Profilen (SO 90 - 111KL, ODP 117 -722B, ODP 117 - 723A), weisen geringfügige Abweichungen auf spezielle regionale Unterschiede in den beiden hochproduktiven Gebieten vor Oman und vor Pakistan hin.

Beim Vergleich dieser Ereignisse ist jedoch auch die unterschiedliche zeitliche Auflösung aufgrund verschiedener Beprobungsabstände zu berücksichtigen. Die Einteilung der einzelnen ökostratigraphischen Zeitabschnitte erfolgt anhand der relativen Häufigkeiten der in Kap. 6.2 und 6.3 dargestellten Arten. Die Fluktuationen der Häufigkeiten werden als Massenbalken dargestellt - die gestrichelten Balken weisen auf Abschnitte hin, in denen die Häufigkeitsentwicklung innerhalb der untersuchten Kernprofile asynchron verläuft.

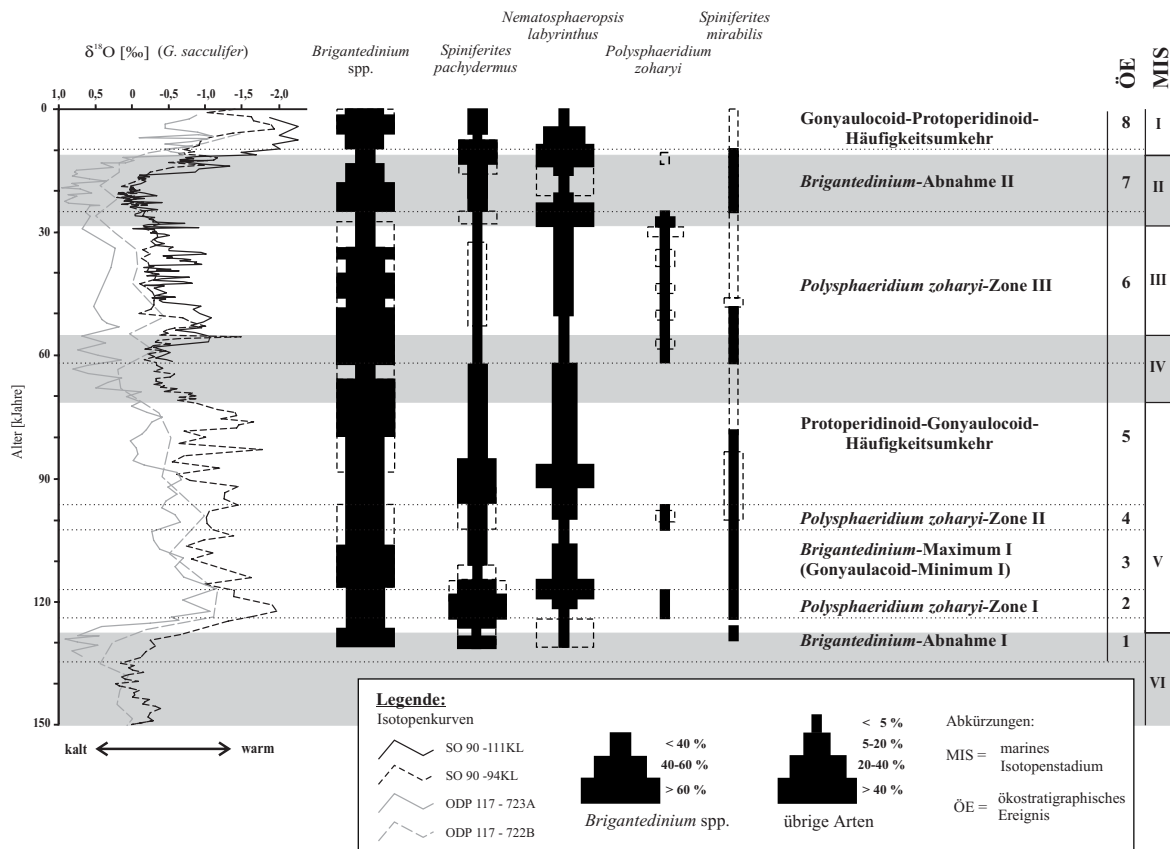


Abb. 93: Schematische Darstellung der ökostratigraphisch bedeutenden Ereignisse im nördlichen Arabischen Meer während der letzten 130.000 Jahre anhand ökostratigraphischer Leitarten. Die Rekonstruktion der (globalen) Temperatur ist von der Sauerstoffisotopenkurve abgeleitet.

- 1) 135.000 - 123.000 Jahre ($\delta^{18}O$ - Stadium: Übergang MIS VI - MIS V.5)
Brigantedinium-Abnahme I

Der Übergang vom glazialen Maximum zum Eem (MIS V.5) ist durch die Verringerung der Häufigkeit des in allen Profilen dominierenden Taxons *Brigantedinium* spp. bei gleichzeitiger Zunahme der Individuenzahl der gonaulacoiden Art *Spiniferites pachydermus* charakterisiert. Dieser Zeitabschnitt zeichnet sich in allen Profilen durch geringe TOC-Gehalte, jedoch eine

hohe Artenvielfalt aus. Die Ausgeglichenheit innerhalb der Zystengemeinschaft weist auf eine niedrige Nährstoffkonzentration und geringere Produktivität im Oberflächenwasser hin. Möglicherweise wird dieses auch durch die geringen TOC-Gehalte belegt, jedoch muss der Abbau organischen Materials während dieses Zeitabschnittes durch sauerstoffreiches Bodenwasser (und Bioturbation) berücksichtigt werden.

- 2) 123.000 - 118.000 Jahre ($\delta^{18}\text{O}$ - Stadium: MIS V.5)

Polysphaeridium zoharyi-Zone I

Während der fortschreitenden Klimaerwärmung ist die Art *Polysphaeridium zoharyi* in den Kernprofilen dokumentiert. *Nematosphaeropsis labyrinthus* wird im Verlauf dieses Abschnitts mit über 40% an der Gesamthäufigkeit das dominierende Taxon. Der Anstieg der Individuenzahl von *Spiniferites pachydermus* erreicht ihr Maximum; gleichzeitig zeigen die protoperidinoiden Arten, darunter auch *Brigantedinium* spp. im Vergleich zu anderen Intervallen geringere Häufigkeiten. Während dieses Zeitabschnittes, die in allen Kernprofilen durch eine geringe Sedimentationsrate gekennzeichnet ist, werden in den Profilen aus dem westlichen Arabischen Meer höhere Zystenkonzentrationen nachgewiesen als im nordöstlichen Teil dieses Meeresgebietes. Dieses Indiz deutet darauf hin, dass der Übergang vom Glazial zum Interglazial in den beiden Regionen durch unterschiedliche ozeanographische Bedingungen geprägt war. Während sich am Kontinentalrand vor Pakistan vorwiegend oligotrophe Bedingungen entwickelten, sind im heutigen Auftriebsgebiet vor Oman eher eutrophe Bedingungen dokumentiert.

- 3) 118.000 - 103.000 Jahre ($\delta^{18}\text{O}$ - Stadium: Beginn MIS V.5 - Ende MIS V.3)

Brigantedinium-Maximum I (Gonyaulacoid-Minimum I)

Die untere Grenze des Abschnitts ist durch maximale Individuenzahlen von *Brigantedinium* spp. charakterisiert. Auch *Spiniferites pachydermus* und *Nematosphaeropsis labyrinthus* weisen an der Basis hohe Zystenkonzentrationen auf. Das Maximum der Art *S. pachydermus* setzt in den Kernen vor Oman schon zum Ende des Eem ein (MIS V.5) - im Kern SO 90 - 94 KL ist dieses Ereignis erst zu Beginn des MIS V.4 dokumentiert. Während dieses Zeitintervalls reduziert sich die Häufigkeit der gonyaulacoiden, organischen Dinoflagellatenzysten - die Fluktuationen der prominentesten Taxa dieser Gruppe (*S. pachyderma*, *N. labyrinthus*) sind in Abb. 93 dargestellt. Die Häufigkeit von *Brigantedinium* spp. verändert sich innerhalb dieses Zeitabschnitts kaum; erst gegen Ende dieses Ereignisses werden reduzierte Häufigkeiten festgestellt, wie auch bei allen anderen dargestellten Arten. Hohe Anteile von protoperidinoiden Zysten weisen auf gute Erhaltungsbedingungen aufgrund von hoher Oberflächenproduktivität sowie einer stark ausgebildeten Sauerstoffminimumzone am Kontinentalhang hin, was auch durch die laminierten Sedimente in Kern ODP 117 - 723A unterstützt wird.

- 4) 103.000 - 96.000 Jahre ($\delta^{18}\text{O}$ - Stadium: MIS V.3)

Polysphaeridium zoharyi-Zone II

Wiederum ist während der Klimaerwärmung die Art *Polysphaeridium zoharyi* in den Kernprofilen dokumentiert. Die Fluktuation von *Nematosphaeropsis labyrinthus* ist durch eine Zunahme an Zysten charakterisiert, jedoch erreicht diese nicht dieselben Häufigkeiten wie während des vorangegangenen *P. zoharyi*-I-Ereignisses. Auch die Unterschiede zwischen den Kernprofilen aus dem westlichen bzw. nordöstlichen Arabischen Meer zeichnen sich nicht so deutlich ab, jedoch werden wiederum in den Profilen aus dem westlichen Arabischen Meer höhere Zystenkonzentrationen nachgewiesen als im nordöstlichen Teil dieses Meeresgebietes. (Deutung in der Beschreibung zur *Polysphaeridium zoharyi*-Zone I)

- 5) 96.000 - 61.000 Jahre ($\delta^{18}\text{O}$ - Stadium: Ende MIS V.3 - MIS IV.2)
 Protopteridinoïd-Gonyaulocoid-Häufigkeitsumkehr

Die Basis dieses Ereignisses ist durch die stetige Zunahme der gonyaulacoiden Dinoflagellatenzysten gekennzeichnet. Dieser Übergang ist nicht scharf abzugrenzen und variiert zwischen den einzelnen Kernprofilen um 2.000 bis 5.000 Jahre. Die Häufigkeitszunahme setzt bei den Arten der Gattung *Spiniferites* sowie bei *N. labyrinthus* schon innerhalb des ökostratigraphischen Ereignisses 4 (ÖE 4, *P. zoharyi*-II) ein. *Brigantedinium* spp. erreicht zu Beginn der Klimaabkühlung während des MIS V.3 (Beginn ÖE 5) nur noch relative Häufigkeiten von maximal 60%. Das Fehlen von *P. zoharyi* weist auf zunehmend eutrophe Bedingungen hin. Hierfür spricht auch die Zunahme der protopteridinoïden Arten im jüngeren Abschnitt dieses Ereignisses. Wiederum deuten erhöhte Konzentrationen von protopteridinoïden Zysten auf gute Erhaltungsbedingungen hin.

- 6) 61.000 - 24.500 Jahre ($\delta^{18}\text{O}$ - Stadium: MIS V.3)
Polysphaeridium zoharyi-Zone III

Die Basis dieses Ereignisses ist durch das Auftreten der Art *Polysphaeridium zoharyi* gekennzeichnet. Im Gegensatz zu den vorangegangenen *P. zoharyi*-Ereignissen zeichnet sich dieser Abschnitt durch Häufigkeitsspitzen der namensgebenden Art aus, die in Abb. 93 durch die gestrichelten Maxima in der Fluktuation dargestellt sind. Da diese Maxima nicht in allen Kernprofilen nachgewiesen wurden, ist auf die unterschiedlichen Beprobungsabstände (Beprobung wurde teufenorientiert durchgeführt) zurückzuführen. Alle dokumentierten Maxima korrelieren zeitlich mit den aus dem Nordatlantik beschriebenen Heinrichlagen-Events. Möglicherweise werden die Häufigkeitsmaxima durch stagnierende Verhältnisse in den Oberflächenwassermassen (Stratifikation der Oberflächenwassermassen aufgrund fehlender Durchmischung) und dadurch hervorgerufene oligotrophe Bedingungen verursacht. In den Profilen aus dem westlichen Arabischen Meer sind die Maxima nicht so deutlich ausgeprägt wie im nordöstlichen Teil dieses Meeresgebietes.

- 7) 24.500 - 10.000 Jahre ($\delta^{18}\text{O}$ - Stadium: MIS II.2 - Ende MIS II)
Brigantedinium-Abnahme II

Der Abschnitt während des glazialen Maximums ist analog zum ÖE 1 durch die Verringerung der Häufigkeit des in allen Profilen dominierenden Taxons *Brigantedinium* spp., bei gleichzeitiger Zunahme der Individuenzahl der gonyaulacoiden Arten *S. pachydermus* und *N. labyrinthus*, charakterisiert. *S. mirabilis* ist in allen Profilen während dieses Zeitabschnittes präsent. Dieser Zeitabschnitt zeichnet sich in allen Profilen durch geringere TOC-Gehalte, jedoch eine hohe Artenvielfalt aus. Die hohen Individuenzahlen protopteridinoïder Arten zu Beginn dieses Abschnittes weist auf gute Erhaltungsbedingungen hin, die auch in der Lamination der Sedimente dokumentiert ist. Das gleichzeitige Vorhandensein der gonyaulacoiden Arten *S. pachydermus*, *S. mirabilis* und *N. labyrinthus* lässt auf erhöhte Produktivität im Oberflächenwasser schließen. Im weiteren Verlauf dieser ökostratigraphischen Zone wechselt das Verhältnis zwischen den protopteridinoïden und gonyaulacoiden Zysten, wodurch eine Entwicklung zu oligotropheren Bedingungen hin belegt wird. Im Zuge der klimatischen Erwärmung während der Jüngeren Dryas (ca. 15.000 - 12.000 Jahre vor heute) weist das Taxon *Brigantedinium* spp. ein Häufigkeitsminimum auf, zeitgleich erreichen die Arten *S. pachydermus* und *N. labyrinthus* maximale Individuenzahlen. Die hohe Gleichverteilung der Arten untereinander sowie das Auftreten einzelner tropischer Arten ist ein weiteres Indiz auf oligotrophe Bedingungen, ebenso das Auftreten von *P. zoharyi*, die in den Kernprofilen nur während dieses kurzen Zeit-

intervalls in diesem Abschnitt sporadisch auftritt.

8) 10.000 Jahre - rezent (spätes Holozän) Gonyaulacoid-Protopteridinoide-Häufigkeitsumkehr

Im weiteren Verlauf des Temperaturanstiegs verändern sich die Verhältnisse zwischen den Großgruppen der organischen Dinoflagellatenzystenvergesellschaftungen noch einmal durch ansteigende Konzentrationen von *Brigantedinium* spp. (protopteridinoide Arten) und verringerten Individuenzahlen der gonyaulacoiden Zysten. Im weiteren Verlauf des Holozäns (ab ca. 5.000 Jahre vor heute) nähern sich die Umweltbedingungen immer stärker den heutigen Verhältnissen an, was aus den relativ konstanten Häufigkeitsanteilen abgeleitet werden kann. Die rezent ausgebildete, stark ausgeprägte Sauerstoffminimumzone führt seit dieser Zeit zur Bildung laminierter Sedimente, die die Erhaltung protopteridinoider Zysten begünstigen.

6.5 Zyklische Veränderungen in der Produktivität während der letzten 130.000 Jahre

Die in dieser Studie untersuchten organischen Mikrofossilien weisen in den untersuchten Kernabschnitten im nordöstlichen Arabischen Meer sowie vor der Küste Omans für bestimmte Taxa zyklische Häufigkeitsschwankungen auf, die zweifelsfrei auf orbitale Parameter (Milankovitchzyklen i.e.S.) zurückzuführen sind.

Im nördlichen Atlantik werden deutliche Klimasignale in den sog. Heinrichlagen-Ereignissen und Dansgaard-Oeschger-Zyklen reflektiert (z.B. Bond *et al.*, 1999; Dansgaard *et al.*, 1993; Heinrich, 1988). In zeitlich vergleichbaren Kernabschnitten sind v.a. die "Heinrich-Ereignisse" auch im Arabischen Meer dokumentiert worden (Reichart *et al.*, 1998; Schulte & Müller, 2001; Schulz *et al.*, 1998). Als Erklärung dieser Koexistenz von zeitgleichen, klimatischen Ereignissen wurde bislang auf einen engen Zusammenhang zwischen dem Monsungeschehen im Arabischen Meer und den nordatlantischen Klimaveränderungen verwiesen (Leuschner & Sirocko, 2000; Reichart *et al.*, 1998; Schulte *et al.*, 1999). An einem hochauflösenden Kern aus dem nordöstlichen Arabischen Meer (SO90 111KL) werden die suborbitalen Veränderungen als Fallbeispiel an organischen Dinoflagellatenzysten nachvollzogen (Kap. 6.5.2).

6.5.1 Orbitale Steuerungsmechanismen

Orbital- und suborbital-gesteuerte Veränderungen der Sauerstoffminimumzone des Arabischen Meeres sind in der Vergangenheit in Sedimenten vor Oman (ten Kate *et al.*, 1994), des Owen-Rückens (Altabet *et al.*, 1995) und vom pakistanischen Kontinentalhang (Reichart *et al.*, 1998; Rogalla, 2002; Schulz *et al.*, 1998) nachgewiesen worden. In allen beschriebenen Frequenzen (23ka und 100ka) werden die geringsten, gelösten Sauerstoffgehalte im Zwischenwasser – die somit zur Ausbildung einer Sauerstoffminimumzone am Kontinentalhang führen – mit dem Maximum der Produktion in den oberflächennahen Wasserschichten assoziiert.

Reichart *et al.* (1998) sehen dieses Signal in Zusammenhang mit einer großzyklischen Veränderung (Wechsel zwischen Glazial / Interglazial) des Auftriebsgeschehens und der damit assoziierten Produktivität in den Oberflächenwassermassen während Phasen des Sommermonsuns anhand von Ba/Al-Verhältnissen (Shimmiel *et al.*, 1990; ten Kate *et al.*, 1994).

Augenscheinlich wird das wiederkehrende Signal in der Frequenz 100-120ka nicht von allen Proxies oder in allen Bereichen des Arabischen Meeres reflektiert. So zeichnen die Untersuchungen von Murray & Prell (1992) an Kernmaterial vom Murray-Rücken und vom Owen-Rücken, die küstenfern und fern der Auftriebsgebiete liegen, für die ermittelten C_{org} -Gehalte und Häufigkeiten der

Foraminiferenart *Globigerina bulloides* den o.g. Zyklus nicht nach.

Die quantitative Auswertung der Veränderungen in den organischen Dinoflagellatenzystenvergesellschaftungen während der letzten 130.000 Jahre der aus den Untersuchungen des Kernmaterials gewonnenen spätquartären Datensätze lässt für bestimmte Arten zyklische Häufigkeitsschwankungen erkennen. Mit Hilfe einer harmonischen Spektralanalyse wurden die Datensätze der häufigsten Arten eines jeden Kerns auf signifikante Frequenzschwankungen hin untersucht. Die Ergebnisse sind in den Abb. 95-96 und 99–100 dargestellt. Wegen des relativ kurzen Zeitintervalls, welches hier auf Zyklizität getestet wird, ist eine klare Aussage nur zur Dokumentation von präzessionsgesteuerten Zyklen und suborbitalen Zyklen zu erwarten. Schon für den Test auf obliquitätsgesteuerte Zyklen ist das untersuchte Zeitintervall an der Grenze dessen, was eine zuverlässige Aussage ermöglicht.

Die harmonischen Spektralanalysen der absoluten organischen Dinoflagellatenzysten-Konzentrationen belegen sowohl für die Kerne vor Pakistan als auch für die Kerne vor Oman signifikante Zyklen im Bereich 23.000 bzw. 19.000 Jahre. Somit scheinen die Variationen orbitaler Parameter einen entscheidenden Einfluss auf die Häufigkeiten einzelner Taxa zu haben. Der nachgewiesene, signifikante Frequenzbereich korreliert mit der Präzession (~ 19-23 kJahre), die durch Änderungen der Kreiselbewegung der Erdachse (Abb. 94) hervorgerufen wird und in einer regionalen Verschiebung des Wärmeflusses von der Sonne zur Erde resultiert (Berger, 1978; Berger & Loutre, 1994).

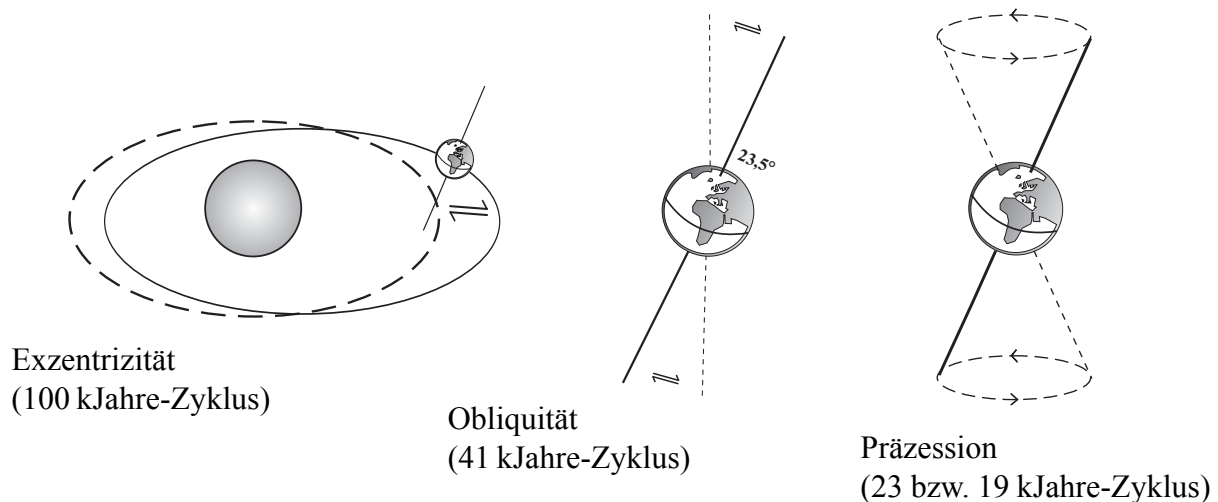


Abb. 94:

Schematische Darstellung der orbitalen Konstellationen der Erde, die zu Milankovitch-Zyklen führen. Die beobachteten, zyklischen Schwankungen der organischen Dinoflagellatenzysten in den Sedimenten des Arabischen Meeres sind auf die Präzession (rechts) zurückzuführen.

Im Gegensatz zur Exzentrizität und Obliquität ist in den Tropen und niedrigen Breiten das deutlichste Signal von der Präzession zu erwarten (deBoer, 1989; Reichart *et al.*, 1998; van der Weijden *et al.*, 1998; Zachariasse & Reichart, 1998). Die zyklischen, hauptsächlich durch die Präzession verursachten Schwankungen der absoluten Häufigkeiten der organischen Dinoflagellatenzysten sind somit auf die Veränderungen in den Oberflächenwassermassen zurückzuführen.

Die Interpretation der harmonischen Analysen an den untersuchten Kernen des Arabischen Meeres ist zweigeteilt zu betrachten. Die aus den Kernen SO 90-94 KL und ODP 117-722B gewonnenen Datensätze weisen aussagekräftige Frequenzbereiche mit signifikanten Energieniveaus nahezu ausnahmslos für gonyaulacale Zysten (z.B. *Nematosphaeropsis labyrinthus*, *Impagidinium aculeatum*, *Spiniferites mirabilis*) auf (Abb. 95 – 96).

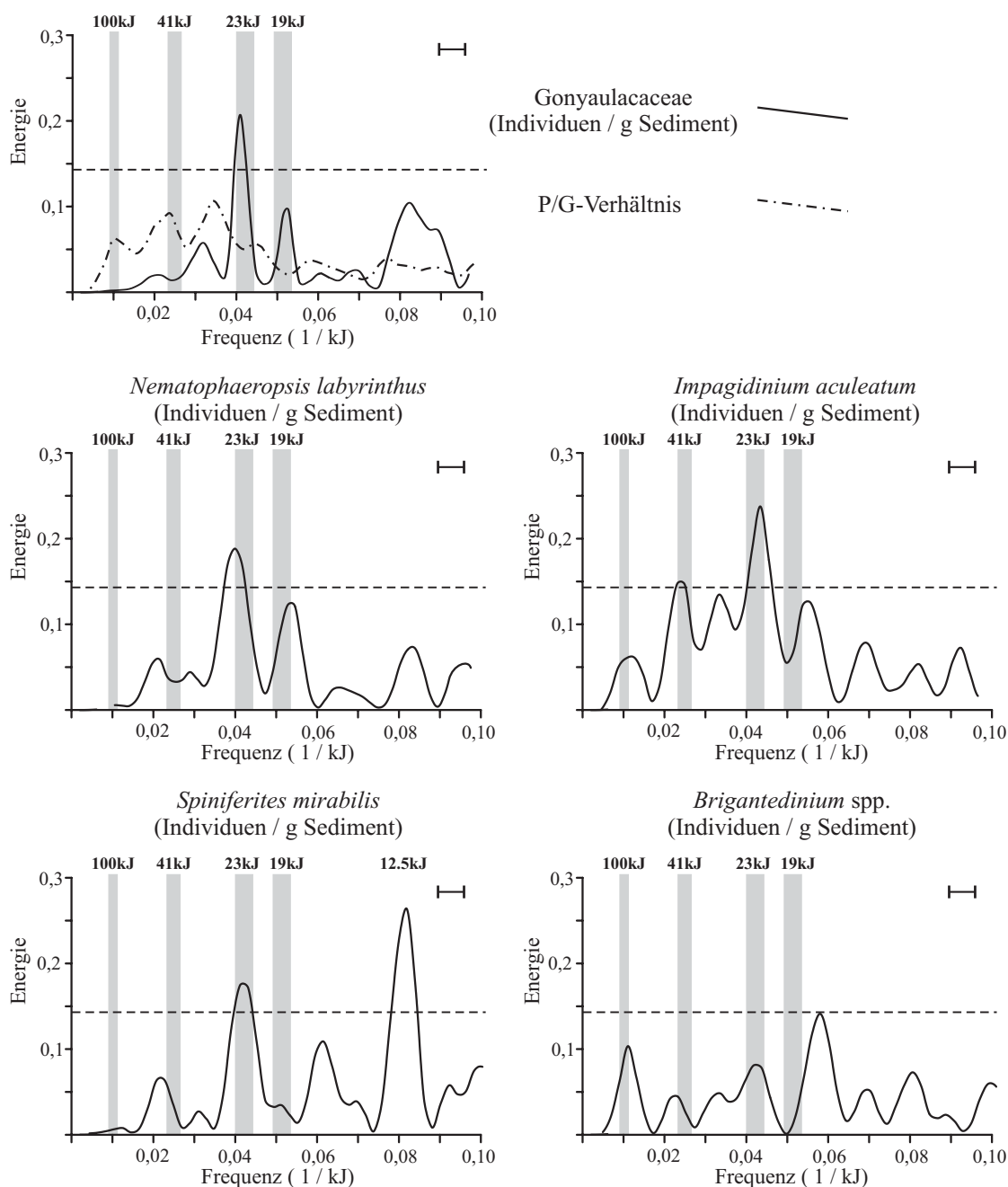


Abb. 95:

Harmonische Frequenzanalyse ausgewählter Parameter des Kerns SO 90 - 94 KL. Die gestrichelte Linie zeigt die Lage des Siegel-Signifikanzniveaus. Horizontale Fehlerbalken geben die 6dB Bandbreite an.

Dass die zersetzungsanfälligen, protoperidinoide Arten keine oder nur sehr untergeordnete Zyklizität aufweisen, ist wahrscheinlich auf die spezielle ozeanographische Situation an den Kernlokationen zurückzuführen. Beide Kerne liegen im Tiefseebereich des Arabischen Meeres unterhalb von 1.500 m Wassertiefe. In diesen Bereichen findet unter aeroben Bedingungen fortlaufend Abbau organischer Substanz statt (s. Kap. 6.1), wovon vor allem die protoperidinoide Zysten betroffen sind. In der Darstellung der harmonischen Analyse des Kerns 94 KL (Abb. 95) ist deutlich zu sehen, dass weder das häufigste protoperidinoide Zystentaxon *Brigantedinium* spp. noch das P/G-Verhältnis (P/G-Verhältnis = protoperidinoide Zysten / gonyaulacale Zysten) ein signifikantes Niveau erreichen. Die Analyse der Daten des Kernes 722B (Abb. 96) zeigt ebenfalls keine Signifikanz für das P/G-Verhältnis, jedoch wird für das Taxon *Brigantedinium* spp. ein aussagekräftiges Niveau er-

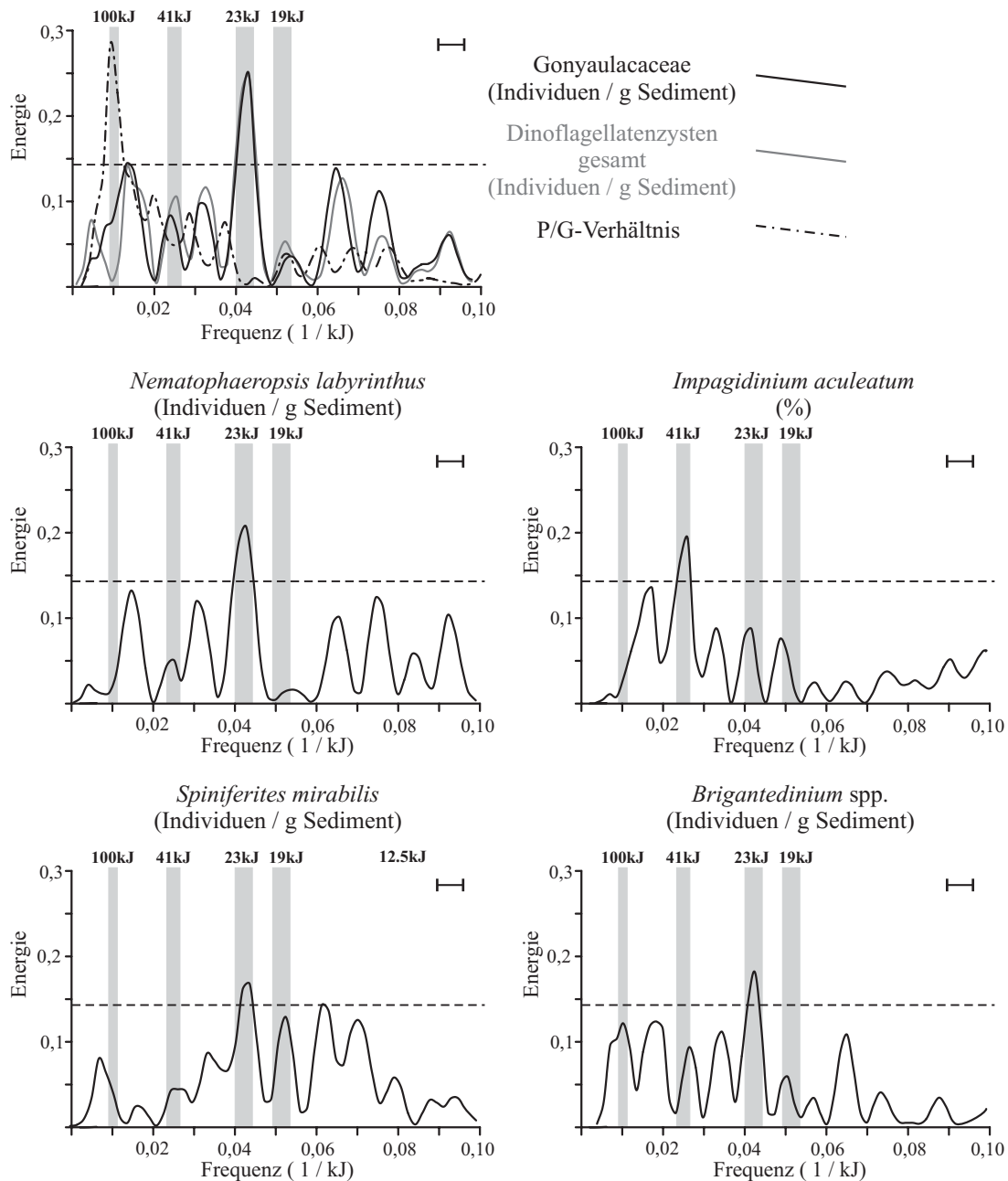


Abb. 96: Harmonische Frequenzanalyse ausgewählter Parameter des Kerns ODP 117 - 722B. Die gestrichelte Linie zeigt die Lage des Siegel-Signifikanzniveaus. Horizontale Fehlerbalken geben die 6dB Bandbreite an.

reicht. Dieses Resultat wird auf einen sehr hohen Zystenfluss dieses Taxons (v.a. innerhalb der Frequenz von 23 ka) zurück geführt, so dass sich trotz Zersetzungserscheinungen ein signifikantes Signal durchpausen kann.

Die Häufigkeitsverteilung der in Abb. 97 (Kern SO 90-94KL) dargestellten Arten *Brigantedinium* spp., *Nematophaeropsis labyrinthus*, *Spiniferites mirabilis*, sowie die Gesamthäufigkeit der Gonyaulacaceae und die Gesamthäufigkeit aller organischen Dinoflagellatenzysten mit ihren Häufigkeitsmaxima deutet auf eine überwiegend positive Korrelation zu den Minima der Insulationskurve (35°, borealer Sommer) hin, was auf eine erhöhte Dinoflagellatenproduktivität während der durch die Präzession gesteuerten Kaltphasen hinweist. Während der kühleren Zeitabschnitte weisen die höheren absoluten Gehalte der Zysten auf eutrophe Verhältnisse aufgrund einer höheren vertikalen Durchmischung durch eine verstärkte Intensität des Wintermonsuns hin.

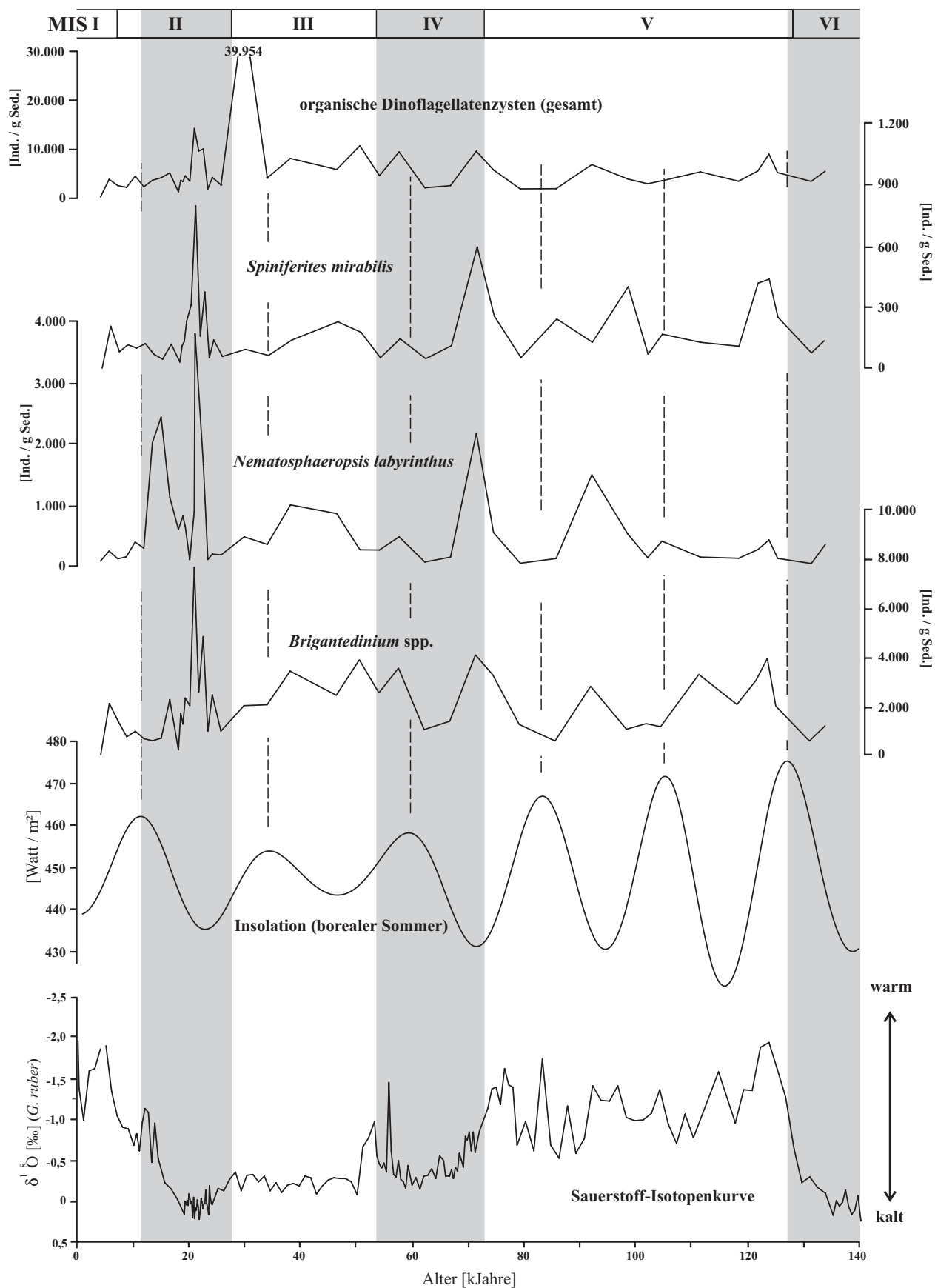


Abb. 97:
Häufigkeitsverteilung ausgewählter Parameter im Vergleich zur Insulationskurve (35°N, nach Berger, 1978) und der Sauerstoffisotopenkurve (Schubert *et al.*, 1998) des Kerns SO 90 - 94 KL.

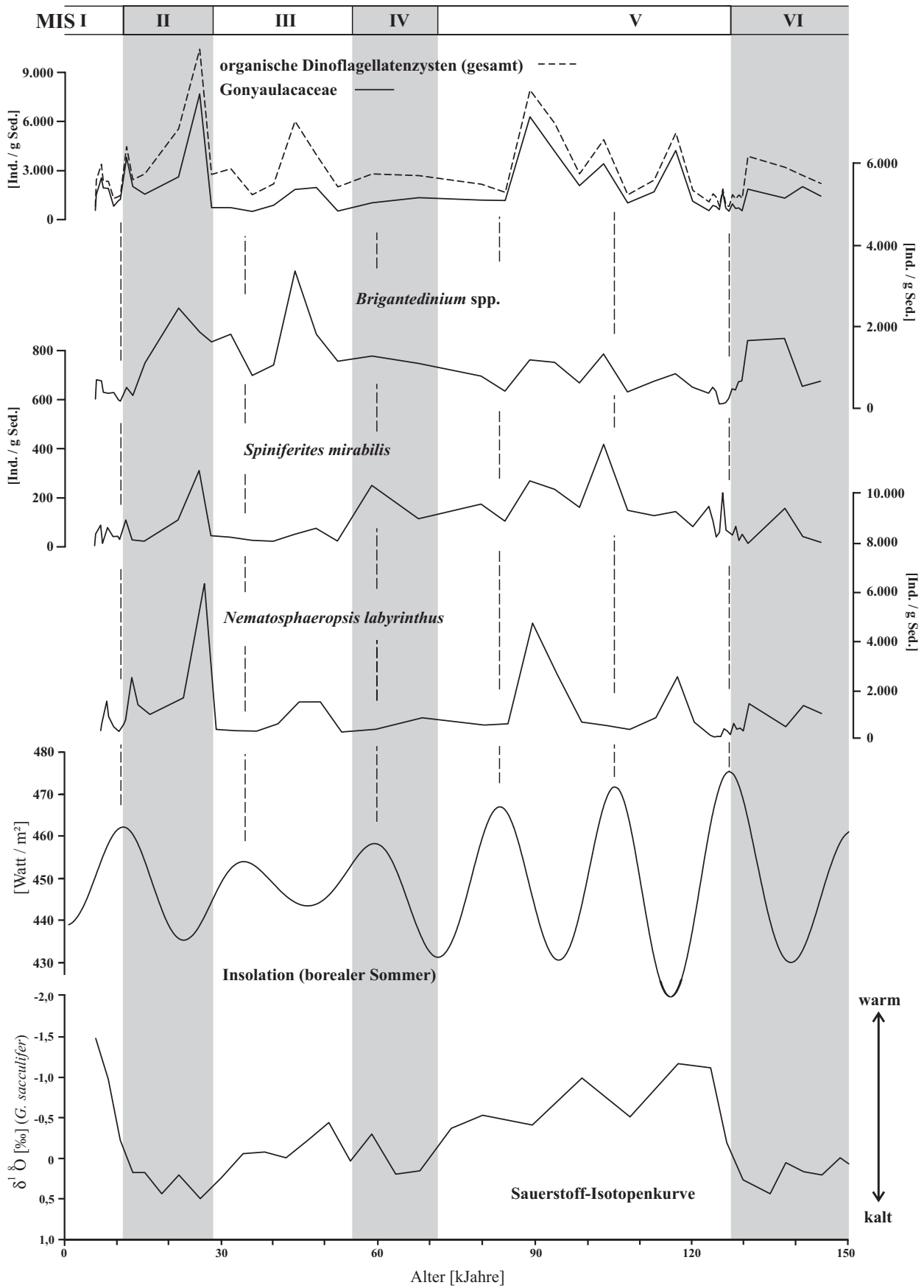


Abb. 98:
 Häufigkeitsverteilung ausgewählter Parameter im Vergleich zur Insulationskurve (35°N, nach Berger, 1978) und der Sauerstoffisotopenkurve (Clemens & Prell, 1991) des Kerns ODP 117 - 722B.

Auch die Häufigkeitsverteilung der in Abb. 98 (Kern ODP 117-722B) dargestellten Arten *Spiniferites mirabilis*, *Nematosphaeropsis labyrinthus*, *Brigantedinium* spp. sowie die Gesamthäufigkeit der organischen Dinoflagellatenzysten zeigen ein signifikantes Energieniveau für die Frequenz 23 ka. Ebenfalls fallen die Maxima der o.g. Parameter mit den Minima in der Insolationskurve zusammen, was auf erhöhte Dinoflagellatenproduktivität während der durch die Präzession gesteuerten Kaltphasen hinweist. Im Gegensatz zu Kern SO 90-94KL aus dem nordöstlichen Arabischen Meer deuten die höheren absoluten Gehalte der Zysten innerhalb der kälteren Zeitabschnitte auf eutrophe Verhältnisse aufgrund eines stärkeren Auftriebsgeschehens durch verstärkte Intensität des Sommermonsuns hin.

Die Art *Impagidinium aculeatum* zeichnet neben einem signifikanten Energie-Niveau für die Frequenz 23 kJahre für den Kern SO90 – 94 KL auch ein Energie-Niveau für die Frequenz 41 kJahre für den Kern ODP 117 – 722B nach. Aufgrund der zeitlichen Reichweite des Kerns von ca. 130.000 Jahren ist die zweitgenannte Signifikanz möglicherweise zufällig, da sie nur von diesem Taxa reflektiert wird und deshalb als nicht aussagekräftig zu bewerten ist. *Spiniferites mirabilis* weist neben des o.g. 23 kJahre-Zyklus ein weiteres signifikantes Energie-Niveau auf, welches einer Frequenz von 12,5 kJahren zuzuordnen ist. Signifikanzen außerhalb der anerkannten astronomischen Frequenzen können jedoch auch auf sedimentologische Vorgänge (Bioturbation o.ä.) zurückgeführt werden (Herbert, 1994).

Mit Ausnahme der Arten *I. aculeatum* (ODP 117-722B) und *Brigantedinium* spp. (SO 90-94KL) zeigt die Kreuzkorrelation aller dargestellten Taxa und Parameter des Kernmaterials 94KL und 722B eine zeitliche Kohärenz mit der borealen Sommerinsolation bei 35°N (Tibetanisches Hochland). Die höchsten absoluten Gehalte korrelieren mit den Insolationsminima und weisen einen zeitlichen Nachlauf von 8.600 bis 10.900 Jahre zur maximalen Insolation auf (Tab. 10-11).

Tab. 10: Ergebnisse der kreuzspektralen Analyse ausgewählter Parameter mit der Insolationskurve (35°N) des Kerns SO 90-94KL

Taxon / Parameter	Kohärenz	Boreale Insolation (35°)	
		Phasenwinkel	Jahre v. heute
Gonyaulacaceae	0,91	-135 +/- 2	~ - 8.620 +/- 120
P/G-Verhältnis		nicht signifikant	
<i>Nematosphaeropsis labyrinthus</i>	0,89	- 138 +/- 5	~ - 8.810 +/- 320
<i>Impagidinium aculeatum</i>	0,92	- 65 +/-2	~ - 4.150 +/- 120
<i>Spiniferites mirabilis</i>	0,97	- 170 +/- 8	~ - 10.860 +/- 500
<i>Brigantedinium</i> spp.		nicht signifikant	

Tab. 11: Ergebnisse der kreuzspektralen Analyse ausgewählter Parameter mit der Insolationskurve (35°N) des Kerns ODP 117-722B

Taxon / Parameter	Kohärenz	Boreale Insolation (35°)	
		Phasenwinkel	Jahre v. heute
Gonyaulacaceae	0,95	- 170 +/- 15	~ - 10.860 +/- 950
org. Dinoflagellatenzysten (gesamt)	0,94	-155 +/- 12	~ 9.900 +/- 760
P/G-Verhältnis		nicht signifikant	
<i>Nematosphaeropsis labyrinthus</i>	0,91	- 166 +/- 15	~ - 10.600 +/- 950
<i>Impagidinium aculeatum</i>		nicht signifikant	
<i>Spiniferites mirabilis</i>	0,97	- 166 +/- 16	~ - 10.600 +/- 1.020
<i>Brigantedinium</i> spp.	0,92	-160 +/- 20	~ - 10.220 +/- 1.270

Ebenfalls in den Kernen aus den Bereichen des Kontinentalhanges mit rezenten, ausgeprägten sub-bis dysoxischen Verhältnissen (SO 90-111KL, ODP 117-723A) zeigen die Dinoflagellatenzysten-Gesamthäufigkeit sowie einige Arten organischer Dinoflagellatenzysten signifikante Energieniveaus im Bereich der Präzessionsfrequenzen. Die bessere Erhaltung organischen Materials durch reduzierende Bedingungen an der Grenzschicht Sediment/Bodenwasser bedingt, dass in der harmonischen Analyse auch repräsentative Ergebnisse von den zersetzungsanfälligen protoperidinoide Zysten erreicht werden (Abb. 99 – 100). So zeigt in diesen Kernen z.B. das häufigste protoperidinoide Zystentaxon *Brigantedinium* spp. mit Präzessionszyklen in der Insolation korrelierte Häufigkeitsmaxima. Dieses ist ebenso im P/G-Verhältnis (P/G-Verhältnis = protoperidinoide Zysten / gonyaulacale Zysten) deutlich zu erkennen.

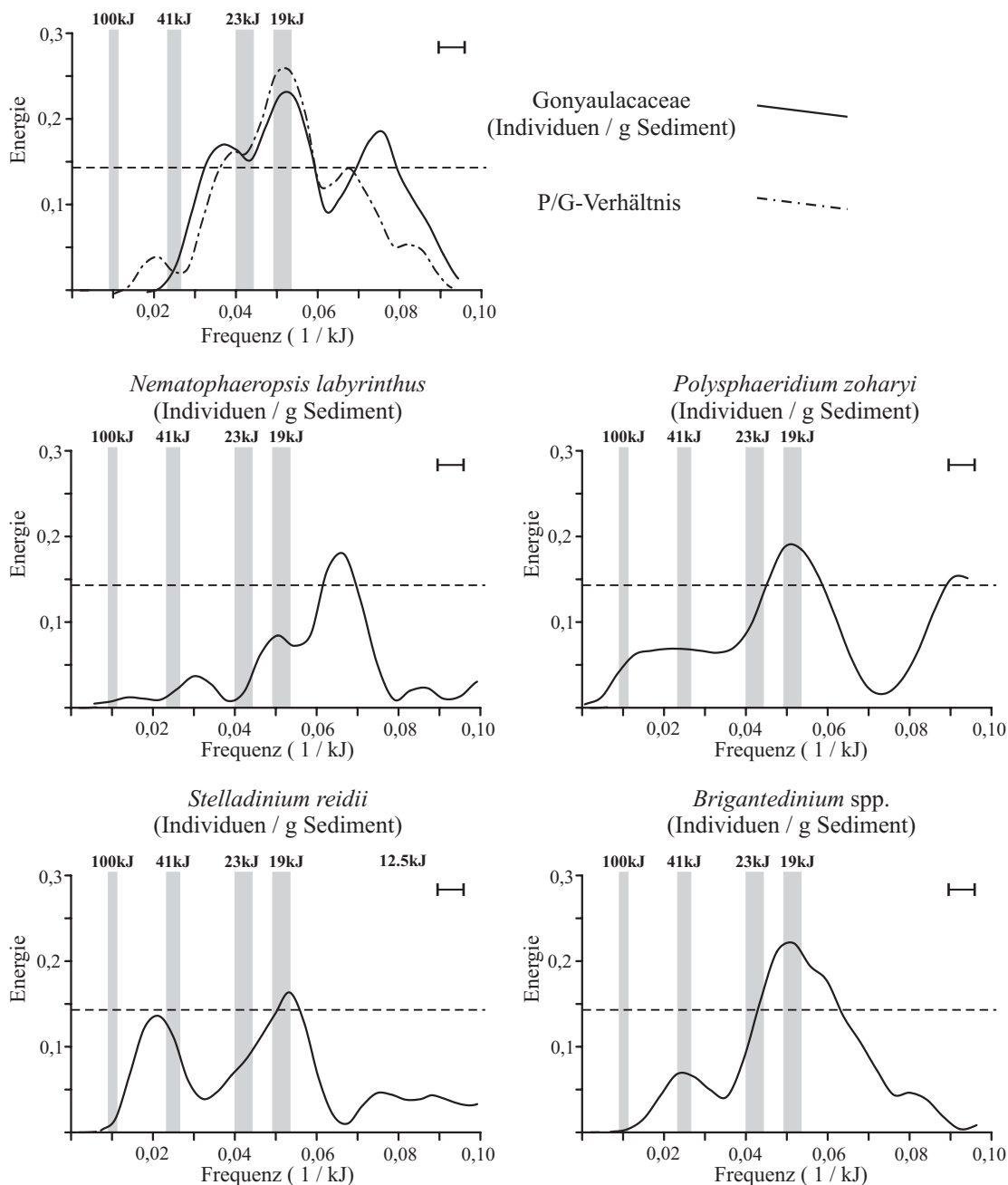


Abb. 99: Harmonische Frequenzanalyse ausgewählter Parameter des Kerns SO 90 - 111 KL. Die gestrichelte Linie zeigt die Lage des Siegel-Signifikanzniveaus. Horizontale Fehlerbalken geben die 6dB Bandbreite an.

Wie die Kurven protoperidinoider Dinoflagellatenzysten zeigen auch gonyaulacale Arten, wie z.B. *Polysphaeridium zoharyi* (vor Pakistan, SO 90-111KL) und *N. labyrinthus* (vor Oman, ODP 117-723A), präzessionsgesteuerte Zyklizität in ihren Häufigkeitsschwankungen (Abb. 101-102). Alle Zystentaxa, die eine derartige Zyklizität erkennen lassen, zeigen eine positive Korrelation ihrer Häufigkeitsmaxima zu den Minima der Insulationskurve (35°, borealer Sommer) auf. Dies lässt auch für diese Sedimentationsbereiche auf eine erhöhte Dinoflagellatenproduktivität während der durch die Präzession gesteuerten Kaltphasen schließen.

Für die Art *Bitectatodinium spongium* ist in Kern ODP 117 – 723A neben der dominierenden 23 kJahre-Frequenz auch ein signifikantes Energie-Niveau für die Frequenz 41 kJahre nachgewiesen worden. Die präzessionsgesteuerten Häufigkeitsmaxima der organischen Dinoflagellaten

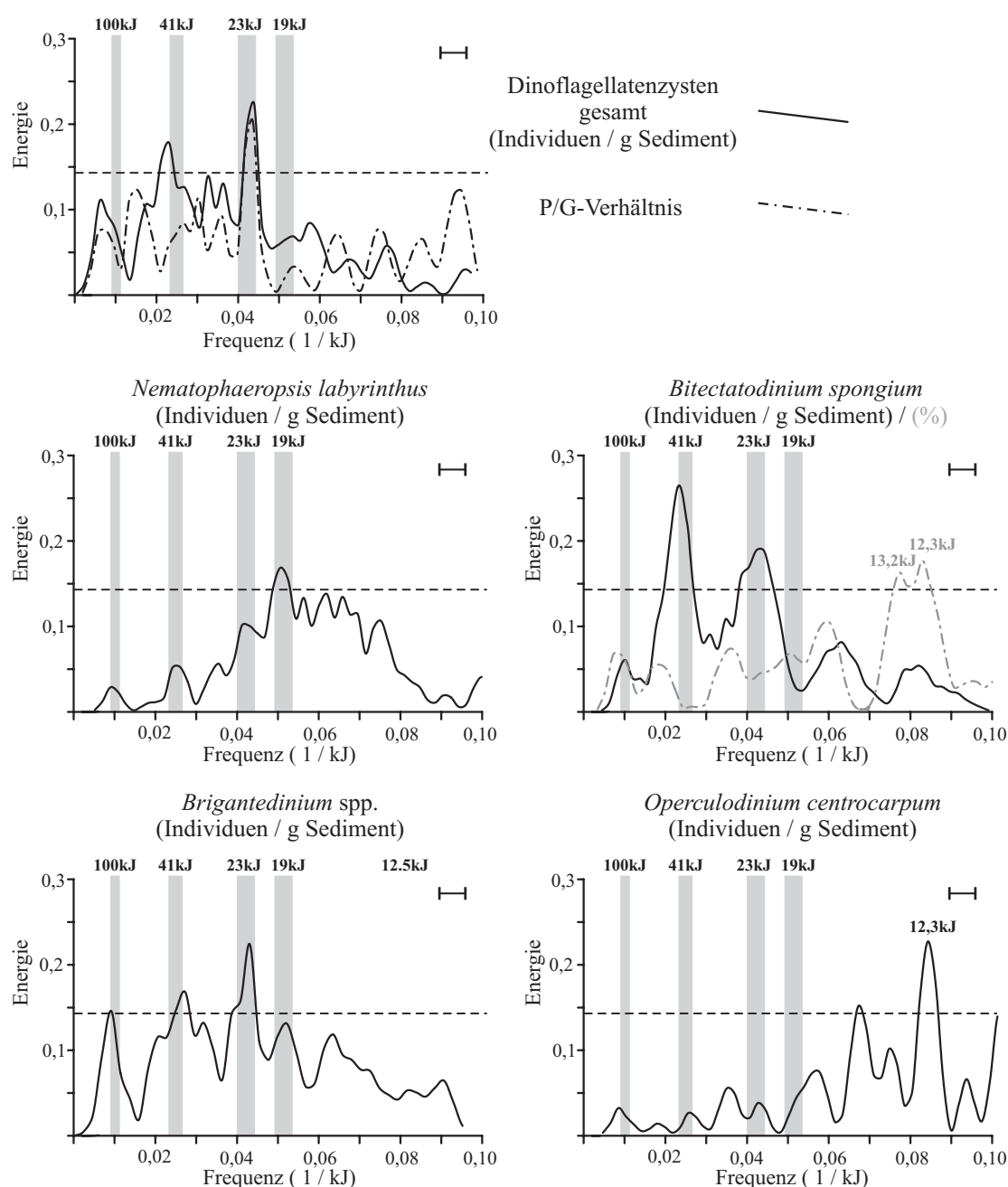


Abb. 100: Harmonische Frequenzanalyse ausgewählter Parameter des Kerns ODP 117 - 723A. Die gestrichelte Linie zeigt die Lage des Siegel-Signifikanzniveaus. Horizontale Fehlerbalken geben die 6dB Bandbreite an.

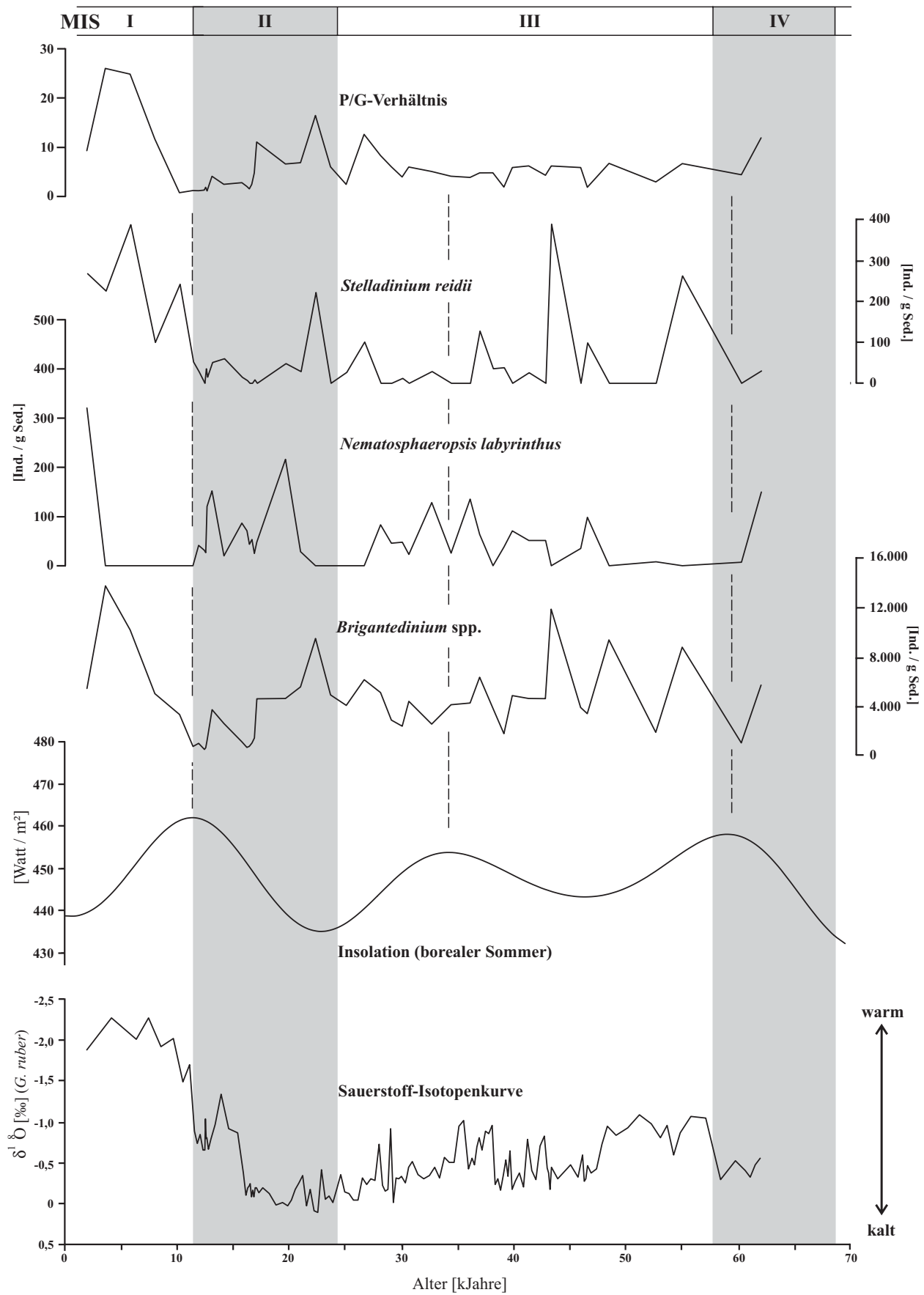


Abb. 101:
 Häufigkeitsverteilung ausgewählter Parameter im Vergleich zur Insulationskurve (35°N, nach Berger, 1978) und der Sauerstoffisotopenkurve (Schulz *et al.*, 1998) des Kerns SO 90 - 111 KL.

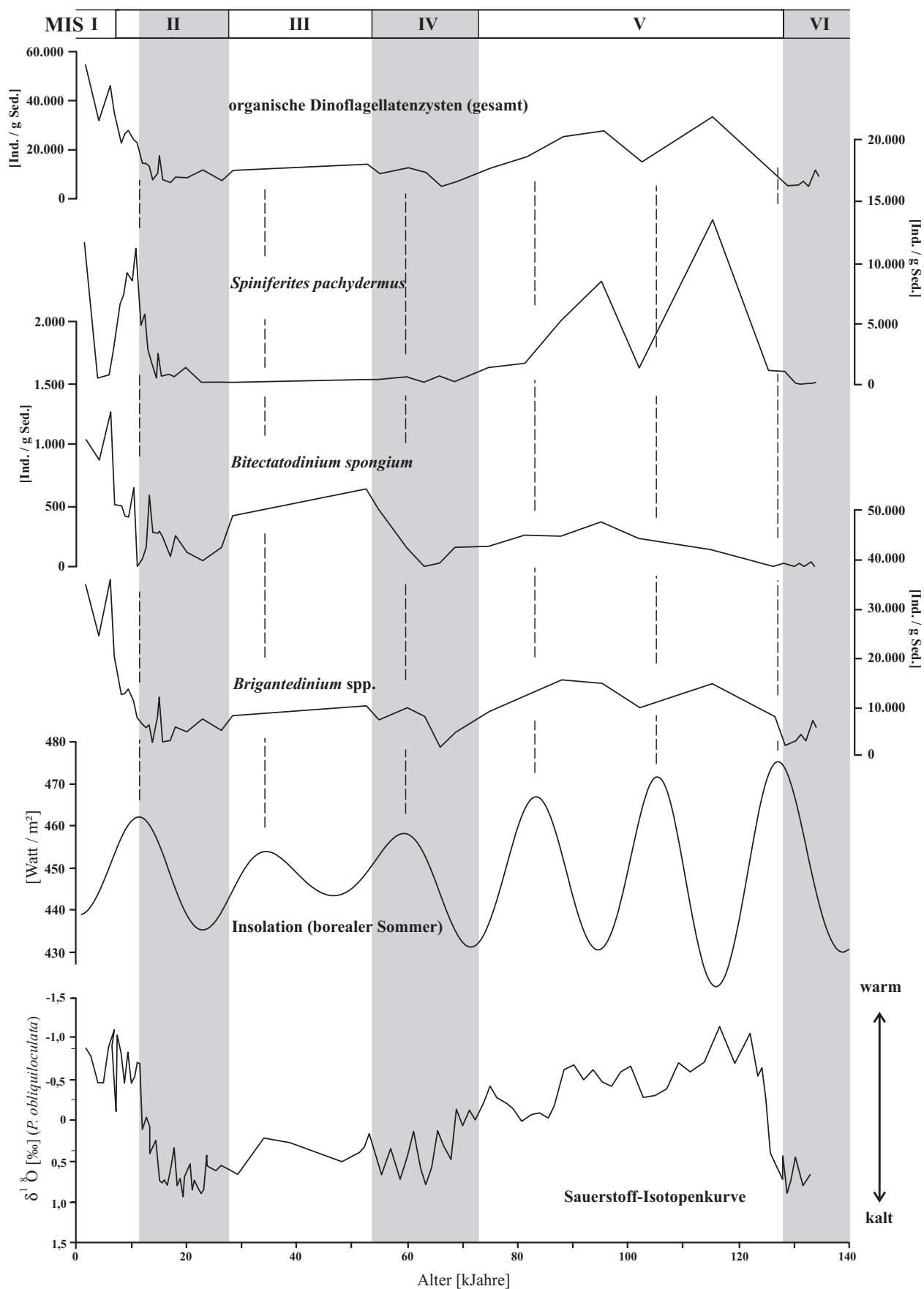


Abb. 102:
Häufigkeitsverteilung ausgewählter Parameter im Vergleich zur Insolationskurve (35°N, nach Berger, 1978) und der Sauerstoffisotopenkurve (Niitsuma *et al.*, 1991) des Kerns ODP 117 - 723A.

(Abb. 101-102) weisen einen zeitlichen Nachlauf von 8.900 bis 11.180 Jahre zur maximalen Insolation auf (Tab. 12-13).

Tab. 12: Ergebnisse der kreuzspektralen Analyse ausgewählter Parameter mit der Insulationskurve (35° N) des Kerns SO 90 - 111 KL.

Taxon / Parameter	Kohärenz	Boreale Insolation (35°)	
		Phasenwinkel	Jahre v. heute
Gonyaulacaceae	0,95	- 170 +/- 15	~ - 10.860 +/- 950
org. Dinoflagellatenzysten (gesamt)	0,94	-155 +/- 12	~ 9.900 +/- 760
P/G-Verhältnis		nicht signifikant	
<i>Nematosphaeropsis labyrinthus</i>	0,91	- 166 +/- 15	~ - 10.600 +/- 950
<i>Impagidinium aculeatum</i>		nicht signifikant	
<i>Spiniferites mirabilis</i>	0,97	- 166 +/- 16	~ - 10.600 +/- 1.020
<i>Brigantedinium</i> spp.	0,92	-160 +/- 20	~ - 10.220 +/- 1.270

Tab. 13: Ergebnisse der kreuzspektralen Analyse ausgewählter Parameter mit der Insulationskurve (35° N) des Kerns ODP 117 - 723A.

Taxon / Parameter	Kohärenz	boreale Insolation (35°)	
		Phasenwinkel	Jahre v. heute
org. Dinoflagellatenzysten (gesamt)	0,93	125 +/- 5	~ 15.970 +/- 630
P/G-Verhältnis	0,92	75 +/- 3	~ 9.580 +/- 380
<i>Nematosphaeropsis labyrinthus</i>	0,85	- 70 +/- 4	~ - 8.940 +/- 510
<i>Operculodinium centrocarpum</i>		nicht signifikant	
<i>Bitectatodinium spongium</i>	0,96	110 +/- 20	~ - 14.050 +/- 2.550
<i>Brigantedinium</i> spp. (%)		nicht signifikant	
<i>Brigantedinium</i> spp. (Ind. / g Sed.)	0,94	100 +/- 4	~ 12.770 +/- 510

Aus der harmonischen Analyse und der Kreuzkorrelation geht hervor, dass aufgrund der weitreichenden Übereinstimmungen in den Frequenzen und dem zeitlichen Nachlauf annähernd dieselben Steuerungsfaktoren für die untersuchten Kerne vor Pakistan und vor Oman angenommen werden können.

Der zeitliche Unterschied von 9.750 +/- 1.150 Jahren zwischen maximaler borealer Insolation und den maximalen absoluten Häufigkeiten im Plankton wurde auch in anderen Studien des nördlichen Arabischen Meeres nachgewiesen (Altabet *et al.*, 1999; Budziak *et al.*, 2000; Clemens & Prell, 1991; Reichart *et al.*, 1997; Rogalla, 2002). Rogalla (2002) dokumentiert für die absolute und relative Häufigkeit der Coccolithenart *Gephyrocapsa oceanica* einen Zeitverzug von ~ - 9.700 Jahren. *G. oceanica* wird als bedeutende Komponente tropischer und subtropischer Coccolithophoridengemeinschaften beschrieben (Okada & McIntyre, 1979), die hohe Konzentrationen in hochproduktiven Auftriebsgebieten erreicht (Winter *et al.*, 1994).

Als mögliche Ursache der Phasenverschiebung (Zeitverzug von rd. 10.000 Jahren) bei Produktivitätsindikatoren werden verschiedene Theorien kontrovers diskutiert. Clemens & Prell (1991) sehen die Oberflächenproduktivität im nördlichen Arabischen Meer sehr eng an die Veränderungen des Sommermonsuns gekoppelt. Die Autoren verwenden die maximale prozentuale Häufigkeit der

Foraminiferenart *Globigerina bulloides* als Anzeiger für maximalen Auftrieb und die Korngröße der Sedimentpartikel als Indikator für maximale Windstärke während des Sommermonsuns. Reichart *et al.* (1997) führen dagegen den Phasenunterschied von Produktivitätsindikatoren gegenüber den Insolationsmaxima auf eine verlängerte Monsunsaison während des Spätsommers (~August-Insolation) zurück.

Die von Clemens & Prell (1991) postulierte Theorie gilt unumstritten für das Auftriebsgeschehen vor den Küsten Omans und Somalias, jedoch scheint das Auftriebsgeschehen im nördlichen Arabischen Meer, speziell für das Gebiet vor Pakistan, aufgrund der zuvor beschriebenen Untersuchungen und Ergebnisse der Korrespondenzanalyse, die für die dargestellten, signifikanten Arten eine positive Korrelation mit den Proxies während des Wintermonsuns aufweist (vgl. auch Kap. 4.2), an Intensitätsschwankungen des Wintermonsuns gekoppelt zu sein.

Zur Verdeutlichung der Ergebnisse aus Abb. 95 – 102 und dem Vergleich mit den von Clemens & Prell (1991) beschriebenen Signifikanzen wurden die Phasenverschiebungen in Form von Kreisdiagrammen dargestellt (Abb. 103). In den Phasenkreisdiagrammen wird die Beziehung zwischen klimatischen Proxies und den „externen Klimamechanismen“ (in diesem Fall die Präzession) dargestellt. Der Phasenunterschied zwischen minimaler Kreiselbewegung der Erde (Maximum Insolation) und einem bestimmten klimatischen Faktor wird als Vektor abgebildet, dessen Winkel im Uhrzeigersinn (0 bis -180°) die Zeitverzögerung und gegen den Uhrzeigersinn (0 bis 180°) den Vorlauf in Bezug auf die maximale Juni-Insolation auf der nördlichen Hemisphäre angibt. Die schattierten bzw. mit Signatur versehenen Flächen, die um den jeweiligen Vektor zentriert sind, geben einen Hinweis auf die Schwankungsbreite des Proxies. Zusätzlich sind die minimale und maximale Eisbedeckung in Bezug auf den Präzessionszyklus abgebildet (Abb. 103A), die nach den Sauerstoffisotopendaten dem Maximum der Insolation um rd. 5.000 Jahre (entspricht -79°) nachlaufen.

In Abb. 103A sind bestehende Daten aus dem westlichen Arabischen Meer vor Oman dargestellt (Clemens & Prell, 1991). Für diesen Teil des Arabischen Meeres wird aus den Häufigkeitsmaxima der Art *Globigerinoides ruber* die maximale Auftriebsaktivität und somit auch das Maximum der Oberflächenproduktivität während des Sommermonsuns abgeleitet. Dieses Ereignis folgt der minimalen Eisbedeckung um ca. 4.000 Jahre und ist nur wenig zeitversetzt zu dem von Clemens & Prell (1991) postulierten Windstärkeindex während des Sommermonsuns, der sich aus der Korngröße des klastischen Detritus ableitet.

Der Abb. 103 ist zu entnehmen, dass die Arten *Polysphaeridium zoharyi* (B) und *Impagidinium aculeatum* (D) durch ihren Phasenversatz in den Bereich der minimalen Eisbedeckung fallen. Alle übrigen Taxa und Parameter liegen in der Kreisdarstellung im selben Ausschnitt, der einem Winkel von rd. -130° bis -170° zuzuordnen ist. Der geringe Phasenversatz ist evtl. in der zufällig gewählten Position der genommenen Proben sowie in der Probenanzahl begründet.

Die hohe Übereinstimmung in der Lage der Phasenausschnitte lässt darauf schließen, dass die Verteilung der organischen Dinoflagellatenzysten zumindest in den Kernen aus dem westlichen Teil des Arabischen Meeres (ODP 117, Kerne 722B und 723A) von denselben klimatischen Veränderungen gesteuert werden, die durch die Variation in der Intensität des Sommermonsuns hervorgerufen werden (Kap. 2.1; s.a. Clemens & Prell, 1991; Zonneveld, 1997a). Der Einfluss der Veränderungen während des Wintermonsuns lässt sich jedoch für die Häufigkeitsschwankungen der organischen Dinoflagellatenzystenassoziationen vor Pakistan nicht abstreiten. Hier zeigen die signifikanten Zysten eine Korrelation mit den Proxies des Wintermonsuns. Da diese Verknüpfung jedoch

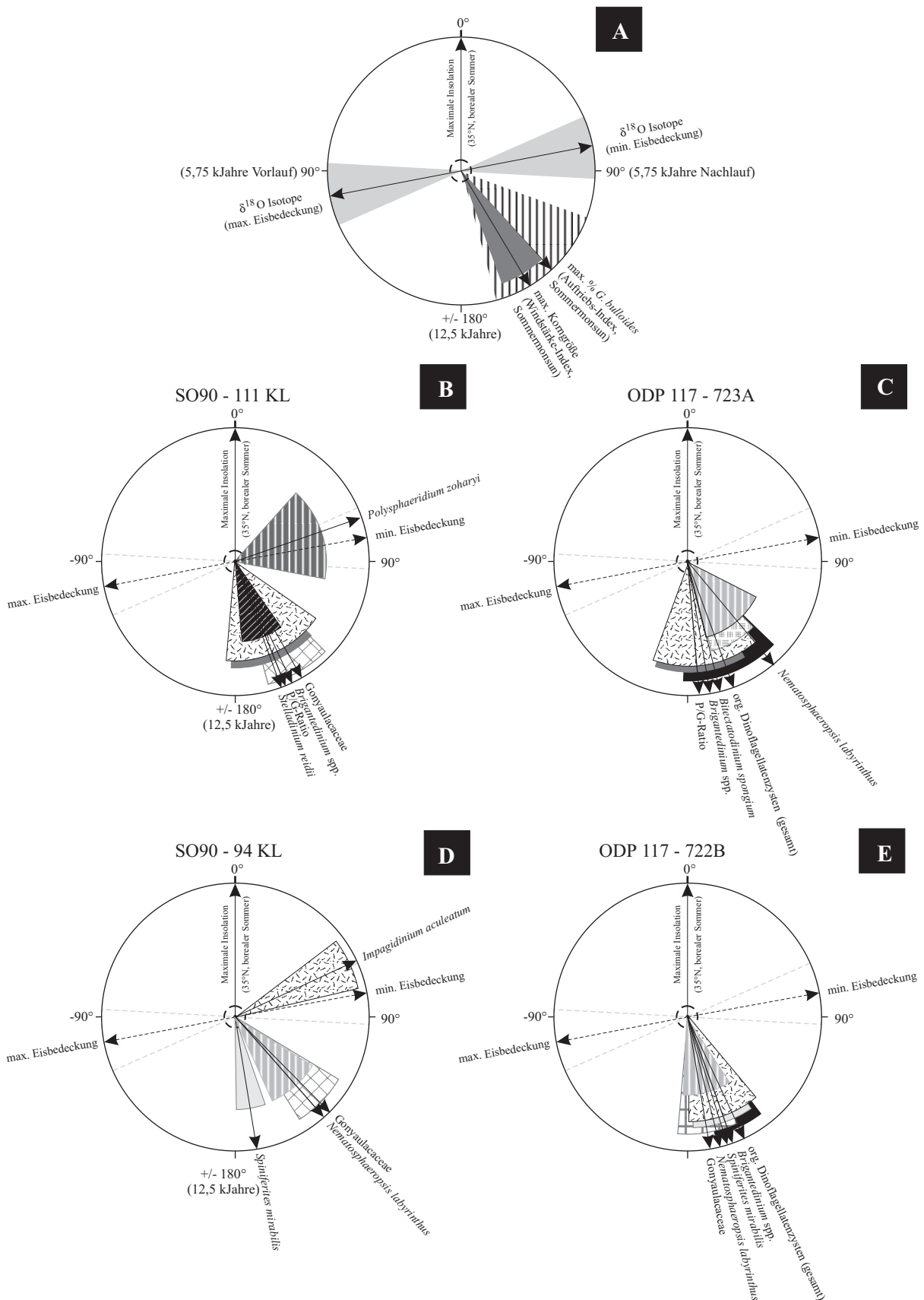


Abb. 103: Kreisdarstellung der Phasenverschiebung klimatischer Proxies zum Maximum der Insolation (35°N, nach Berger, 1978). A: Auftriebs- und Windstärkeindex während des Sommermonsuns nach Clemens & Prell (1991); B-E: Darstellung ausgewählter Arten aus dem nördlichen Arabischen Meer, getrennt nach den untersuchten Kernprofilen SO 90-111KL (B), ODP 117-723A (C), SO 90-94KL (D) und ODP 117-722B (E). Als Orientierung ist in allen Kreisdarstellungen zusätzlich die minimale und maximale Eisbedeckung (Clemens & Prell, 1991) abgebildet.

auf einer Analyse von Oberflächenproben aus dem nordöstlichen Arabischen Meer beruht, können diese Ergebnisse nicht ohne weiteres auf den westlichen Teil dieses Meeresgebietes übertragen werden.

6.5.2 Suborbitale Veränderungen (“Heinrichlagen-Äquivalente”)

Anhand der Untersuchung hochauflösender Kerne ist bereits von verschiedenen Autoren nachgewiesen worden, dass es während der Glazialphasen zu drastischen, kurzfristigen Änderungen in der Oberflächenwassertemperatur kommt (z.B. Broecker, 1994, 2000; Broecker & Denton, 1990). Schulz *et al.* (1996) konnten zeigen, dass diese Phasen, die im Nordatlantik zur Bildung der Heinrich-Lagen führten, mit Instabilitäten in der Sauerstoffminimumzone vor Pakistan korrelieren.

Ähnlich abrupt wie die Zunahme der magnetischen Impulse (magnetic susceptibility) im Kernmaterial des nördlichen Atlantiks zeigen die Grauwertanalysen der Kerne innerhalb der Sauerstoffminimumzone im nördlichen Arabischen Meer abrupte Verringerungen des organischen Kohlenstoffgehaltes. Die zeitliche Verknüpfung der Heinrichlagen-Ereignisse im Nordatlantik (und in grönländischen Eiskernen) mit den äquivalenten Ereignissen im Arabischen Meer beweist, dass es sich hier um kurzfristige, aber globale, klimatische zeitliche Ereignisse handelt. Jedoch ist auch im Arabischen Meer die Ursache dieser klimatischen Ereignisse, die den wiederkehrenden Zusammenbruch der Sauerstoffminimumzone hervorrufen, noch weitgehend unverstanden.

Bond *et al.* (1999) sowie Schulte *et al.* (1999) führen dieses auf Änderungen in der thermohalinen Zirkulation zurück. Schulz *et al.* (1998) und Kudrass *et al.* (2001) sehen eher einen Zusammenhang mit dem globalen Windsystem. Sirocko *et al.* (1999) erkennt in den Ergebnissen aus dem Arabischen Meer das “Zwischenstück” der Korrelation der polaren Klimaarchive und ordnet die Vorgänge auch dem globalen Windsystem zu.

Um zu testen, ob auch die Schwankungen in der Gesamthäufigkeit der organischen Dinoflagellatenzysten sowie die Häufigkeiten einzelner Taxa die den Heinrichlagen zeitgleichen Ereignisse widerspiegeln, ist nur der Kern SO 90-111KL, von dem Proben in ausreichend engem Abstand auf diese Mikrofossilgruppe hin untersucht wurden, geeignet (Abb. 104).

Die Schwankungen der absoluten Häufigkeiten aller organischen Dinoflagellatenzysten zeigen eine zeitliche Korrelation mit den nordatlantischen Heinrich-Ereignissen, und dokumentieren so eine enge Kopplung des Klimageschehens der hohen und niedrigen Breiten. Aufgrund der zeitlichen Übereinstimmung der Ereignisse kann während dieser kurzfristigen Zeitintervalle auf eine Änderung des globalen atmosphärischen Zirkulationsmuster geschlossen werden. In Kern SO 90 - 111KL ist die Häufigkeit organischer Dinoflagellatenzysten in den zu den Heinrichlagen-Ereignissen zeitlich äquivalenten Abschnitten deutlich reduziert – gleichzeitig nimmt der Gehalt an Sedimentfracht zu.

Die höchsten absoluten Gehalte an organischen Dinoflagellatenzysten liegen zwischen 9.000 und 13.000 Individuen / g Sediment in den Sedimenten direkt am Top des Kerns (Holozän) sowie während des unteren Isotopenstadiums III. Sedimentologisch fallen diese Intervalle mit den stark laminierten Kernabschnitten zusammen. Wie auch in den Oberflächenproben vom Kontinentalhang mit dysoxischen Verhältnissen dominieren die organischen Dinoflagellatenzysten der Gattung *Brigantedinium* spp. auch in den laminierten Kernabschnitten mit maximalen Häufigkeiten von über 80%. Auffällig sind die drastischen Änderungen in der relativen und absoluten Häufigkeit dieser Art. Hohe Individuenzahlen sind während des Holozäns, in einem kurzen Abschnitt zwischen Jüngerer Dryas und des Maximums des letzten Glazials zu erkennen sowie tendenziell wäh-

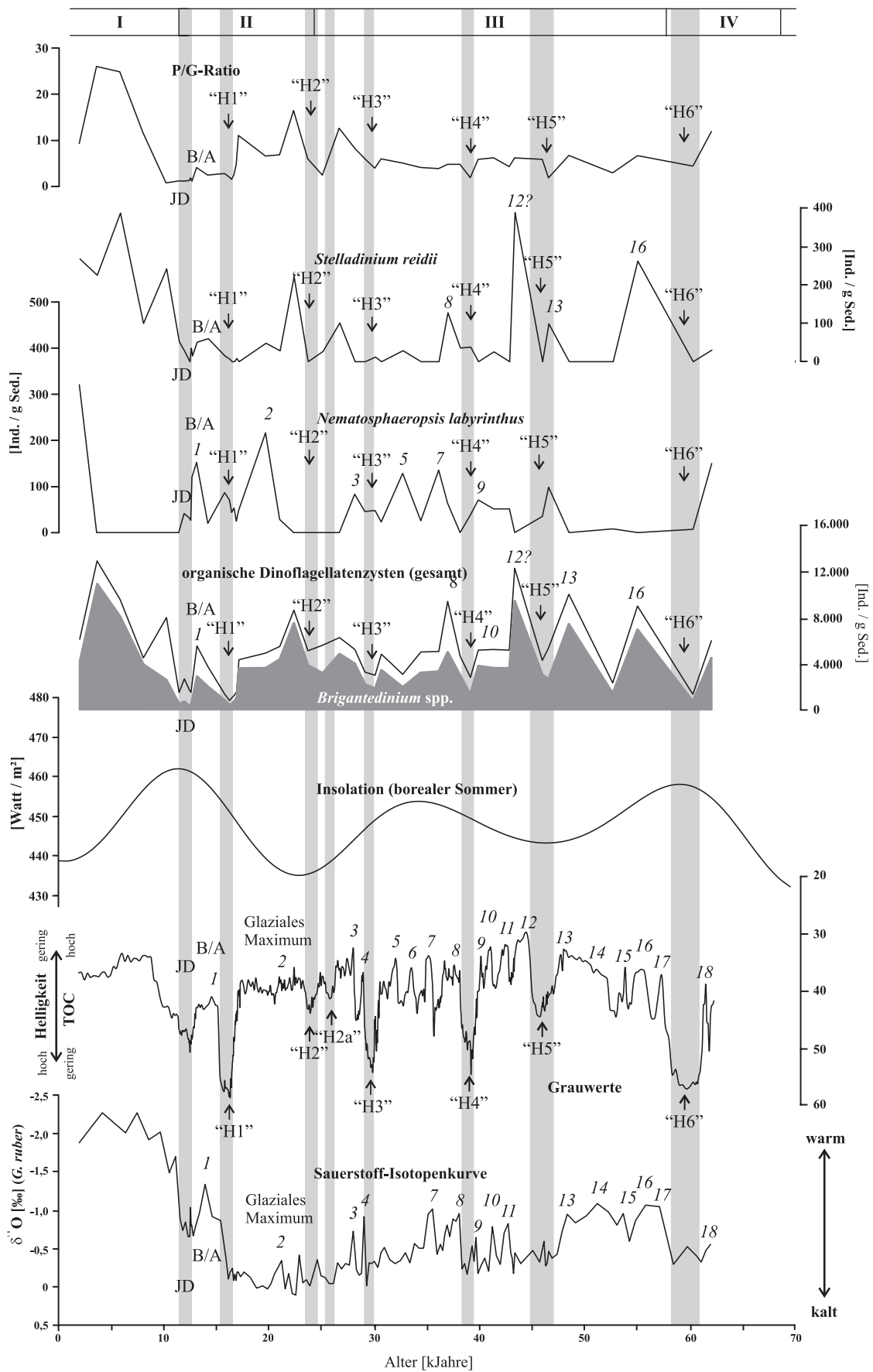


Abb. 104:
Häufigkeitsverteilung ausgewählter Parameter des Kerns 111 KL im Vergleich zur Sauerstoffisotopen- und Grauwertkurve (Schulz *et al.*, 1998) und der Insolationskurve (35° N, Berger, 1978).
 „H1-H6“ repräsentieren zeitlich äquivalente Ereignisse zu den nordatlantischen Heinrich-Lagen; B/A = Bölling-Allerod; JD = Jüngere Dryas; kursive Zahlen zeigen Positionen der Interstadiale.

rend des Isotopenstadiums III. Mehrfach sind kurzfristige Schwankungen (Minima) dokumentiert, die zeitlich mit der Lage der nordatlantischen Heinrichlagen-Ereignisse korrelieren (Abb. 104).

In den Phasen erniedrigter Produktivität steigen die Anteile und Individuenzahlen der Arten *Nematosphaeropsis labyrinthus*, *Polysphaeridium zoharyi* und Arten der Gattungen *Impagidinium* und *Spiniferites*. *Spiniferites pachydermus* erreicht während der Jüngeren Dryas Anteile bis zu 40% bei einer absoluten Häufigkeit von ca. 4.000 Individuen / g Sediment.

Die in Abb. 104 dargestellten, ausgewählten Taxa und Parameter weisen geringe Häufigkeiten (bzw. Werte) in den "Heinrichlagen-äquivalenten" Zeitabschnitten auf. Im Gegensatz dazu werden höchste TOC-Gehalte und maximale Häufigkeiten in denen aus dem nördlichen Atlantik und Polargebieten nachgewiesenen Interstadialen erreicht. Die unvollständige Dokumentation aller suborbitaler Ereignisse wird auf die zu geringe zeitliche Auflösung der untersuchten Proben zurückgeführt. Die Übereinstimmung der maximalen absoluten Häufigkeiten der dargestellten organischen Dinoflagellatenzysten weist auf eine erhöhte Produktion während dieser Zeitabschnitte hin. Geringere Häufigkeiten sind dagegen während der "Heinrichlagen-Äquivalente" zu verzeichnen, was auf einen erhöhten Eintrag von klastischem Detritus (Verdünnung durch terrigene Schüttung) zurückzuführen ist.

Reichart *et al.* (1997) erkennen aus den Fluktuationen verschiedener Produktivitätsanzeiger, dass während der Interstadiale intensivere Sommermonsunphasen mit verstärkter Oberflächenproduktion aufgrund eutropher Bedingungen vorherrschten. Kontrovers hierzu wird in einer aktuellen Arbeit der wiederkehrende Zusammenbruch der Sauerstoffminimumzone in der verstärkten, tiefreichenden Durchmischung während des Wintermonsuns begründet (Reichart *et al.*, 2002). Zeitlich wird der Zusammenbruch der Sauerstoffminimumzonen mit den "Heinrichlagen-Äquivalenten" korreliert. Diese als Schmelzwasserereignisse interpretierten Lagen sind im Nordatlantik durch erhöhten Eintrag von klastischen Detritus geprägt. Ein erhöhter klastischer Eintrag in diesen Phasen ist auch für das Arabische Meer vorstellbar.

Ein Vergleich mit der Sauerstoffisotopenkurve zeigt, dass Arten der Gattung *Brigantedinium* während der kälteren Perioden stark vermindert auftreten. Als Erklärung der verringerten Häufigkeit können neben der Erhaltung auch klimatische Faktoren herangezogen werden. Möglicherweise steht dieses in direktem Zusammenhang mit Schwankungen der Mächtigkeit und Ausdehnung des tibetanischen Eisschildes während des letzten Glazials. Unterschiedliche Erwärmung der Land- und Wassermassen ist für die Bildung der Monsunwinde verantwortlich (vgl. Kap. II), die in diesem Bereich des Indischen Ozeans die ozeanographischen Parameter kontrollieren. Während der kühleren Klimaperioden waren größere Flächen des Tibetplateaus vergletschert oder mit Schnee bedeckt. Der daraus resultierende größere Albedoeffekt führt zu kleineren Temperaturunterschieden, wodurch der "Antrieb" der Monsunwinde stark geschwächt wird oder versagt.

von Rad *et al.* (2001) argumentieren, dass die schnellen Temperaturanstiege zu Beginn der Interstadiale an intensive Perioden des Sommermonsuns mit verstärkter Planktonproduktivität im Oberflächenwasser gebunden sind.

Die in dieser Studie dokumentierten Ergebnisse zeigen, dass die Verteilung der untersuchten organischen Dinoflagellatenzysten eindeutig auf orbitale Einflüsse im Frequenzband der Präzession hinweist. Trotzdem ist darauf hinzuweisen, dass die hier erarbeiteten Schlussfolgerungen aufgrund der begrenzten zeitlichen Reichweite und der damit verbundenen geringen Anzahl an dokumentierten Frequenzzyklen mit gewisser Vorsicht zu genießen sind.

VII. Schlussfolgerungen und Ausblick

Die Vergesellschaftungen organischer Dinoflagellatenzysten in den bearbeiteten Oberflächenproben sowie in den vier Kernprofilen werden durch das protoperidinoide Taxon *Brigantedinium* spp. dominiert und charakterisieren einen Ablagerungsraum mit erhöhter Primärproduktion. Daneben sind die Arten *Nematosphaeropsis labyrinthus*, *Polysphaeridium zoharyi*, *Brigantedinium simplex*, *Trinovantedinium applanatum*, *Selenopemphix nephroides*, *Stelladinium reidii*, *Spiniferites pachydermus*, *S. mirabilis*, *S. membranaceus*, *Operculodinium centrocarpum* sensu WALL & DALE 1966, *Impagidinium aculeatum* und *Bitectatodinium spongium* in der Mehrzahl der untersuchten Proben vorhanden und erreichen höhere prozentuale Anteile. Die genannten Taxa stellen mehr als 80% der Zystengemeinschaften. Darüber hinaus treten 57 Arten nur sporadisch oder nur in geringen Häufigkeiten auf.

Die Dinoflagellatenzystenassoziationen sind durchgehend als subtropisch bis tropisch zu charakterisieren. Die Übergänge von den glazialen Maxima zu den Interglazialen (Klimaoptima) sind jeweils durch zweiphasige Änderungen in den Dinoflagellatenzystengemeinschaften charakterisiert. In der frühen Phase nehmen die Anteile von *Brigantedinium* spp. deutlich ab - gleichzeitig erhöht sich der Anteil der gonaulacoiden Zysten *N. labyrinthus* und *S. pachydermus*. Im weiteren Verlauf dominieren die gonyaulacoiden Taxa die Vergesellschaftungen und belegen zeitweise oligotrophe Bedingungen im nördlichen Arabischen Meer. Auf dieser Basis wurde eine ökostratigraphische Gliederung für die letzten 130.000 Jahre abgeleitet (Abb. 93).

Änderungen in der Zusammensetzung der Zystengemeinschaften werden hauptsächlich von den drei Faktoren Produktivität in den Oberflächenwassermassen, Transport und Erhaltung bestimmt. Insbesondere der erst- und letztgenannte Faktor sind von großer Bedeutung.

Es ist bei der Interpretation zu berücksichtigen, dass es sich bei den nachgewiesenen Assoziationen um Mischsignale von (mehreren) Winter- und Sommermonsunereignissen handelt. Eine Unterscheidung, welche Arten auf die einzelnen saisonalen Faktoren reagieren, konnte nur für das nördliche Arabische Meer anhand einer Korrespondenzanalyse getroffen werden. Da die häufigen Arten dort die ozeanographischen Bedingungen während der Wintermonsunphasen favorisieren, ist davon auszugehen, dass zumindest rezente die Oberflächenproduktivität durch die Variation des Wintermonsuns bestimmt wird. Auch im westlichen Arabischen Meer liegen den Vergesellschaftungen Mischsignale zugrunde. Eine Zuordnung zu den einzelnen jahreszeitlichen Ereignissen ist in diesem Bereich aufgrund fehlender Oberflächenproben und der daraus zu erstellenden Korrespondenzanalyse nicht möglich. Nach dem bekannten Windmuster und dem anerkannten Klimamodell (Kap. II) sind es die Veränderungen des Sommermonsuns, die die Verbreitung und Häufigkeit der organischen Dinoflagellatenzysten beeinflussen.

Die Oberflächenproduktivität im nördlichen Arabischen Meer wird durch das vorherrschende Windsystem, dem saisonalen Wechsel zwischen Winter-, Sommermonsun sowie den Intermonsunphasen bestimmt. Die Intensität dieser Monsunwinde wird von orbitalen Steuerungsmechanismen, der Präzession i.S. von Milankovitch, gesteuert. Aus den Veränderungen der Vergesellschaftungen organischer Dinoflagellatenzysten konnte die Dauer von Phasen erhöhter Produktivität im Oberflächenwasser abgeleitet werden. Während der Kaltzeiten herrschen überwiegend oligotrophe Bedingungen vor, was aus den Verhältnissen der protoperidinoiden Arten zu den gonyaulacoiden Taxa (P/G-Verhältnis) sowie den Häufigkeiten einzelner produktivitätsanzeigender Arten (Tab. 9) abgeleitet werden kann. In den wärmeren Zeitabschnitten konnten - ähnlich wie aus dem Holozän bekannt - Wechsel von Phasen oligotropher und eutropher Bedingungen nachgewiesen werden. Oligotrophe

Bedingungen werden z.B. in den marinen Isotopenstadien (MIS) III und MIS V durch das Auftreten von z.B. *Polysphaeridium zoharyi* angezeigt. Intensive interglaziale Sommermonsune führen zu verstärktem Auftriebsgeschehen im westlichen Arabischen Meer vor Oman, während es im nördlichen Arabischen Meer der verstärkte Wintermonsun ist, der die Nährstoffzufuhr durch verstärkte vertikale Durchmischung erhöht.

Während der Kaltzeiten führen die geringen Temperaturunterschiede in der Erwärmung der Wasser- und Festlandsmassen und den daraus resultierenden geringeren Luftdruckgradienten im Sommer zu einem schwächeren Monsungeschehen und geringerem Auftrieb vor Oman (Prell, 1984). Diese These wird durch die niedrigen Dinoflagellatenzystenkonzentrationen während dieser Zeitabschnitte bestätigt. Für die glazialen Wintermonsune wird angenommen, dass diese aufgrund der niedrigeren Temperaturen und den daraus resultierenden höheren Luftdruckgradienten zwischen Wasser- und Landmassen etwas intensiver oder zumindest von gleicher Intensität waren wie während der Interglaziale (Reichart, 1997; Prins, 1999). Die anzunehmende stärkere Vergletscherung des tibetanischen Hochlandes führt durch die geringeren Lufttemperaturen aufgrund des höheren Albedoeffekts zu einer stärkeren konvektiven Durchmischung der Oberflächenwassermassen im nördlichen Arabischen Meer.

Die insgesamt geringere Produktivität während der Kaltzeiten spiegelt sich auch in den geringeren Gesamthäufigkeiten der organischen Dinoflagellatenzysten der Kernprofile wider. Von diesem Trend weicht lediglich das Profil SO90 - 94KL ab, in dem eine sehr ausgeglichene Gesamthäufigkeit (mit einer Ausnahme) dokumentiert ist, die darauf zurückgeführt wird, dass die Durchmischung durch den NE-Monsun die offen-ozeanischen Wassermassen nicht sehr stark berührt.

Kurzfristige, abrupte Klimaereignisse, wie z.B. Heinrichlagen-Ereignisse, führen ebenfalls zu Veränderungen in der Intensität der Monsune. Während der Heinrichlagen-Ereignisse führen schnelle, kurzfristige Temperaturanstiege zu Abschmelzereignissen, die generell durch eine Abnahme der Gesamthäufigkeit der Dinoflagellatenzysten aufgrund erhöhten terrigenen Eintrags dokumentiert sind. Rogalla (2002) erkennt diese Veränderung in den Coccolithenvergesellschaftungen des nördlichen Arabischen Meeres anhand von Anreicherungen der *Gephyrocapsa oceanica*-dominierten Assoziation mit *Florisphaera profunda*. Weiterhin führen die abrupten Temperaturanstiege zu verstärkten Sommermonsunen im westlichen Arabischen Meer durch einen intensiveren Findlater-Jet. Während maximaler Sommermonsune wird durch die windgetriebene Übersichtung von oligotrophem Oberflächenwasser aus dem äquatorialen Indik der küstennahe Auftrieb von Tiefenwasser verhindert oder gedämpft (Rixen *et al.*, 1996). In diesen Phasen liegt eine relativ stabile Stratifizierung der Wassersäule vor, die sich in Häufigkeitsmaxima von *P. zoharyi* widerspiegeln.

Eine entscheidende Rolle bei der Zusammensetzung der organischen Dinoflagellatenzystenvergesellschaftungen spielt die Erhaltung. Von diesem kontrollierenden Faktor sind vor allem die proto-peridinoiden Zysten betroffen. Außer bei *Brigantedinium* spp. wurden auch bei *Stelladinium reidii*, Arten der Gattung "*Echinidinium*", *Selenopemphix nephroides* und *Bitectatodinium spongium* Hinweise dokumentiert (s. Abb. 11), die eine hohe Zersetzungsanfälligkeit in Bezug auf oxidative Prozesse anzeigen. Eine Beeinträchtigung der Erhaltung ist besonders in den Übergangsbereichen zwischen Sauerstoffminimumzone und den sauerstoffreicheren (durchlüfteten) Bereichen dokumentiert. Diese Erkenntnis stellt die bisherige Interpretation von Häufigkeitsschwankungen der Art *Brigantedinium* spp. als alleiniges Indiz für Produktivitätsschwankungen in Frage. Die Erhaltung und damit die Häufigkeitsverteilung zersetzungsanfälliger Dinoflagellatenzysten wie z.B. *Brigantedinium* spp. und *Echinidinium* spp. wird durch den Sauerstoffgehalt im Poren- und Bodenwasser

bestimmt. Der Abbau organischen Materials findet außerhalb der Sauerstoffminimumzone bereits während der Sedimentation statt. In den Sedimenten der Sauerstoffminimumzone ist eine bessere Erhaltung von organischem Material und somit auch von den Zystenassoziationen dokumentiert. Fraglich bleibt die zeitliche Entwicklung der Zersetzung organischen Material sowie deren Quantifizierung.

Ausblick - Ideen für zukünftige Studien

Die Ergebnisse dieser Studie zeigen deutlich, dass die Erhaltung großen Einfluss auf die Zusammensetzung der organischen Dinoflagellatenzystenassoziationen hat. Die Veränderungen der Assoziationen bzw. des organischen Materials i.w.S. ist als Grundlage zum Verständnis der Veränderungen in der Paläoproduktivität zu sehen. Da anzunehmen ist, dass der Sauerstoffgehalt im Bodenwasser und Porenraum des Sediments erheblichen Einfluss auf die Zerstörung des organischen Materials hat, sollte in nachfolgenden Untersuchungen auf diesen sedimentologischen Ansatz besonders geachtet werden.

Auch die Betrachtung der zeitlichen Veränderung der Assoziationen anhand von Untersuchungen an Planktonmaterial des nordöstlichen Arabischen Meeren wäre wünschenswert, um eine Abschätzung zwischen Primärzusammensetzung und den Gehalten im Sediment zu treffen. Ein Splitt des während der SONNE 90 Expedition gewonnenen Materials wurde bereits von V. Ittekkot (Bremen) zur Verfügung gestellt.

Als weiterer Schritt wäre anzustreben, die bereits bestehenden Datensätze aus anderen Hochproduktionsgebieten (z.B. vor Peru, Biebow, 1996) unter diesen Gesichtspunkten zu überarbeiten.

Hierzu gehört auch eine hochauflösendere Beprobung eines der bearbeiteten Kerne aus der Sauerstoffminimumzone (vorzugsweise SO 90-111KL), um detailliert die Übergänge von laminierten zu bioturbaten Kernabschnitten zu erfassen und die Veränderungen dokumentieren zu können. Die detailliertere Beprobung kann nun auch „ereignisbezogen“ durchgeführt werden, so dass eine gezielte Probennahme in denen zu den nordatlantischen Heinrichlagen-Ereignissen zeitgleichen Kernabschnitten gewährleistet ist. Auch die Arbeitsgruppe um H.Brinkhuis (Utrecht) weist während einzelner dieser Ereignisse Massenaufreten von *P. zoharyi* nach, jedoch fehlt bislang eine vollständige Dokumentation der Veränderungen während aller H-Events.

VIII. Danksagung

Prof. Rudolf Fischer (Univ. Hannover) danke ich dafür, dass er die Betreuung dieser Arbeit übernommen hat. Sein fortwährendes Interesse und seine motivierenden Nachfragen haben mich zur Fertigstellung der Arbeit ermutigt.

Mein besonderer Dank gilt Dr. Juliane Fenner (BGR Hannover), die diese Arbeit nicht nur ins Leben gerufen und konzipiert, sondern mir stets mit Rat und Diskussionsbereitschaft zur Seite stand und für einen Arbeitsplatz und Laborkapazitäten gesorgt hat.

Herrn Dr. Ulrich v. Rad (BGR Hannover) danke ich für die Überlassung von Kern- und Oberflächenmaterial von der Sonne 90-Ausfahrt.

Für die Einarbeitung und zahlreichen Diskussionen über die organischen Dinoflagellatenzysten danke ich Dr. Karin Zonneveld (Univ. Bremen). Der Arbeitsgruppe von Prof. Helmut Willems / Dr. Karin Zonneveld danke ich für die freundliche Aufnahme im Fachbereich 5 der Universität Bremen während meines Aufenthalts zur Einarbeitung, jedoch auch bei anschließenden Treffen zum Informationsaustausch.

Erste Versuche der Präparation gelangen durch Hilfe von Dr. Jens Matthiessen und Dr. Martina Kunz-Pirring (AWI, Bremerhaven) sowie Dr. Wolfram Brenner (Geomar, Kiel). Dr. Annemiek Vink (Univ. Bremen) gab mir nützliche Hinweise zur Durchführung der DCA- und CCA-Analysen.

Für die wiederholte Zusendung von Sonderdrucken und Diskussionen auf Tagungen danke ich Dr. Martin Head (Univ. Cambridge, England), Dr. Anne de Vernal (Univ. Montreal, Kanada), Dr. F. Marret (Univ. Montreal, Kanada), Dr. Rex Harland (DinoData Service, England), Dr. Kazumi Matsuoka (Uni Nagasaki, Japan), Dr. Jens Matthiessen (AWI, Bremerhaven), Dr. Karin Zonneveld (Univ. Bremen).

Dr. Dean Jacobson (Bigelow Laboratory for Ocean Studies, West Boothbay Harbour, U.S.A.) danke ich für die Einführung in die Zellbiologie und Nahrungsgewohnheiten der Dinoflagellaten.

Ein besonderen Dank richte ich an Dr. Martin Head (Univ. Cambridge, England), dessen Gastfreundschaft ich während meines einwöchigen Aufenthalts zur Klärung taxonomischer Probleme genießen durfte. Martin korrigierte und überprüfte außerdem den englischen Abstract.

Auch die Gastfreundschaft von Dr. Karin Zonneveld und Dr. Gerard Versteegh (Univ. Bremen) wurde mir während der abschließenden Diskussionsphase zu Teil, wofür ich mich sehr herzlich bedanken möchte.

Während der Probenahme beim Core Repository des Ocean Drilling Programs in College Station erhielt ich tatkräftige Unterstützung von Dr. Oscar Yepes und Dr. John Miller (ODP, College Station, U.S.A.).

Dr. Franck Bassinot (CNRS, Laboratoire des Sciences du Climat et de l'Environnement, Frankreich) stellte seinen "low latitude stack"-Datensatz zur Verfügung.

Dr. Warren Kovach (Kovach Computing Services, Wales) danke ich für die zahlreichen Informationen zu seinem Computerprogramm "MVSP" sowie für die schnelle Lösung mancher Probleme.

Dr. Hartmut Schulz (Institut für Ostseeforschung, Warnemünde) und Dr. Andreas Sudhoff (Zentrum für marine Tropenökologie, Bremen) sei ebenfalls für die Überlassung von Datensätzen (Grauwertdaten und Isotopendaten der Sonne-Kerne) gedankt.

Zahlreiche Diskussionen entstanden während der Kaffeepausen in der BGR. Mein Dank für manches ideenfördernde Gespräch gilt Dr. Heidi Doose-Rolinski, Dr. Ulrich von Rad und Dr. Andreas Lückje.

Herrn Klaus Hoffmann (ehem. BGR Hannover) verdanke ich meine fototechnischen Kenntnisse, die mir bei der Entwicklung der zahlreichen Filme sehr hilfreich waren.

Für die Ideen bei der Endgestaltung dieser Studie danke ich Herrn Sean Brennan (Reprozentrum Rosenberger, Bielefeld).

Herzlicher Dank gebührt meinem Freund Dr. Ulf Rogalla. Unzählige Gespräche über die Situation im Arabischen Meer entstanden im gemeinsamen Doktorandenzimmer.

Herrn Dipl.-Geol. Gernot Bode danke ich für die Durchsicht des Manuskripts in seiner Endphase.

Mit Dank bedacht sind auch alle Mitstreiter, die in der Zeit der Arbeit an meiner Dissertation selbst promovierten und meine Hoch- und Tiefphasen mit mir teilten. Dieses sind Dr. Jens Steffahn (Uni Bochum), Dr. Oliver Esper, Dr. Christine Höll, Dr. Ines Wendler (Uni Bremen), Dr. Artur Skowronek, Dr. Frank Wrobel, Dipl.-Geol. Carsten Helm und Dipl.-Geol. Hansi Weymann (Uni Hannover).

Meinen Eltern und meiner Großmutter danke ich für ständige Unterstützung und ihr reges Interesse an meiner Forschungsarbeit. Traurigerweise war es meinem Vater nicht vergönnt, die Fertigstellung dieser Arbeit zu erleben.

In der Phase der Mehrbelastung konnte ich mich jederzeit auf meine Frau und beste Freundin Ines verlassen. Auch wenn unser Töchterchen Laura-Kristin oftmals zur Verzögerung des Fortgangs der Arbeit beitrug, war unser Sonnenschein ständig dabei und munterte das Geschehen auf.

Darüber hinaus möchte ich nicht versäumen allen nichtgenannten Personen zu danken, die in vielfältiger Weise zur Fertigstellung der Arbeit beigetragen haben.

Diese Arbeit wurde durch die Deutsche Forschungsgemeinschaft (DFG- Fe 230 / 3-1, 3-2) gefördert.

IX. Literaturverzeichnis

- Abé, T.H. (1927): Report of the biological survey of Mutsu bay. 3. Notes on the protozoan fauna of Mutsu Bay. I. Peridinales. *Tokyo Imperial University, Science Reports; 4th Series, Biology*, **2**(4): 383-438.
- Abé, T.H. (1941): Studies on the protozoan fauna of Shimoda Bay. The *Diplopsalis* group.— *Records of Oceanographic Works in Japan, Committee on Pacific Oceanography*, **12**(2): 121-144.
- Abé, T.H. (1981): Studies on the family Peridiniidae. An unfinished monograph of the armoured Dinoflagellata.— *Seto Marine Biological Laboratory, Special Publication Series*, **6**: 1-411.
- Abidi, N. (1998): Modern dinoflagellate cyst assemblages in recent marine environments of the Western Indian Ocean.— *NTNU Vitenskapsmuseet, Rapport botanisk serie*, **1998**(1): 12.
- Altabet, M.A., Francoism R., Murray, D.W. & Prell, W.L. (1995): Climate-related variations in denitrification in the Arabian Sea from sediment $^{15}\text{N}/^{14}\text{N}$ ratios.— *Nature*, **373**: 506-509.
- Altabet, M.A., Murray, D.W. & Prell, W.L. (1999): Climatically linked oscillations in Arabian Sea denitrification over the past 1 m.y.: Implications for the marine N cycle.— *Paleoceanography*, **14** (6): 732-743.
- Anderson, D.M. (1982): Vertical and horizontal distribution of dinoflagellate cysts in sediments.— *Limnology and Oceanography*, **27**(4): 757-765.
- Anderson, D.M., Jacobson, D.M., Bravo, I. & Wrenn, J.H. (1988): The unique microreticulate cyst of the naked dinoflagellate *Gymnodinium catenatum*.— *Journal of Phycology*, **24**: 255-262.
- Anderson, D.M., Lively, J.J., Reardon, E.M. & Price, C.A. (1985): Sinking velocities of dinoflagellate cysts.— *Limnology and Oceanography*, **30**(5): 1000-1009.
- Andrulleit, H. & Rogalla, U. (2002): Coccolithophorides in surface sediments of the Arabian Sea in relation to environmental gradients in surface waters.— *Marine Geology*, **186**: 505-526.
- Ansari, M.H., Jurkschat, T., Müller, H., von Rad, U. & Norris, G. (einger.): Vegetational history and Paleoclimate of past 25,000 years deduced from palynological investigation of surface and core sediments from Indus Shelf off Pakistan, Arabian Sea.— *Review of Palaeobotany and Palynology*, (15 S.).
- Apstein, C. (1909): Die Pyrocysteen der Plankton-Expedition.— *In*: Lipsius, J. & M. Tischer (Hrsg.): *Ergebnisse der Plankton-Expedition der Humboldt-Stiftung*.— **4**: 27 S.; Reprint J. Cramer 1971, Lehre.
- Arimoto, R. (2001): Eolian dust and climate: relationships to sources, tropospheric chemistry, transport and deposition.— *Earth-Science Reviews*, **54** (1-3): 29-42.
- Artzner, D.G. & Dörhöfer, G. (1978): Taxonomic note: *Lejeunecysta* nom. nov. pro. *Lejeunia* Gerlach 1961 emend. Lentin and Williams 1976 - dinoflagellate cyst genus.— *Canadian Journal of Botany*, **56**: 1381-1382.
- Aurivillius, C.W.S. (1898): Vergleichende tiergeographische Untersuchungen über die Plankton-Fauna des Skageraks in den Jahren 1893-1897.— *Kungliga Svenska Vetenskapsakademien*, **30**(3): 1-427.
- Babenerd, B., Boje, R., Krey, J. & Montecino, V. (1973): Microbiomass and Detritus in the upper 50 m of the Arabian Sea along the coast of Africa and India during the NE Monsoon 1964/65.— *In*: Zeitschel, B. (Hrsg.): *The Biology of the Indian Ocean*.— 233-237; Springer Verlag, Heidelberg.

- Balech, E. (1964): El plancton de Mar del plata durante el periodo 1961-1962.— *Bolletín de la Instituto de Biología Marina de Mar, Universitat de Buenos Aires, Mar del Plata*, **4**: 1-49.
- Balech, E. (1974): El genero „Protoperidinium“ BERGH. 1881 („Peridinium“ Ehrenberg 1831 partim).— *Revista del Museo Argentino de Ciencias Naturales „Bernardino Rivadavia“; Hidrobiología*, **4**(1): 1-79.
- Banse, K. (1984): Overview of the Hydrography and Associated Biological Phenomena in the Arabian Sea, off Pakistan.— *In: Haq, B.U. & Milliman, J.D. (Hrsg.): Marine Geology and Oceanography of Arabian Sea and Coastal Pakistan.*— 271-303; Van Nostrand Reinhold Company, New York.
- Banse, K. & McClain, C.R. (1986): Winter blooms of phytoplankton in the Arabian Sea as observed by the Coastal Zone Color Scanner.— *Marine Ecology - Progress Series*, **34**: 201-211.
- Barrs, M.S. & Williams, G.L. (1973): Palynology and nannofossil processing techniques.— *Geological Survey of Canada, papers*, **73-26**: 1-25.
- Bassinot, F.C., Labeyrie, L.D., Vincent, E., Quidelleur, X., Shackleton, N.J. & Lancelot, Y. (1994): The astronomical theory of climate and the age of the Brunhes-Matuyama magnetic reversal.— *Earth and Planetary Science Letters*, **126**: 91-108.
- Battarbee, R.W. (1973): A new method for the estimation of absolute microfossil numbers, with reference especially to diatoms.— *Limnology and Oceanography*, **18**: 647-653.
- Bauer, S., Hitchcock, G.L. & Olson, D.B. (1991): Influence of the monsoonal-forced Ekman dynamics upon surface layer depth and plankton biomass distribution in the Arabian Sea.— *Deep-Sea Research*, **38** (5): 531-553.
- Benedek, P.N. (1972): Phytoplanktonen aus dem Mittel- und Oberoligozän von Tönisberg (Niederrhein-gebiet).— *Palaeontographica, Abt. B*, **137**: 1-71.
- Berger, A.L. (1978): Long-Term Variations of Daily Insolation and Quaternary Climatic Change.— *Journal of Atmospheric Sciences*, **35**: 2362-2367.
- Berger, A.L. & Loutre, M.F. (1994): Astronomical forcing through geological time.— *Special Publications of the International Association of Sedimentologists*, **19**: 15-24.
- Berger, W.H. (1989): Global maps of ocean productivity.— *In: Berger, W.H., Smetacek, V.S. & Wefer, G. (Hrsg.): Productivity in the ocean: Present and Past.*— 429-455; John Wiley & Sons, Ltd.; Berlin (Dahlem Konferenzen).
- Berger, W.H., Smetacek, V.S. & Wefer, G. (1989): Ocean Productivity and Paleoproductivity - An Overview.— *In: Berger, W.H., Smetacek, V.S. & Wefer, G. (Hrsg.): Productivity in the ocean: Present and Past.*— 1-34; John Wiley & Sons, Ltd.; Berlin (Dahlem Konferenzen).
- Bergh, R.S. (1881): Bidrag til Cilioflagellaternes Naturhistorie. Forelobige meddelelser.— *Dansk Naturhistorisk Forening i Kjøbenhavn, Videnskabelige Meddelelser, Series 4*, **3**: 60-76.
- Biebow, N. (1996): Dinoflagellatenzysten als Indikatoren der Spät-und Postglazialen Entwicklung des Auftriebsgeschehens vor Peru.— *Geomar Report*, **57**: 1-100; Kiel.
- Blackburn, S.I., Hallegraef, G.M. & Bolch, C.J. (1989): Vegetative reproduction and sexual life cycle of the toxic dinoflagellate *Gymnodinium catenatum* from Tasmania, Australia.— *Journal of Phycology*, **25**: 577-590.

- Boessenkool, K.P., Brinkhuis, H., Schönfeld, J. & Targarona, J. (2001): North Atlantic sea-surface temperature changes and the climate of western Iberia during the last deglaciation; a marine palynological approach.— *Global and Planetary Change*, **30**: 33-39.
- Bond, G.C., Showers, W., Elliot, M., Evans, M., Lotti, R., Hajdas, I., Bonani, G. & Johnson, S. (1999): The North Atlantic 1-2 kyr Climate Rhythm: Relation to Heinrich Events, Dansgaard/Oeschger Cycles and the Little Ice Age.— *In*: Clark, P.U., Webb, R.S. & Keigwin, L.D. (Hrsg.): *Mechanisms of global climate change at millennial time scales*.— *Geophysical Monographs*, **112**: 35-58; American Geophysical Union, Washington.
- Boyce, R.E. (1973): Physical Property Methods.— *In*: Edgar, N.T., Saunders, J.B. *et al.* (Hrsg.): *Initial Reports of the Deep Sea Drilling Project* **15**: 1115-1128, Washington.
- Boyce, R.E. (1976): Definition and laboratory techniques of compressional sound velocity parameters and wet-water content, wet-bulk density, and porosity parameters by gravimetric and gamma ray attenuation techniques.— *In*: Schlanger, S.O., Jackson, E.D. *et al.* (Hrsg.): *Initial Reports of the Deep Sea Drilling Project*, **33**: 931-958, Washington.
- Bradford, M.R. (1975): New dinoflagellate cyst genera from the recent sediments of the Persian Gulf.— *Canadian Journal of Botany*, **53**: 3064-3074.
- Bradford, M.R. (1977): New species attributable to the dinoflagellate cyst genus *Lejeunia* Gerlach 1961, emend. Lentin and Williams 1975.— *Grana*, **16**(1): 45-59.
- Bradford, M.R. & Wall, D.A. (1984): The distribution of recent organic-walled dinoflagellate cysts in the Persian Gulf, Gulf of Oman, and Northwestern Arabian Sea.— *Palaeontographica*, **192**: 16-84.
- Brock, J.C., McClain, C.R. & Hay, W.W. (1992): A Southwest Monsoon Hydrographic Climatology for the Northwestern Arabian Sea.— *Journal of Geophysical Research*, **97**(C6): 9455-9465.
- Brock, J.C., McClain, C.R., Luther, M.E. & Hay, W.W. (1991): The Phytoplankton Bloom in the Northwestern Arabian Sea During the Southwest Monsoon of 1979.— *Journal of Geophysical Research*, **96**(C11): 20623-20642.
- Broecker, W.S. (1994): Massive iceberg discharges as triggers for global climate change.— *Nature*, **372**: 421-424.
- Broecker, W.S. (2000): Abrupt climate change: causal constraints provided by the paleoclimate record.— *Earth-Science Reviews*, **51**: 137-154.
- Broecker, W.S. & Denton, G.H. (1990): The role of ocean-atmosphere reorganizations in glacial cycles.— *Quaternary Science Reviews*, **9**: 305-341.
- Brooks, J., Grant, P.R., Muir, M., van Gijzel, P. & Shaw, G. (1971): Sporopollenin.— *Proceedings of a symposium held at the Geology Department, Imperial College, London*.— 1-718; Academic Press London, London.
- Bruce, J.G. (1974): Some details of upwelling off the Somali and Arabian coast.— *Journal of Marine Research*, **32**(2): 419-423.
- Budziak, D., Schneider, R.R., Rostek, F., Müller, P.J., Bard, E. & Wefer, G. (2000): Late Quaternary insolation forcing on total organic carbon and C37 alkenone variations in the Arabian Sea.— *Paleoceanography*, **15**(3): 307-321.

- Bujak, J.P. (1984): Cenozoic dinoflagellate cysts and acritarchs from the Bering Sea and northern North Pacific, DSDP Leg 19.— *Micropaleontology*, **30**(2): 180-212.
- Bujak, J.P. & Davies, E.H. (1983): Modern and fossil Peridiniineae.— *American Association of Stratigraphic Palynologists, Contribution Series*, **13**: 1-203.
- Bujak, J.P., Downie, C., Eaton, G.L. & Williams, G.L. (1980): Dinoflagellate cysts and acritarchs from the Eocene of South England.— *Special Papers in Palaeontology*, **224**: 1-100.
- Bütschli, O. (1873): Einiges über Infusorien.— *Archiv für Mikroskopische Anatomie*, **9**: 657-678.
- Bütschli, O. (1885): Erster Band. Protozoa. In: Bronn, D.H.G. (Hrsg.) *Klassen und Ordnungen des Thier-Reichs, wissenschaftlich dargestellt in Wort und Bild*.— 865-1088; C.F. Winter'sche Verlagsbuchhandlung, Leipzig, Heidelberg.
- Buzas, M.A. & Gibson, T.G. (1969): Species diversity: benthic foraminifera in Western North Atlantic.— *Science*, **163**(1): 72-75.
- Campbell, I.D., McDonald, K., Flannigan, M.D. & Kringayark, J. (1999): Long-distance transport of pollen into the Arctic.— *Nature*, **399**(5): 29-30.
- Chatton, É. (1914): Les cnidocysts du péridinien *Polykrikos schwartzii* Bütschli. Structure, fonctionnement, autogénèse, homologies.— *Archieve de Zoologie expérimentale et générale*, **54**: 157-194.
- Chatton, É. (1933): *Pheopolykrikos beauchampi* nov. gen., nov. sp., dinoflagellé polydinide autotrophe, dans l'Étang de Thau.— *Bulletin de la Société zoologique de France*, **58**: 251-254.
- Chengquan, H. & Xuekun, S. (1991): Dinoflagellate cysts from quaternary sediments of Nansha, the South China Sea.— In: Chengquan, H. et al. (Hrsg.): *Quaternary Biology Groups of the Nansha Islands and the Neighbouring Waters*.— 266-302.
- Cho, H.-J. & Matsuoka, K. (1999): Dinoflagellate cyst composition in the surface sediments from the Yellow Sea and the East China Sea.— *Proceedings 2nd International Workshop of Oceanography and Fisheries of the East China Sea*, 73-81.
- Cho, H.-J. & Matsuoka, K. (2001): Distribution of dinoflagellate cysts in surface sediments from the Yellow Sea and East China Sea.— *Marine Micropaleontology*, **42**: 103-123.
- Cho, H.-J., Matsuoka, K., Lee, J.-B. & Moon, C.-H. (2001): Dinoflagellate Cyst Assemblages in the Surface Sediments from the Northwestern East China Sea.— *Journal of the Fisheries Science and Technology*, **4**(3): 120-129.
- Clemens, S.C. & Prell, W.L. (1991): One million year record of summer monsoon winds and continental aridity from the Owen Ridge (Site 722), Northwest Arabian Sea.— In: Prell, W., Niitsuma, N., Emeis, K.C. et al. (Hrsg.): *Proceedings of the Ocean Drilling Program*, **117**: 365-388.
- Cleve, P.T. (1900): Plankton collected by the Swedish Expedition to Spitzbergen in 1898.— *Kungliga Svenska Vetenskapsakademien, Handlingar*, **32**(8): 21-22.
- Combaz, A. (1964): Les palynofaciés.— *Revue de Micropaleontologie*, **7**: 205-218.
- Conkright, M.E., Levitus, S. & Boyer, T.P. (1994): World Ocean Atlas 1994, Vol. 1: Nutrients. NOAA Atlas NESDIS 1.— 1-150; U.S. Department of Commerce, Washington.
- Cowie, G.L., Calvert, S.E., Pedersen, T.F., Schulz, H. & von Rad, U. (1999): Organic content and preservation controls in surficial shelf and slope sediments from the Arabian Sea (Pakistan margin).— *Marine Geology*, **161**: 23-38.

- Currie, R.I., Fisher, A.E. & Hargreaves, P.M. (1973): Arabian Sea Upwelling.— *In*: B. Zeitzschel, B. & Gerlach, J.A. (Hrsg.): *The Biology of the Indian Ocean*.— 37-52; Springer, Berlin.
- Dale, B. (1976): Cyst formation, sedimentation, and preservation: Factors affecting dinoflagellate assemblages in recent sediments from Trondheimsfjord, Norway.— *Review of Palaeobotany and Palynology*, **22**: 39-60.
- Dale, B. (1977): New Observations on *Peridinium faeroense* PAULSEN (1905), and Classification of small Orthoperidinioid Dinoflagellates.— *British Journal of Phycology*, **12**: 241-253.
- Dale, B. (1983): Dinoflagellate resting cysts: „benthic plankton“.— *In*: Fryxell, G.A. (Hrsg.): *Survival strategies of algae*.— 69-137; Cambridge University Press, Cambridge.
- Dale, B. (1996): Dinoflagellate cyst ecology: Modeling and geological applications.— *In*: Jansonius, J. & McGregor, D.C. (Hrsg.): *Palynology: principles and applications*.— **3**: 1249-1275; American Association of Stratigraphic Palynologists, Salt Lake City.
- Dale, B., Madsen, A., Nordberg, K. & Thorsen, T.A. (1993): Evidence for prehistoric and historic „blooms“ of the toxic dinoflagellate *Gymnodinium catenatum* in the Kattegat-Skagerrak region of Scandinavia.— *In*: Smayda, T.J. & Shimizu, Y. (Hrsg.): *Toxic Phytoplankton Blooms in the Sea*.— 47-57; Elsevier Science.
- Dansgaard, W., Johnsen, S.J., Clausen, H.B., Dahl-Jensen, D., Gundestrup, N.S., Hammer, C.U., Hvidberg, C.S., Steffensen, J.P., Sveinbjörnsdóttir, A.E., Jouzel, J. & Bond, G. (1993): Evidence for general instability of past climate from a 250 kyr ice-core record.— *Nature*, **364**: 218-220.
- Davey, R.J., Downie, C., Sarjeant, W.A.S. & Williams, G.L. (1966): VII. Fossil dinoflagellates cysts attributed to *Baltisphaeridium*.— *In*: Davey, R.J., Downie, C., Sarjeant, W.A.S. & Williams, G.L. (Hrsg.): *Studies on Mesozoic and Cainozoic Dinoflagellate Cysts*.— Bulletin of Geology, British Museum (Natural History), London, **3**: 157-175.
- Davey, R.J. & Williams, G.L. (1966): IV. The genus *Hystrichosphaera* and *Achomosphaera*.— *In*: *Studies on Mesozoic and Cainozoic Dinoflagellate Cysts*.— *In*: Davey, R.J., Downie, C., Sarjeant, W.A.S. & Williams, G.L. (Hrsg.): *Studies on Mesozoic and Cainozoic Dinoflagellate Cysts*.— Bulletin of Geology, British Museum (Natural History), London, **3**: 28-52.
- de Lange, G.J., van Os, B., Pruyssers, A., Middelburg, J.J., Castradori, D., van Santvoort, P., Müller, P.J., Eggenkamp, H. & Prahl, F.G. (1994): Possible early diagenetic alteration of palaeo proxies.— *In*: Zahn, R. *et al.* (Hrsg.): *Carbon cycling in the Glacial Ocean: Constraints on the Ocean's role in Global change*.— *NATO ASI Series*, **117**: 225-258; Springer Verlag, Berlin.
- de Vernal, A. & Mudie, P.J. (1989): Late Pliocene to Holocene Palynostratigraphy at ODP Site 645, Baffin Bay.— *In*: Srivastava, S.P., Arthur, M., Clement, B. *et al.* (Hrsg.): *Proceedings of the Ocean Drilling Program, Scientific Results*, **105**: 387-399.
- de Vernal, A., Turon, J.-L. & Guiot, J. (1993): Dinoflagellate cyst distribution in high-latitude marine environments and quantitative reconstruction of sea-surface salinity, temperature, and seasonality.— *Canadian Journal of Earth Science*, **31**: 48-62.
- de Vernal, A., Rochon, A., Turon, J.-L. & Matthiessen, J. (1997): Organic-walled dinoflagellate cysts: Palynological tracers of sea-surface conditions in middle and high latitude marine environments.— *Geobios*, **30**(7): 905-920.

- deBoer, P.L. (1989): *Astronomical cycles reflected in sediments*.— 1-20 (Zusammenfassung einer Vorlesung, Universität Aachen, 20.10.1989).
- Deflandre, G. & Cookson, I.C. (1955): Fossil microplankton from Australian Late Mesozoic and Tertiary sediments.— *Australian Journal of Freshwater Research*, **6**(2): 242-313.
- Demaison, G.J. & Moore, G.T. (1980): Anoxic environments and oil source bed genesis.— *Organic Geochemistry*, **2**: 9-31.
- Doher, L.I. (1980): Palynomorph preparation procedures currently used in the paleontology and stratigraphic laboratories.— *U.S. Geological Survey - Geological Survey Circulum*, **830**: 1-29.
- Edwards, L.E. & Andrieu, V.A.S. (1992): Distribution of selected dinoflagellate cysts in modern marine sediments.— In: Head, M.J. & Wrenn, J.H. (Hrsg.): *Neogene and Quaternary dinoflagellate cysts and acritarchs*.— 1-438; American Association of Stratigraphic Palynologists Foundation, Salt Lake City.
- Ehrenberg, C.G. (1838): Über das Massenverhältnis der jetzt lebenden Kieselinfusorien und über ein neues Infusorien-Conglomerat als Polierschiefer von Jastraba in Ungarn.— *Königliche Akademie der Wissenschaften zu Berlin, Abhandlungen*, **1836**(1): 109-135.
- Elbrächter, M. (1993): *Kolkwitziella* Lindemann 1919 and *Preperidinium* Mangin 1913: correct generic names in the *Diplopsalis*-group (Dinophyceae).— *Nova Hedwigia*, **56**(1-2): 173-178.
- Emeis, K.C., Morse, J.W. & Mays, L.L. (1991): Organic Carbon, Reduced Sulfur, and Iron in Miocene to Holocene Upwelling Sediments from the Oman and Benguela Upwelling System.— In: Prell, W., Niitsuma, N., Emeis, K.C. et al. (Hrsg.): *Proceedings of the Ocean Drilling Program*, **117**: 517-527.
- Esper, O. (2001): Reconstruction of recent and Late Quaternary oceanographic conditions in the Eastern South Atlantic Ocean based on calcareous and organic-walled dinoflagellate cysts.— *Berichte aus dem Fachbereich Geowissenschaften, Universität Bremen*, **189**: 1-130; Bremen.
- Esper, O. & Zonneveld, K.A.F. (2002): Distribution of organic-walled dinoflagellate cysts in surface sediments of the Southern Ocean (eastern Atlantic sector) between the Subtropical Front and the Weddell Gyre.— *Marine Micropaleontology*, **46**: 177-208
- Evitt, W.R. (1985): *Sporopollenin Dinoflagellate Cysts - their Morphology and Interpretation*.— 1-333; American Association of Stratigraphic Palynologists, Austin, TX.
- Fensome, R.A., Riding, J.B. & Taylor, F.J.R. (1996): Dinoflagellates.— In: Jansonius, J. & McGregor, D.C. (Hrsg.): *Palynology: principles and applications*.— **1**: 107-169; American Association of Stratigraphic Palynologists, Salt Lake City.
- Fensome, R.A., Taylor, F.J.R., Norris, G., Sarjeant, W.A.S., Wharton, D.I. & Williams, G.L. (1993): *A classification of living and fossil dinoflagellates*, 1-351; Micropaleontology Press, Hanover, Pennsylvania.
- Franca, S. & Almeida, J.F. (1989): Paralytic shellfish poisons in bivalve molluscs of the Portuguese coast caused by a bloom of the dinoflagellate *Gymnodinium catenatum*.— In: Okaichi, T., Anderson, D.M. & Nemoto, T. (Hrsg.): *Red Tides: Biology, Environmental Sciences, and Toxicology*.— 93-96; Elsevier, Amsterdam.
- Fukuyo, Y., Kodama, M., Ogata, T., Ishimaru, T., Matsuoka, K., Okaichi, T., Maala, A.M. & Ordoñez, J.A. (1993): Occurrence of *Gymnodinium catenatum* in Manila Bay, the Philippines.— In: Smayda, T.J. & Shimizu, Y. (Hrsg.): *Developments in Marine Biology*.— **3**: 875-880; Elsevier, Amsterdam.

- Goudie, A.S. & Middleton, N.J. (2001): Saharan dust storms: nature and consequences.— *Earth Science Reviews*, **56**: 179-204.
- Gran, H.H. & Braarud, T. (1935): A quantitative study of the phytoplankton in the Bay of Fundy and the Gulf of Maine (including observations on hydrography, chemistry and turbidity).— *Journal of the Biological Board of Canada*, **1**(5): 279-467.
- Graham, H.W. (1943): *Gymnodinium catenatum*, a new dinoflagellate from the Gulf of California.— *Transaction of the American Microscopic Society*, **62**: 259-261.
- Greuter, W., Barrie, F.R., Burdet, H.M., Chaloner, W.G., Demoulin, V., Hawksworth, D.L., Jorgensen, P.M., Nicolson, D.H., Silva, P.C., Trehane, P. & McNeill, J. (1994): *International Code of Botanical Nomenclature (Tokyo Code) adopted by the fifteenth International Botanical Congress, Yokohama, August - September 1993*.— 1-389; Koeltz, Königsstein.
- Haake, B., Ittekkot, V., Rixen, T., Ramaswamy, V., Nair, R.R. & Curry, W.B. (1993): Seasonality and interannual variability of particle fluxes to the deep Arabian Sea.— *Deep-Sea Research I*, **40**(7): 1323-1344.
- Habib, D. (1975): Neocomian dinoflagellate zonation in the western North Atlantic.— *Micropaleontology*, **21**(4): 373-392.
- Haeckel, E. (1894): *Systematische Phylogenie. Entwürfe eines natürlichen Systems der Organismen auf Grund ihrer Stammesgeschichte, I. Systematische Phylogenie der Protisten und Pflanzen*.— 1-400; Reimer, Berlin.
- Hairton Jr., N.G. & Bohonak, A.J. (1998): Copepod reproductive strategies: life-history theory, phylogenetic pattern and invasion of inland waters.— *Journal of Marine Sciences*, **15**: 23-34.
- Halim, Y. (1984): Plankton of the Red Sea and the Arabian Gulf.— *Deep Sea Research A*, **31**(6-8A): 969-982.
- Hallegraeff, G.M. (1993): A review of harmful algal blooms and their apparent global increase.— *Phycologia*, **32**: 79-99.
- Hallegraeff, G.M. & Bolch, C.J. (1992): Transport of diatom and dinoflagellate resting spores in ships' ballast water: implication for plankton biogeography and aquaculture.— *Journal of Plankton Research*, **14**(8): 1067-1084.
- Harada, K. (1974): Distribution of fossil microplankton in surface sediments of the Continental Margin of the Pacific off Japan.— Master's Thesis, University of Kyoto, Japan; 1-12.
- Harland, R. (1973): Appendix 2. Microplankton from boreholes in the lower reaches of the Firth of Clyde.— *In: Deegan, C.E., Kirby, R., Rae, I. & Floych, R. (Hrsg.): The superficial deposits of the Firth of Clyde and its sea locks*.— Reports of the Institute of Geological Sciences, **79**(3): 1-42.
- Harland, R. (1977): Recent and Late Quaternary (Flandrian and Devensian) dinoflagellate cysts from marine continental shelf sediments around the British Isles.— *Palaeontographica, Abteilung B*, **164**: 87-126.
- Harland, R. (1979): Dinoflagellate biostratigraphy of Neogene and Quaternary sediments at Holes 400/400A in the Bay of Biscay (Deep Sea Drilling Project Leg 48).— *In: Montadert, L. et al. (Hrsg.): Initial Reports of the Deep Sea Drilling Project*, **48**: 531-545.

- Harland, R. (1981): Cysts of the colonial dinoflagellate *Polykrikos schwartzii* Bütschli 1873, (Gymnodinales), from Recent sediments, Firth of Forth, Scotland.— *Palynology*, **5**: 65-79.
- Harland, R. (1982): A review of recent and Quaternary organic-walled dinoflagellate cysts of the genus *Protoperidinium*.— *Palaeontology*, **25**(2): 369-397.
- Harland, R. (1983): Distribution maps of recent dinoflagellate cysts in bottom sediments from the North Atlantic Ocean and adjacent Seas.— *Palaeontology*, **26**(2): 321-387.
- Harland, R. (1988): Quaternary dinoflagellate cyst biostratigraphy of the North Sea.— *Palaeontology*, **31**(3): 877-903.
- Harland, R., FitzPatrick, M.E.J. & Pudsey, C.J. (1999): Latest Quaternary dinoflagellate cyst climatostratigraphy for three cores from the Falkland Trough, Scotia and Weddell seas, Southern Ocean.— *Review of Palaeobotany and Palynology*, **107**: 265-281.
- Harland, R. & Pudsey, C.J. (1999): Dinoflagellate cysts from sediment traps deployed in the Bellinghousen, Weddell and Scotia seas, Antarctica.— *Marine Micropaleontology*, **37**: 77-99.
- Harland, R., Pudsey, C.J., Howe, J.A. & Fitzpatrick, M.E.J. (1998): Recent dinoflagellate cysts in a transect from the Falkland trough to the Weddell Sea, Antarctica.— *Palaeontology*, **41**(6): 1093-1131.
- Harland, R., Reid, P.C., Bobell, P. & Norris, G. (1980): Recent and subrecent dinoflagellate cysts from the Beaufort Sea, Canadian Arctic.— *Grana*, **19**: 211-225.
- Hastenrath, S. (1989): The Monsoonal Regimes of Upper-Hydrospheric Structure in the Tropical Indian Ocean.— *Atmosphere-Ocean*, **27**(3): 478-507.
- Hastenrath, S. & Greischar, L. (1991): The Monsoonal Current Regimes of the Tropical Indian Ocean: Observed Surface Flow Fields and Their Geotrophic and Wind-Driven Components.— *Journal of Geophysical Research*, **96**(C7): 12619-12633.
- Head, M.J. (1993): Dinoflagellates, Sporomorphs, and other Palynomorphs from the Upper Pliocene St. Erth Beds of Cornwall, Southwestern England.— *Journal of Paleontology, Supplement No. 3, Memoir 31*, **67**(3): 1-62.
- Head, M.J. (1994): Morphology and paleoenvironmental significance of the Cenozoic dinoflagellate genera *Tectatodinium* and *Habibacysta*.— *Micropaleontology*, **40**(4): 289-321.
- Head, M.J. (1996): Modern Dinoflagellate Cysts and their Biological Affinities.— *In*: Jansonius, J. & McGregor, D.C. (Hrsg.): *Palynology: principles and applications*.— **3**: 1197-1248; American Association of Stratigraphic Palynologists Foundation.
- Head, M.J., Harland, R. & Matthiessen, J. (2001): Cold marine indicators of the late Quaternary: the new dinoflagellate cyst genus *Islandinium* and related species.— *Journal of Quaternary Science*, **16**(7): 621-636.
- Head, M.J., Norris, G. & Mudie, P.J. (1989a): New species of dinocysts and new species of acritarch from the upper Miocene and lowermost Pliocene, ODP Leg 105, Site 646, Labrador Sea.— *In*: Srivastava, S.P., Arthur, M., Clement, B. *et al.* (Hrsg.): *Proceedings of the Ocean Drilling Program, Scientific Results* **105**: 453-466, Washington.
- Head, M.J., Norris, G. & Mudie, P.J. (1989b): Palynology and Dinocyst Stratigraphy of the Upper Miocene and Lowermost Pliocene, ODP Leg 105, Site 646, Labrador Sea.— *In*: Srivastava, S.P., Arthur, M., Clement, B. *et al.* (Hrsg.): *Proceedings of the Ocean Drilling Program, Scientific Results* **105**: 423-451, Washington.

- Head, M.J. & Westphal, H. (1999): Palynology and Paleoenvironments of a Pliocene carbonate platform: The Clino Core, Bahamas.— *Journal of Paleontology*, **73**(1): 1-25.
- Heinrich, H. (1988): Origin and consequences of cyclic ice rafting in the northeast Atlantic Ocean during the past 130.000 years.— *Quaternary Research*, **29**: 143-152.
- Herbert, T.D. (1994): Reading orbital signals distorted by sedimentation: models and examples.— *International Association of Sedimentologists, Special Publications*, **19**: 483-507.
- Höll, C. (1998): *Kalkige und organisch-wandige Dinoflagellaten-Zysten in Spätquartären Sedimenten des Tropischen Atlantiks und ihre Palökologische Auswertbarkeit*.— *Berichte aus dem Fachbereich Geowissenschaften, Universität Bremen*, **127**: 1-121; Bremen.
- Höll, C., Zonneveld, K.A.F. & Willems, H. (2000): Organic-walled dinoflagellate cyst assemblages in the tropical Atlantic Ocean and oceanographical changes over the last 140 ka.— *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*, **160**(1-2): 69-90.
- Imbrie, J., Hays, J.D., Martinson, D.G., McIntyre, A., Mix, A.C., Morley, J.J., Pisias, N.G., Prell, W.L. & Shackleton, N.J. (1984): The orbital theory of Pleistocene climate: Support from a revised chronology of the marine $\delta^{18}\text{O}$ record.— In: Berger, A.L. et al. (Hrsg.): *Milankovitch and Climate, Part 1*: 269-305; D. Reidel Publishing Company.
- Indelicato, S.R. & Loeblich III, A.R. (1986): A revision of the marine peridinoïd genera (Pyrrophyta) utilizing hypothecal-cingular plate relationships as a taxonomic guideline.— *Japanese Journal of Phycology*, **34**: 153-162.
- Jacobson, D.M. & Anderson, D.M. (1986): Thecate heterotrophic dinoflagellates: feeding behaviour and mechanisms.— *Journal of Phycology*, **22**: 249-258.
- Jan Du Chêne, R., Masure, E., Becheler, I., Biffi, U., De Vains, G., Faucon-Nier, D., Ferrario, R., Foucher, J.-C., Gaillard, M., Hochuli, P., Lachkar, G., Michoux, D., Monteil, E., Moron, J.-M., Rauscher, R., Raynaud, J.-F., Taugourdeau, J. & Turon, J.-L. (1986): Guide pratique pour la détermination de kystes de dinoflagellés fossiles: le complexe *Gonyaulacysta*.— *Bulletin Centres-Recherches Exploration-Production Elf-Aquitane, Mémoires*, **12**: 1-479.
- Jurkschat, T. (1998): Dinoflagellate cyst assemblages in surface sediments from the Arabian Sea off Pakistan (Northern Indian Ocean) - preliminary results.— *NTNU Vitenskapsmuseet Rapport botanisk Serie*, **1998**(1): 78-79.
- Jurkschat, T., Fenner, J. & von Rad, U. (1999): Paläoproduktivitätsentwicklung im Arabischen Meer während der letzten 60.000 Jahre rekonstruiert anhand von organischen Dinoflagellatenzysten.— *Terra Nostra*, **99**(4): 128-131.
- Kimor, B. (1973): Plankton Relations of the Red Sea, Persian Gulf and Arabian Sea.— In: Zeitschel, B. (Hrsg.): *The Biology of the Indian Ocean*.— 221-232; Springer Verlag, Heidelberg.
- Kofoid, C.A. & Swezy, O. (1921): The free-living unarmoured Dinoflagellata.— *University of California, Memoirs*, **5**: 1-562.
- Kokinos, J.P. & Anderson, D.M. (1995): Morphological development of resting cysts in cultures of the marine dinoflagellate *Lingulodinium polyedrum* (= *L. machaerophorum*).— *Palynology*, **19**: 143-166.

- Konovalova, G.V. (1993): Toxic and potentially toxic dinoflagellates from the far east coastal waters of Russia.— *In: Smayda, T.J. & Y. Shimizu, Y. (Hrsg.): Developments in Marine Biology.*— **3**: 275-279; Elsevier, Amsterdam.
- Kovach, C.S. (1999): *MVSP Plus, Version 3.1.*— 1-127; Kovach Computing Services, Pentraeth, Wales.
- Krey, J. (1973): Primary Production in the Indian Ocean I.— *In: Zeitschel, B. (Hrsg.): The Biology of the Indian Ocean.*— 115-126; Springer Verlag, Berlin.
- Kudrass, H.-R., Hofmann, A., Doose, H., Emeis, K. & Erlenkeuser, H. (2001): Modulation and amplification of climatic changes in the Northern Hemisphere by the Indian summer monsoon during the past 80 k.y.— *Geology*, **29**(1): 63-66.
- Kunz-Pirrung, M. (1998): Rekonstruktion der Oberflächenwassermassen der östlichen Laptevsee im Holozän anhand von aquatischen Palynomorphen.— *Berichte Polarforschung*, **281**: 1-117.
- Kunz-Pirrung, M. (1999): Distribution of Aquatic Palynomorphs in Surface Sediments from the Laptev Sea, Eastern Arctic Ocean.— *In: Kassens, H., Bauch, H.A., Dmitrenko, I. et al. (Hrsg.): Land-Ocean Systems in the Siberian Arctic: Dynamic and History.*— 561-575; Springer-Verlag, Berlin.
- Kunz-Pirrung, M. (2001): Dinoflagellate cyst assemblage in surface sediments of the Laptev Sea region (Arctic Ocean) and their relationship of hydrographic conditions.— *Journal of Quaternary Science*, **16**(7): 637-650.
- Lampitt, R.S., Hillier, W.R. & Challenor, P.G. (1993): Seasonal and diel variation in the open ocean concentration of marine snow aggregates.— *Nature*, **362**: 737-739.
- Lentin, J.K. & Williams, G.L. (1981): Fossil Dinoflagellates: index to genera and species, 1981 edition.— *Bedford Institute of Oceanography, Rapport Series*, **BI-R-81-12**: 1-345.
- Lentin, J.K. & Williams, G.L. (1993): Fossil Dinoflagellates: Index to Genera and Species, 1993 Edition.— *American Association of Stratigraphic Palynologists, Contribution Series*, **28**: 1-856.
- Leuschner, D.C. & Sirocko, F. (2000): The low-latitude monsoon climate during Dansgaard-Oeschger cycles and Heinrich Events.— *Quaternary Science Review*, **19**: 243-254.
- Levitus, S. & Boyer, T.P. (1994a): World Ocean Atlas 1994, Vol. 2: Oxygen. NOAA Atlas NESDIS 2.— 1-186; U.S. Department of Commerce, Washington.
- Levitus, S. & Boyer, T.P. (1994b): World Ocean Atlas 1994, Vol. 4: Temperature. NOAA Atlas NESDIS 4.— 1-117; U.S. Department of Commerce, Washington.
- Levitus, S., Burgett, R. & Boyer, T.P. (1994): World Ocean Atlas 1994, Vol. 3: Salinity. NOAA Atlas NESDIS 3.— 1-99; U.S. Department of Commerce, Washington.
- Lewis, J. (1988): Cysts and sediment: *Gonyaulax polyedra* (*Lingulodinium machaeophorum*) in Loch Ceran.— *Journal of the Marine Biological Association, U.K.*, **68**: 701-714.
- Lewis, J. & Dodge, J.D. (1987): The cyst-theca relationship of *Protoperidinium americanum* (GRAN & BRAARUD) BALECH.— *Journal of Micropalaeontology*, **6**(2): 113-121.
- Lewis, J., Dodge, J.D. & Tett, P. (1984): Cyst-theca relationships in some *Protoperidinium* species (Peridinales) from Scottish sea lochs.— *Journal of Micropalaeontology*, **3**(2): 25-34.
- Lindemann, E. (1928): Abteilung Peridineae (Dinoflagellatae).— *In: Engler, A. & Prantl, K. (Hrsg.): Die natürlichen Pflanzenfamilien nebst ihren Gattungen und wichtigeren Arten insbesondere den Nutzpflanzen.*— **2**: 3-104; Wilhelm Engelmann, Leipzig.

- Loeblich, A.R. Jr. & Loeblich III, A.R. (1970): Index to the genera, subgenera, and sections of the Pyrrhophyta, IV.— *Journal of Paleontology*, **44**: 536-543.
- Loeblich III, A.R. (1970): The amphisma or dinoflagellate cell covering.— *Proceedings of the North American Paleontological Convention, Chicaco, 1969.*— **Part G**: 867-929.
- Lohmann, H. (1910): Eier und Cysten des nordischen Planktons.— *Plankton, Zoologischer Teil*, **2**: 1-20.
- Lückge, A., Doose-Rolinski, H., Khan, A.A., Schulz, H. & von Rad, U. (2001): Monsoonal variability in the northeastern Arabian Sea during the past 5000 years: geochemical evidence from laminated sediments.— *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*, **167**: 273-286.
- Lückge, A., Ercegovac, M., Strauss, H. & Littke, R. (1999): Early diagenetic alteration of organic matter by sulfate reduction in Quaternary sediments from the northeastern Arabian Sea.— *Marine Geology*, **158**: 1-13.
- Maddy, D. & Brew, J.S. (1995): *Statistical modelling of Quaternary science data.*— 1-257; Cambridge University Press, Cambridge.
- Madhupratap, M., Prasanna Kumar, S., Bhattathiri, P.M.A., Dileep Kumar, M., Raghukumar, S., Nair, K.K.C. & Ramaiah, N. (1996): Mechanism of the biological response to winter cooling in the northeastern Arabian Sea.— *Nature*, **384**: 549-552.
- Mangin, L. (1911): Sur l'existence d'individus dextres et senestres chez certains peridinien.— *Comptes rendus hebdomadaires des séances de l'Académie des sciences*, **153**: 27-32
- Mantell, G.A. (1850): *A Pictorial Atlas of Fossil Remains Consisting of Coloured Illustrations Selected from Parkinson's „Organic Remains of a Former World“, and Artis's „Antediluvian phytology“.*— 1-207; Henry G. Bohn, London.
- Mantell, G.A. (1854): *The Medals of Creation; or, First Lessons in Geology and the Study of Organic Remains.*— 1-930; Henry G. Bohn, London.
- Marret, F. (1993): Les effets de l'acétolyse sur les assemblages des kystes de dinoflagellés.— *Palynoscience*, **2**: 267-272.
- Marret, F. (1994): Distribution of dinoflagellate cysts in recent marine sediments from the east Equatorial Atlantic (Gulf of Guinea).— *Review of Paleobotany and Paleontology*, **84**: 1-22.
- Marret, F. & de Vernal, A. (1997): Dinoflagellate cyst distribution in the surface sediments of the southern Indian Ocean.— *Marine Micropaleontology*, **29**: 367-392.
- Marret, F. & Zonneveld, K.A.F. (im Druck): Atlas of the modern global organic-walled dinoflagellate cyst distribution.— *Review of Paleobotany and Paleontology*, 1-120.
- Martínez-Hernández, E. & Hernández-Campos, H.E. (1991): Distribución de quistes de dinoflagelados y acritarcas en sedimentos holocénicos del Golfo de California.— *Paleontología Mexicana*, **57**: 1-133.
- Mathison, S.W. & Chmura, G.L. (1995): Utility of Microforaminifera test linings in Palynological Preparations.— *Palynology*, **19**: 77-84.
- Matsuoka, K. (1982): Dinoflagellate cysts in surface sediments of Omura Bay, West Kyushu, Japan.— *Fundamental Studies of the Effects of Marine Environment of the Outbreaks of Red Tides, Report on Environmental Sciences*, **B148-R14-8**: 197-204.

- Matsuoka, K. (1983): Late Cenozoic dinoflagellates and Acritarchs in the Niigata district, Central Japan.— *Palaeontographica, Abteilung B*, **187**: 89-157.
- Matsuoka, K. (1985a): Archeopyle structure in modern Gymnodinialean dinoflagellate cysts.— *Review of Palaeobotany and Palynology*, **44**: 217-231.
- Matsuoka, K. (1985b): Organic-walled dinoflagellate cysts from surface sediments of Nagasaki Bay and Senzaki Bay, West Japan.— *Bulletin of the Faculty of Liberal Arts, Nagasaki University, (Natural Science)*, **25**(2): 21-115.
- Matsuoka, K. (1987): Organic-walled dinoflagellate cysts from surface sediments of Akkeshi Bay and Lake Saroma, North Japan.— *Bulletin of the Faculty of Liberal Arts, Nagasaki University, (Natural Science)*, **28** (1): 35-123.
- Matsuoka, K. (1988): Cyst-theca relationships in the Diplopsalid group (Peridinales, Dinophyceae).— *Review of Palaeobotany and Palynology*, **56**: 95-122.
- Matsuoka, K. (1989): Morphological features of the cyst of *Pyrodinium bahamense* var. *compressum*.— In: Hallegraeff, G.M. & Maclean, J.L. (Hrsg.): *Biology, epidemiology and management of Pyrodinium red tides*.— **21**: 219-229; Manila, Philippines.
- Matsuoka, K. & Bujak, J.P. (1988): Cenozoic dinoflagellate cysts from the Navarin Basin, Norton Sound and St. George Basin, Bering Sea.— *Bulletin of the Faculty of Liberal Arts, Nagasaki University, (Natural Science)*, **29**(1): 1-147.
- Matsuoka, K. & Fukujo, Y. (1994): Geographical Distribution of the Toxic Dinoflagellate *Gymnodinium catenatum* GRAHAM in Japanese Coastal Waters.— *Botanica Marina*, **17**: 495-503.
- Matsuoka, K. & Fukuyo, Y. (1986): Cyst and motile morphology of a colonial dinoflagellate *Pheopolykrikos hartmannii* (Zimmermann) comb. nov.— *Journal of Plankton Research*, **8**(4): 811-818.
- Matsuoka, K. & Lee, J.-B. (1994): Dinoflagellate cysts in surface sediments of Aso Bay and Mine Bay in Tsushima Island, West Japan.— *Bulletin of the Faculty of Liberal Arts, Nagasaki University, (Natural Science)*, **34**(2): 121-132.
- Matsuoka, K., McMinn, A. & Wrenn, J.H. (1997): Restudy of the Holotype of *Operculodinium centrocarpum* (Deflandre & Cookson) WALL (Dinophyceae) from the Miocene of Australia, and the Taxonomy of related species.— *Palynology*, **21**: 19-33.
- Matthiessen, J. (1991): Dinoflagellaten-Zysten im Spätquartär des Europäischen Nordmeeres: Palökologie und Paläo-Ozeanographie.— *Geomar Report*, **7**: 1-104; Kiel.
- Matthiessen, J. (1995): Distribution patterns of dinoflagellate cysts and other organic-walled microfossils in recent Norwegian-Greenland Sea sediments.— *Marine Micropaleontology*, **24**: 307-334.
- Matthiessen, J. & Knies, J. (2001): Dinoflagellate cyst evidence for warm interglacial conditions at the northern Barents Sea margin during marine isotope stage 5.— *Journal of Quaternary Science*, **16**(7): 727-738.
- McCreary, J.P. & Kundu, P.K. (1989): A Numerical Investigation of Sea Surface Temperature Variability in the Arabian Sea.— *Journal of Geophysical Research*, **94**(C11): 16,097-16,114.
- McMinn, A. (1991): Recent dinoflagellate cysts from estuaries on the central coast of New South Wales, Australia.— *Micropaleontology*, **37**(3): 269-287.

- McMinn, A. (1992): Recent and Late Quaternary Dinoflagellate Cyst Distribution on the Continental Shelf and Slope of Southeastern Australia.— *Palynology*, **16**: 13-24.
- McMinn, A., Bolch, C. & Hallegraeff, G. (1992): *Cobricosphaeridium* Harland and Sarjeant: Dinoflagellate cyst or copepod egg?— *Micropaleontology*, **38**(3): 315-316.
- McMinn, A. & Sun, X. (1994): Recent dinoflagellate cysts from the Chatham Rise, Southern Ocean, East of New Zealand.— *Palynology*, **18**: 41-53.
- McMinn, A. & Wells, P. (1997): Use of dinoflagellate cysts to determine changing Quaternary sea-surface temperature in southern Australia.— *Marine Micropaleontology*, **29**: 407-422.
- Molinari, R.L., Olson, D. & Reverdin, G. (1990): Surface current distribution in the tropical Indian Ocean derived from compilations of surface buoy trajectories.— *Journal of Geophysical Research*, **95**(C5): 7217-7238.
- Montresor, M., Zingone, A. & Marino, D. (1993): The calcareous resting cysts of *Pentaparsodinium tyrrhenicum* comb. nov. (Dinophyceae).— *Journal of Phycology*, **29**: 223-230.
- Morey-Gaines, G. & Ruse, R.H. (1980): Encystment and reproduction of the predatory dinoflagellate *Polykrikos kofoidii* Chatton (Gymnodiniales).— *Phycologia*, **19**(3): 230-236.
- Morzadec-Kerfourn, M.T. (1979): La mer pelagienne; étude sedimentologique et écologique de Plateau Tunisien et de Golfe de Gabes.— *Provence Université, Annales, Géologique Méditerranée*, **6**: 221-246.
- Mudie, P.J. (1989): Palynology and dinocyst biostratigraphy of the Late Miocene to Pleistocene, Norwegian Sea: ODP Leg 104, Sites 642 to 644.— *In*: Eldholm, O., Thiede, J., Taylor, E. *et al.* (Hrsg.): *Initial Reports of the Deep Sea Drilling Project*, **104**: 587-610; ODP, College Station, TX.
- Mudie, P.J. (1992): Circum-Arctic Quaternary and Neogene marine palynofloras: paleoecology and statistical analysis.— *In*: Head, M.J. & Wrenn, J.H. (Hrsg.): *Neogene and Quaternary dinoflagellate cysts and acritarchs*.— 347-390; American Association of Stratigraphic Palynologists Foundation, Dallas, Tx.
- Mudie, P.J. & Short, S.K. (1985): Marine Palynology of Baffin Bay.— *In*: Andrews, J.T. (Hrsg.): *Quaternary studies of Baffin Island, West Greenland and Baffin Bay*.— 263-308; Allen & Unwin, London.
- Murray, D.W. & Prell, W.L. (1991): Pliocene to Pleistocene Variations in Calcium Carbonate, Organic Carbon, and Opal on the Owen Ridge, Northern Arabian Sea.— *In*: Prell, W.L., Niitsuma, N. *et al.* (Hrsg.): *Proceedings of the Ocean Drilling Program, Scientific Results*, **117**: 343-363; College Station, TX.
- Murray, D.W. & Prell, W.L. (1992): Late Pliocene and Pleistocene climatic oscillation and monsoon upwelling recorded in sediments from the Owen Ridge, northwestern Arabian Sea.— *In*: Summerhayes, C.P., Prell, W.L. & Emeis, K.C. (Hrsg.): *Upwelling Systems: Evolution since the Early Miocene*.— *Geological Society of London, Special Publication*, **64**: 197-213; London.
- Naidu, P.D. & Malmgren, B.A. (1996): A high-resolution record of late Quaternary upwelling along the Oman Margin, Arabian Sea based on planktonic foraminifera.— *Palaeoceanography*, **11**(1): 129-140.
- Naqvi, S.W.A. (1987): Some aspects of the oxygen-deficient conditions and denitrification in the Arabian Sea.— *Journal of Marine Research*, **45**(4): 1049-1072.

- Naqvi, S.W.A. & Shailaja, M.S. (1993): Activity of the respiratory electron transport system and respiration rates within the oxygen minimum layer of the Arabian Sea.— *In*: Burkill, P.H., Mantoura, R.F.C. & Owens, N.J.P. (Hrsg.): *Biochemical Cycling in the Northwestern Indian Ocean*.— *Deep Sea Research II*, **40**: 643-649.
- Nehring, S. (1994): Dinoflagellaten-Dauerzysten in deutschen Küstengewässern: Vorkommen, Verbreitung, und Bedeutung als Rekrutierungspotential.— *Berichte aus dem Institut für Meereskunde, Kiel*, **259**: 1-231.
- Niitsuma, N., Oba, T. & Okada, M. (1991): Oxygen and Carbon Isotope Stratigraphy at Site 723, Oman Margin.— *In*: Prell, W., Niitsuma, N., Emeis, K.C. *et al.* (Hrsg.): *Proceedings of the Ocean Drilling Program*, **117**: 321-341, Washington.
- Okada, H. & McIntyre, A. (1979): Seasonal distribution of modern Coccolithophores in the North Atlantic Ocean.— *Marine Biology*, **54**: 319-328.
- Oliver, M.A. & Webster, R. (1990): Kriging: A method of interpolation for geographical information systems.— *International Journal of Geographic Information Systems*, **4**(3): 313-332.
- Ostenfeld, C.H. (1903): Phytoplankton from the seas around the Faeröes.— *Botany from the Faeröes based upon Danish investigations*, **2**: 558-612; Det Nordiske Forlag, Copenhagen.
- Paillard, D., Labeyrie, L. & Yiou, P. (1996): MACINTHOSCH program performs time series analysis.— *EOS Transactions AGU*, **77**(39): 379.
- Parke, M. & Dodge, J.D. (1976): Dinophyta-Dinophyceae.— *In*: Parke, M. & Dixon, P.S. (Hrsg.): *Checklist of British marine algae, third revision*.— *Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom*, **56**: 542-551.
- Pascher, A. (1914): Über Flagellaten und Algen.— *Berichte der Deutschen Botanischen Gesellschaft*, **32**: 136-160.
- Paulsen, O. (1904): Plankton-investigations in the waters around Iceland in 1903.— *Meddelelser fra det danske Kommissionen for Fisk og Havundersøgelser, Serie Plankton*, **1**(1): 1-40.
- Paulsen, O. (1905): On some Peridinae and plankton diatoms.— *Meddelelser fra det danske Kommissionen for Fisk og Havundersøgelser, Serie Plankton*, **1**(3): 1-40.
- Paulsen, O. (1907): The Peridinales of the Danish waters.— *Meddelelser fra det danske Kommissionen for Fisk og Havundersøgelser, Serie Plankton*, **1**(5): 1-26.
- Pavillard, J. (1912): À propos du *Diplopsalis lenticula* Bergh.— *Comptes rendus hebdomadaires des séances de l'Académie des sciences*, **155**: 173-175.
- Pavillard, J. (1913): Le genre *Diplopsalis* Bergh et les genres voisins.— 1-12; Montpellier (vom Autor publiziert).
- Pavillard, J. (1916): Recherches sur les péridiniens du Golfe du Lion.— *Institut de Botanique de l'Université de Montpellier et de Station Zoologique de Cette, Travail, Série mixte, Mémoire*, **4**: 1-73.
- Pédelaborde, P. (1963): *The Monsoon*.— 1-196; University Press Aderdeen, Aberdeen.
- Pfiester, L.A. & Anderson, D.M. (1987): Dinoflagellate life-cycles and their environmental control.— *In*: Taylor, F.J.R. (Hrsg.): *The Biology of Dinoflagellates*.— *Botanical Monographs*, **21**: 611-648; Blackwell Scientific Publications, Oxford.

- Phipps, D. & Playford, G. (1984): Laboratory techniques for extraction of palynomorphs from sediment.— *Papers of the Department of Geology, University of Queensland*, **11**(1): 1-23.
- Pielou, E.C. (1966): The measurement of diversity in different types of biological collections.— *Journal of theoretical Biology*, **13**: 131-144.
- Pond, S. & Pickard, G.L. (1983): *Introductory dynamical oceanography*.— 1-255; Pergamon Press, Oxford.
- Prell, W.L. (1984): Variation of monsoonal upwelling: a response to changing solar radiation.— *Geophysical Monograph* **29**: 48-57.
- Prell, W.L., Niitsuma, N., Emeis, K.C., Al-Suleiman, Z.K., Al-Tobbah, A.N.K., Anderson, D.M., Barnes, R.O., Bilak, R.A., Bloemendal, J., Bray, C.J., Busch, W.H., Clemens, S.C., deMenocal, P., Debrabant, P., Hayashida, A., Hermelin, J.O.R., Jarrard, R.D., Krissek, L.A., Kroon, D., Murray, D.W., Nigrini, C.A., Pedersen, T.F., Ricken, W., Shimmiel, G.B., Spaulding, S.A., Takayama, T., ten Haven, H.L. & Weedon, G.P. (1989a): Introduction, Background, and major Objectives for ODP Leg 117 (Western Arabian Sea) in Search of Ancient Monsoons.— *In*: Prell, W.L., Niitsuma, N. *et al.* (Hrsg.): *Proceedings of the Ocean Drilling Program, Initial Reports*, **117**: 5-10; College Station, TX.
- Prell, W.L., Niitsuma, N., Emeis, K.C., Al-Suleiman, Z.K., Al-Tobbah, A.N.K., Anderson, D.M., Barnes, R.O., Bilak, R.A., Bloemendal, J., Bray, C.J., Busch, W.H., Clemens, S.C., deMenocal, P., Debrabant, P., Hayashida, A., Hermelin, J.O.R., Jarrard, R.D., Krissek, L.A., Kroon, D., Murray, D.W., Nigrini, C.A., Pedersen, T.F., Ricken, W., Shimmiel, G.B., Spaulding, S.A., Takayama, T., ten Haven, H.L. & Weedon, G.P. (1989b): Site 722.— *In*: Prell, W.L., Niitsuma, N. *et al.* (Hrsg.): *Proceedings of the Ocean Drilling Program, Initial Reports*, **117**: 255-317, College Station, TX.
- Prell, W.L., Niitsuma, N., Emeis, K.C., Al-Suleiman, Z.K., Al-Tobbah, A.N.K., Anderson, D.M., Barnes, R.O., Bilak, R.A., Bloemendal, J., Bray, C.J., Busch, W.H., Clemens, S.C., deMenocal, P., Debrabant, P., Hayashida, A., Hermelin, J.O.R., Jarrard, R.D., Krissek, L.A., Kroon, D., Murray, D.W., Nigrini, C.A., Pedersen, T.F., Ricken, W., Shimmiel, G.B., Spaulding, S.A., Takayama, T., ten Haven, H.L. & Weedon, G.P. (1989c): Site 723.— *In*: Prell, W.L., Niitsuma, N. *et al.* (Hrsg.): *Proceedings of the Ocean Drilling Program, Initial Reports*, **117**: 319-384, College Station, TX.
- Prins, M.A. (1999): Pelagic, hemipelagic and turbidite deposition in the Arabian Sea during the Late Quaternary.— *Mededelingen van de Faculteit Aardwetenschappen, Universiteit Utrecht*, **168**: 1-192; Utrecht.
- Prins, M.A., Postma, G., Cleveringa, J., Cramp, A. & Kenyon, N.H. (2000): Controls on terrigenous sediment supply to the Arabian Sea during the late Quaternary: the Indus Fan.— *Marine Geology*, **169**: 327-349.
- Qasim, S.Z. (1982): Oceanography of the northern Arabian Sea.— *Deep-Sea Research*, **29**(9A): 1041-1068.
- Quevedo, M., Gonzalez-Quiros, R. & Anadon, R. (1999): Evidence of heavy predation by *Noctiluca scintillans* on *Acartia clausi* (Copepoda) eggs off the central Cantabrian coast (NW Spain).— *Oceanologica Acta*, **22**(1): 127-131.
- Quraishie, G.S. (1984): Circulation in the North Arabian Sea at Murray Ridge During SW Monsoon.— *Deep-Sea Research*, **31**(6-8): 651-664.
- Rampino, M.R. & Self, S. (1993): Climate-volcanism feedback of the Toba Eruption of ~ 74.000 years ago.— *Quaternary Research*, **40**: 269-280.

- Rao, D.V.S., Al-Yamani, F. & Rao, C.V.N. (1999): Eolian dust affects phytoplankton in the waters off Kuwait, the Arabian Gulf.— *Naturwissenschaften*, **86**: 525-529.
- Reichart, G.J., Nortier, J., Versteegh, G. & Zachariasse, W.J. (2002): Periodical breakdown of the Arabian Sea oxygen minimum zone caused by deep convective mixing.— *Geological Society of London, Special Publication*, **185**: 615-628; London.
- Reichart, G.-J., den Dulk, M., Visser, H.J., van der Weijden, C.H. & Zachariasse, W.J. (1997): A 225 kyr record of dust supply, paleoproductivity and the oxygen minimum zone from the Murray Ridge (northern Arabian Sea).— *Paleogeography, Paleoclimatology, Paleoecology*, **134**: 149-169.
- Reichart, G.-J., Lourens, L.J. & Zachariasse, W.J. (1998): Temporal variability in the northern Arabian Sea Oxygen Minimum Zone (OMZ) during the last 225,000 years.— *Paleoceanography*, **13**(6): 607-621.
- Reid, P.C. (1972): *The distribution of dinoflagellate cysts, pollen and spores in recent marine sediments from the coast of the British Isles*.— Ph.D. Thesis, University of Sheffield, 1-277.
- Reid, P.C. (1974): Gonyaulacacean dinoflagellate cysts from the British Isles.— *Nova Hedwigia*, **25**: 579-637.
- Reid, P.C. (1977): Peridiniacean and Glenodiniacean Dinoflagellate Cysts from the British Isles.— *Nova Hedwigia*, **29**: 429-463.
- Reid, P.C. (1978): Dinoflagellate Cysts in the Plankton.— *Newsletter of Phytology*, **80**: 219-229.
- Rixen, T., Haake, B., Ittekkot, V., Guptha, M.V.S., Nair, R.R. & Schüssel, P. (1996): Coupling between SW monsoon-related surface and deep ocean processes as discerned from continuous particle flux measurements and correlated satellite data.— *Journal of Geophysical Research*, **101** (C12): 28569-28582.
- Rochon, A. (1997): *Palynologie marine dans le nord-est de l'Atlantique nord: distribution des kystes de dinoflagellés dans les sédiments récents et changements environnement aux le long des marges Sud Scandinaves au cours du dernier cycle climatique*.— Ph.D. Thesis Université du Québec à Montréal, Montréal, 1-178.
- Rochon, A. & de Vernal, A. (1994): Palynomorph distribution in recent sediments from the Labrador Sea.— *Canadian Journal of Earth Science*, **31**: 115-127.
- Rochon, A., de Vernal, A., Sejrup, H.-P. & Hafliðason, H. (1998): Palynological Evidence of Climatic and Oceanographic Changes in the North Sea during the Last Deglaciation.— *Quaternary Research*, **49**: 197-207.
- Rochon, A., de Vernal, A., Turon, J.-L., Matthiessen, J. & Head, M.J. (1999): *Distribution of Recent Dinoflagellate Cysts in Surface Sediments from in the North Atlantic Ocean and Adjacent Seas in Relation to Sea-Surface Parameters*.— 1-146; American Association of Stratigraphic Palynologists, Dallas.
- Rogalla, U. (2002): Rekonstruktion von Paläo-Umweltbedingungen mit Coccolithophoriden aus spätquartären Sedimenten des nördlichen Arabischen Meeres.— *Bochumer Geowissenschaftliche Arbeiten*, **2**: 1-80; Ruhr-Universität, Bochum.
- Rossignol, M. (1962): Analyse pollinique de sédiments marins quaternaires en Israël. II. - Sédiments pleistocène.— *Pollen et Spores*, **4**(1): 121-149.

- Rossignol, M. (1964): Hystrichosphères du quaternaire en méditerranée orientale, dans les sédiments pléistocène et les boues marines actuelles.— *Revue de Micropaléontologie*, **7**(2): 83-99.
- Saijo, Y. (1973): The Formation of the Chlorophyll Maximum in the Indian Ocean.— *In*: Zeitschel, B. (Hrsg.): *The Biology of the Indian Ocean*.— 171-173; Springer Verlag, Heidelberg.
- Sarjeant, W.A.S. (1970): The genus *Spiniferites* Mantell, 1850 (Dinophyceae).— *Grana*, **10**(1): 74-78.
- Sastry, J.S. & Gopinathan, C.K. (1985): Climate of the Northern Indian Ocean and Associated Productivity.— *Tropical Ecology*, **26**: 124-131.
- Schiller, J. (1935): Dinoflagellatae (Peridineae) in monographischer Behandlung. 2. Teil, Lieferung 1.— *In*: Kolkwitz, R. (Hrsg.): *Dr. L. Rabenhorst's Kryptogamen-Flora von Deutschland, Österreich und der Schweiz, Zehnter Band. Flagellatae*.— 1-160; Akademische Verlagsgesellschaft, Leipzig.
- Schnepf, E. & Elbrächter, M. (1992): Nutritional strategies in dinoflagellates. A review with emphasis on cell biological aspects.— *European Journal of Protistology*, **28**: 3-24.
- Schott, F., Swallow, J.C. & Fieux, M. (1990): The Somali current at the equator: annual cycle of currents and transports in the upper 1000 m and connection to neighboring latitudes.— *Deep Sea Research*, **37**(12): 1825-1848.
- Schott, W., von Stackelberg, U., Eckhardt, F.-J., Mattiat, B., Peters, J. & Zobel, B. (1970): Geologische Untersuchungen an Sedimenten des indisch-pakistanischen Kontinentalrandes (Arabisches Meer).— *Geologische Rundschau*, **60**: 264-275.
- Schubert, C.J., Villanueva, J., Calvert, S.E., Cowie, G.L., von Rad, U., Schulz, H., Berner, U. & Erlenkeuser, H. (1998): Stable phytoplankton community structure in the Arabian Sea over the past 200,000 years.— *Nature*, **394**(8): 563-566.
- Schulte, S. & Müller, P.J. (2001): Variations of sea surface temperature and primary productivity during Heinrich and Dansgaard-Oeschger events in the northeastern Arabian Sea.— *Geo-Marine Letters*, **21**: 168-175.
- Schulte, S., Rostek, F., Bard, E., Rullkötter, J. & Marchal, O. (1999): Variations of oxygen-minimum and primary productivity recorded in sediments of the Arabian Sea.— *Earth and Planetary Science Letters*, **173**: 205-221.
- Schulz, H., Rad, U.v. & Stackelberg, U.v. (1996): Laminated sediments from the oxygen minimum zone of the northeastern Arabian Sea.— *In*: Kemp, A.E.S. (Hrsg.): *Palaeoclimatology and Palaeoceanography from Laminated Sediments*.— *Geological Society of London, Special Publication*, **116**: 185-207.
- Schulz, H., von Rad, U. & Erlenkeuser, H. (1998): Correlation between Arabian Sea and Greenland climate oscillation of the past 110,000 years.— *Nature*, **393**(5): 54-57.
- Schulz, M. (1996): SPECTRUM und ENVELOPE - Computerprogramme zur Spektralanalyse nicht äquidistanter, paläoklimatischer Zeitreihen.— *Berichte aus dem Sonderforschungsbereich 313, Universität Kiel*, **65**: 1-131.
- Schulz, M. & Statterger, K. (1997): SPECTRUM: Spectral analysis of unevenly spaced paleoclimatic time series.— *Computer & Geosciences*, **23**(9): 929-945.
- Sen Guptha, R. & Naqvi, S.W.A. (1984): Chemical oceanography of the Indian Ocean, north of the equator.— *Deep-Sea Research*, **31**(6-8A): 671-706.

- Shenoi, S.S.C., Shetye, S.R., Gouveia, A.D. & Michael, G.S. (1993): Salinity Extrema in the Arabian Sea.— *Mitteilungen des Geologisch-Paläontologischen Instituts, Universität Hamburg*, **76**: 37-49.
- Shetye, S.R., Gouveia, A.D. & Shenoi, S.S.C. (1994): Circulation and water masses of the Arabian Sea.— In: Lal, D. (Hrsg.): *Biogeochemistry of the Arabian Sea*.— 9-25; Indian Academy of Sciences, Bangalore.
- Shetye, S.R., Gouveia, A.D., Shenoi, S.S.C., Michael, G.S., Sundar, D., Almeida, A.M. & Santanam, K. (1991): The coastal current off western India during the northeast monsoon.— *Deep-Sea Research*, **38**(12): 1517-1529.
- Shetye, S.R., Gouveia, A.D., Shenoi, S.S.C., Sundar, D., Michael, G.S., Almeida, A.M. & Santanam, K. (1990): Hydrography and circulation off the west coast of India during the Southwest Monsoon 1987.— *Journal of Marine Research*, **48**: 359-378.
- Shimmiel, G.B., Mowbray, S.R. & Weedon, G.P. (1990): A 350 ka history of the Indian Southwest Monsoon-evidence from deep-sea cores, northwest Arabian Sea.— *Transactions of the Royal Society of Edinburgh: Earth Sciences*, **81**: 289-299.
- Sirocko, F. (1991): Deep-Sea sediments of the Arabian Sea: a paleoclimatic record of the Southwest-Asian summer monsoon.— *Geologische Rundschau*, **80**(3): 557-566.
- Sirocko, F. (1993): Aerosol Dust in the late Quaternary Sediments of the Northern Indian Ocean.— *Mitteilungen des Geologisch-Paläontologischen Instituts, Universität Hamburg*, **76**: 185-192; SCOPE/UNEP Sonderband.
- Sirocko, F., Leuschner, D., Staubwasser, M., Maley, J. & Heusser, L. (1999): High-frequency Oscillations of the Last 70,000 Years in the Tropical/Subtropical and Polar Climates.— In: Clark, P.U., Webb, R.S. & Keigwin, L.D. (Hrsg.): *Mechanisms of global climate change at millennial time scales*.— *Geophysical Monographs*, **112**: 113-126; American Geophysical Union, Washington.
- Sirocko, F., Sarntheim, M., Lange, H. & Erlenkeuser, H. (1991): Atmospheric Summer Circulation and Coastal Upwelling in the Arabian Sea during the Holocene and the Last Glaciation.— *Quaternary Research*, **36**: 72-93.
- Slater, R.D. & Kroopnick, P. (1984): Controls on Dissolved Oxygen Distribution and Organic Carbon Deposition in the Arabian Sea.— In: Haq, B.U. & Milliman, J.D. (Hrsg.): *Marine Geology and Oceanography of Arabian Sea and Coastal Pakistan*.— 305-313; Van Nostrand Reinhold Company, New York.
- Smayda, T. (1970): The suspension and sinking of phytoplankton in the sea.— *Oceanography and Marine Biology, Annual Review*, **8**: 353-414.
- Smith, S.L., Banse, K., Cochran, J.K., Codispoti, L.A., Ducklow, H.W., Luther, M.E., Olson, D.B., Peterson, W.T., Prell, W.L., Surgi, N., Swallow, J.C. & Wishner, K. (1991): U.S. JGOFS: Arabian Sea Process Study.— *U.S. Planning Report*, **13**: 1-164; Woods Hole Oceanographic Institution, Woods Hole.
- Smith, S.L. & Codispoti, L.A. (1980): Southwest Monsoon of 1979: chemical and biological response of Somali coastal waters.— *Science*, **209**: 597-600.
- Sommer, U. (1996): *Planktologie*.— 1-274; Springer-Verlag, Berlin, Heidelberg, New York.
- Stancliffe, R.P.W. (1996): Microforaminiferal linings.— In: Jansonius, J. & McGregor, D.C. (Hrsg.): *Palynology: Principles and Applications*.— **1**: 373-379; American Association of Stratigraphic Palynologists, College Station, TX.

- Stancliffe, R.P.W. & Matsuoka, K. (1991): Marine palynomorphs found in Holocene sediments off the coast of northwestern Kyushu, Japan.— *Bulletin of the Faculty of Liberal Arts, Nagasaki University, (Natural Science)*, **31**: 661-681.
- Stockmarr, J. (1971): Tablets with spores used in absolute pollen analysis.— *Pollen et Spores*, **13**(4): 616-621.
- Stockmarr, J. (1973): Determination of spore concentration with electronic particle counter.— *Danmarks Geologiske Undersøgelse*, **1972**: 87-92.
- Stover, L.E. & Evitt, W.R. (1978): Analyses of pre-Pleistocene organic-walled dinoflagellates.— *Stanford University Publications, Geological Sciences*, **15**: 1-300.
- Subrahmanyam, R. (1968): *The Dinophyceae of the Indian Seas. Part 1: Genus CERATIUM Schrank.*— 1-129; Marine Biological Association of India, Mandapan Camp, India.
- Subrahmanyam, R. (1971): *The Dinophyceae of the Indian Seas.— Part 2: Family PERIDINIACEAE Schütt emend Lindemann.*— 1-334; Marine Biological Association of India, India.
- Summerhayes, C.P., Emeis, K.-C., Angel, M.V., Smith, R.L. & Zeitzschel, B. (1995): Upwelling in the Ocean: Modern Processes and Ancient Records.— *In*: Summerhayes, C.P., Emeis, K.C., Angel, M.V., Smith, R.L. & Zeitzschel, B. (Hrsg.): *Upwelling in the Ocean: Modern Processes and Ancient Records.*— 1-37.
- Sun, X. & McMinn, A. (1994): Recent dinoflagellate cyst distribution associated with the Subtropical Convergence on the Chatham Rise, east of New Zealand.— *Marine Micropaleontology*, **23**(4): 345-356.
- Suthhof, A. (1998): Die Diagenese von Aminosäuren und Aminoazuckern in Sinkstoffen und Sedimenten des nordöstlichen Arabischen Meeres.— *PhD. Fachbereich Geowissenschaften, Universität Hamburg*, 1-142.
- Suthhof, A. & Ittekkot, V. (2001): Millennial-scale oscillation of denitrification intensity in the Arabian Sea during the late Quaternary and its potential influence on atmospheric N₂O and global climate.— *Global Biochemical Cycles*, **15**(3): 637-649.
- Suthhof, A., Jennerjahn, T.C., Rixen, T., Schäfer, P., Tiemann, J., Gaye, B. & Ittekkot, V. (1999): Time-varying fluxes and burial of organic carbon along continental margins in the northeastern Arabian Sea.— *In*: Saito, Y., Ikehara, K. & Katayama, H. (Hrsg.): *Land Sea Link in Asia.*— 275-280; Geological Survey of Japan, Tsukuba.
- Suthhof, A., Jennerjahn, T.C., Schäfer, P. & Ittekkot, V. (2000): Nature of organic matter in surface sediments from the Pakistan continental margin and the deep Arabian Sea: amino acids.— *Deep-Sea Research II*, **47**: 329-351.
- Taylor, F.J.R. (1973): General Features of Dinoflagellate Material Collected by the „Anton Bruun“ during the International Indian Ocean Expedition.— *In*: Zeitzschel, B. (Hrsg.): *The Biology of the Indian Ocean [Ecological Studies 3]*, 155-169; Springer, Berlin.
- Taylor, F.J.R. (1976): Dinoflagellates from the International Indian Ocean Expedition. A report on material collected by the R.V. „Anton Bruun“ 1963-1964.— *Bibliotheca Botanica*, **132**: 234 pp.
- Taylor, F.J.R. (1980): On dinoflagellate evolution.— *BioSystems*, **10**: 67-89.

- Taylor, F.J.R. (1987): The Biology of Dinoflagellates.— *Botanical Monographs*, **21**: 1-785; Blackwell Scientific Publications, Oxford.
- Taylor, F.J.R. & Pollinger, U. (1987): Ecology of Dinoflagellates.— *In*: Taylor, F.J.R. (Hrsg.): *The Biology of Dinoflagellates*.— *Botanical Monographs*, **21**: 399-529; Blackwell Scientific Publications, Oxford.
- ten Haven, H.L. & Kroon, D. (1991): Late Pleistocene Sea Surface Water Temperature Variations off Oman as Revealed by the Distribution of Long-Chain Alkenones.— *In*: Prell, W., Niitsuma, N., Emeis, K.C. *et al.* (Hrsg.): *Proceedings of the Ocean Drilling Program*, **117**: 445-452.
- ten Kate, W.G.H.Z., Sprenger, A., Steens, T.N.F. & Beets, C.F. (1994): Late Quaternary monsoonal variations in the western Arabian Sea based on cross-spectral analyses of geochemical and micropalaeontological data.— *International Association of Sedimentologists, Special Publication*, **19**: 127-143.
- Thiede, J., Nees, S., Altenbach, A., Andresen, N., Findlay, C., Hill, P., Howard, W., Jellinek, T., Jurkschat, T., Laurent, E., van der Lingen, G., Müller, A., Neil, H., Probert, I., Rehder, W., Reijmer, J., Rendle, R., Roth, S., Rueggeberg, A., Runze, O., Schulz, H., Schuhmann, M., Sturm, A., Swanson, K. & Willamowski, C. (1999): TASQWA - Quaternary variability of water masses in the southern Tasman Sea and the Southern Ocean (SW Pacific Sector).— *Geomar Report*, **89**: 1-78.
- Thies, A. (1997): Modern Agglutinated Foraminifera from the Indopakistanik Continental Slope (NW Indian Ocean): Influence of the Oxygen Minimum Zone to the Faunal Assemblages.— *Abstract IWAF Plymouth*: 1-3.
- Tomczak, M. & Godfrey, J.S. (2001): *Regional Oceanography: An Introduction*.— 1-382.; Elsevier Science, Oxford.
- Treppke, U. (1999): Diatomeen-Analyse an den Sinkstoff-Fallen EPT/WPT aus dem Arabischen Meer vor Pakistan.— Bericht Bundesanstalt für Geowissenschaften und Rohstoffe Hannover, 1-115 (unveröff.).
- Treppke, U., Lange, C.B. & Wefer, G. (1996): Vertical fluxes of diatoms and silicoflagellates in the eastern equatorial Atlantic, and their contribution to the sedimentary record.— *Marine Micropaleontology*, **28**: 73-96.
- Turon, J.-L. & Londeix, L. (1988): Les assemblages de kystes de dinoflagellés en méditerranée occidentale (mer d'alboran) mise en évidence de l'évolution des paléoenvironnements depuis la dernier maximum glaciaire.— *Bulletin Centres Recherche Exploration et Production. Elf-Aquitane*, **12**(1): 313-344.
- Tyson, R.V. (1993): Palynofacies analysis. *In*: Jenkins, D.G. (Hrsg.): *Applied Micropalaeontology*.— 153-191; Kluwer Academic Publisher, AH Dordrecht.
- Väisälä, V. (1925): Über die Wirkung der Windschwankungen auf die Pilot-Beobachtungen.— *Physical-Mathematical Society of Science Fennica, Helsingfors*, **2**(19): 1-46.
- van Couwelaar, M. (1997): Zooplankton and micronecton biomass off Somalia and in the Southern Red Sea during the SW monsoon of 1992 and the NE monsoon of 1993.— *Deep Sea Research II*, **44**(6-7): 1213-1234.
- van der Plas, L. & Tobi, A.C. (1965): A chart for judging the reliability of point counting results.— *American Journal of Science*, **263**: 87-90.
- van der Weijden, C.H., Reichart, G.J. & Visser, H.J. (1998): Enhanced preservation of organic matter in sediments from the oxygen minimum zone in the northeastern Arabian Sea.— *Deep Sea Research I*, **46**: 807-830.

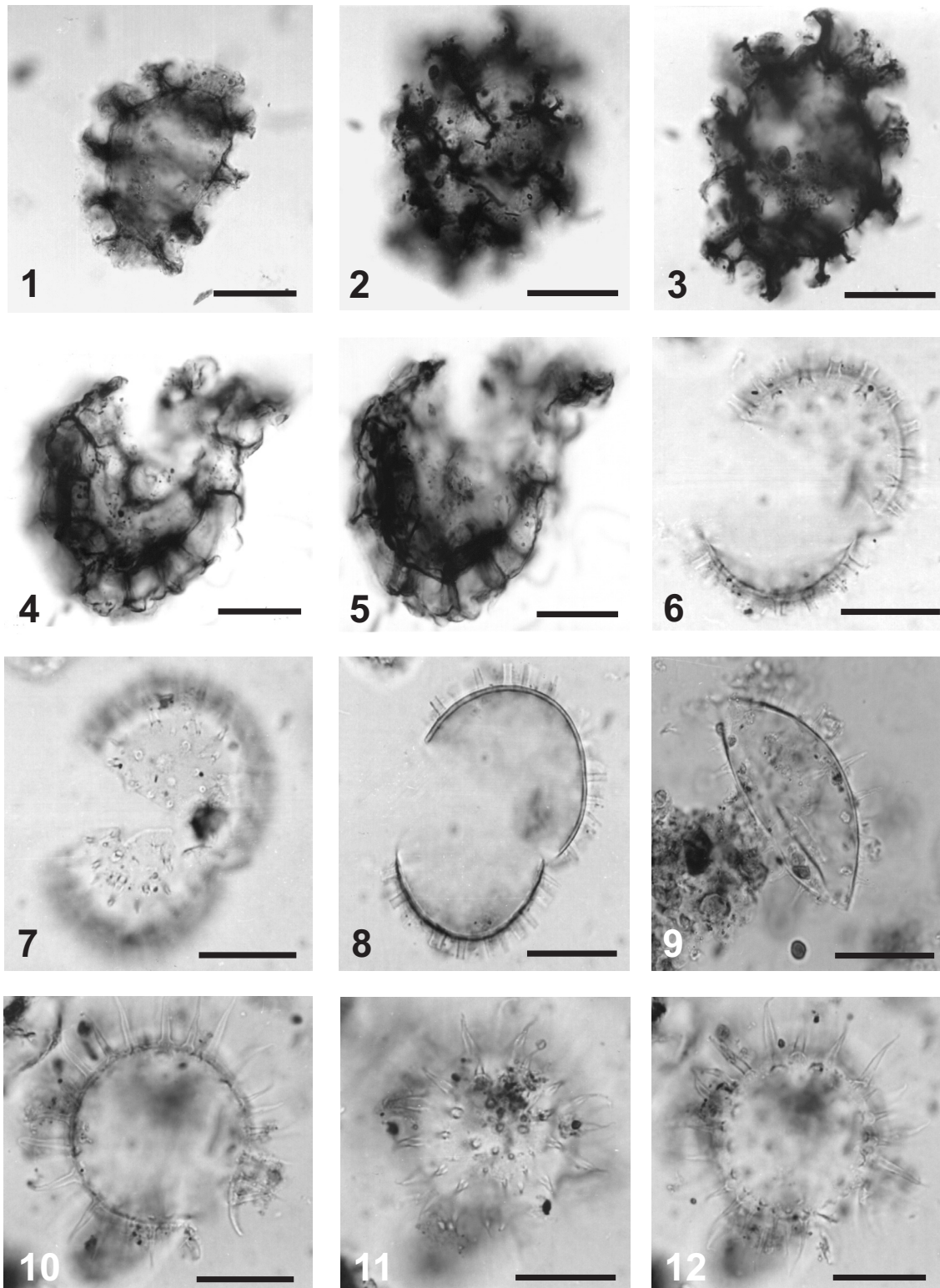
- van Waveren, I. & Visscher, H. (1994): Analysis of the composition and selective preservation of organic matter in surficial deep-sea sediments from a high productivity area (Banda Sea, Indonesia).— *Palaogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*, **112**: 85-111.
- van Waveren, I.M. (1992): Morphology of probable planktonic crustacean eggs from the Holocene of the Banda Sea (Indonesia).— *In*: Head, M.J. & Wrenn, J.H. (Hrsg.): *Neogene and Quaternary Dinoflagellate Cysts and Acritarchs*.— 89-120; American Association of Stratigraphic Palynologists, Dallas.
- van Waveren, I.M. (1993): Planktonic organic matter in surficial sediments of the Banda Sea (Indonesia) - a palynological approach.— *Mededelingen van de Faculteit Aardwetenschappen Universiteit Utrecht*, **104**: 1-237; Utrecht.
- van Waveren, I.M. (1994a): Chitinous palynomorphs and palynodebris representing crustacean exoskeleton remains from sediments of the Banda Sea (Indonesia).— *Scripta Geologica*, **105**: 1-27.
- van Waveren, I.M. (1994b): Distribution of copepod egg-envelopes in sub-Recent sediments of the Banda Sea (Indonesia).— *Scripta Geologica*, **105**: 53-67.
- van Waveren, I.M. (1994c): Tintinnomorphs from deep-sea sediments of the Banda Sea (Indonesia).— *Scripta Geologica*, **105**: 27-52.
- van Waveren, I.M. & Marcus, N.H. (1993): Morphology of recent copepod egg envelopes from Turkey Point, Gulf of Mexico, and their implications for acritarch affinity.— *Palaeontology, Special Paper*, **48**: 111-124.
- van Weering, T.C.E., Helder, W. & Schalk, P. (1997): Tropical Studies in Oceanography: Netherlands Indian Ocean Program 1992-1993: First Results.— *In*: Milliman, J.D. (Hrsg.): *Deep-Sea Research Part II*: **44**(6-7): 1177-1481; Pergamon Press, Oxford.
- Versteegh, G.J.M. (1995): Palaeoenvironmental changes in the Mediterranean and North Atlantic in relation to the onset of northern hemisphere glaciations (2,5 Ma B.P.) - a palynological approach.— *Mededelingen van de Faculteit Biologie, Universiteit Utrecht*, 1-134; Utrecht.
- Versteegh, G.J.M. & Zevenboom, D. (1995): New genera and species of dinoflagellate cysts from the Mediterranean Neogene.— *Review of Palaeobotany and Palynology*, **85**: 213-229.
- Versteegh, G.J.M. & Zonneveld, K.A.F. (2002): Use of selective degradation to separate preservation from productivity.— *Geology*, **30**: 615-628.
- Vink, A. (2001): Reconstruction of recent and late Quaternary surface water masses of the western subtropical atlantic ocean based on calcareous and organic-walled dinoflagellate cysts.— *Berichte aus dem Fachbereich Geowissenschaften der Universität Bremen*, **159**: 1-160.
- Vink, A., Zonneveld, K.A.F. & Willems, H. (2000): Organic-walled dinoflagellate cysts in western equatorial Atlantic surface sediments: distributions and their relation to environment.— *Review of Palaeobotany and Palynology*, **112**: 247-286.
- von Rad, U. (1994): Pakomin; Influence of the Oxygen Minimum Zone on the sedimentation at the upper continental slope off Pakistan (NE Arabian Sea).— 1-185; Bundesanstalt für Geowissenschaften und Rohstoffe, Hannover (unveröff.).
- von Rad, U. & Dose-Rolinski, H. (2000): Der Makran Akkretionskeil vor Pakistan: Tektonische Entwicklung und Fluid Transport (Teil 2).— 1-152; Bundesanstalt für Geowissenschaften und Rohstoffe, Hannover (unveröff.).

- von Rad, U. & Schulz, H. (1996): PAKOMIN: Untersuchung einer Sauerstoff-Minimumzone am oberen Kontinentalhang von Pakistan - Forschungsfahrt SO 90.— 1-96; Bundesanstalt für Geowissenschaften und Rohstoffe, Hannover (unveröff.).
- von Rad, U. & Tahir, M. (1997): Late Quaternary sedimentation on the outer Indus shelf and slope (Pakistan): evidence from high-resolution seismic data and coring.— *Marine Geology*, **138**: 193-236.
- von Rad, U., Kudrass, H.-R. & Berger, W.H. (2001): Hoch- und niederfrequente Monsun-Intensitätswechsel im nördlichen Indik während der letzten 75 000 Jahre.— *Nova Acta Leopoldiana NF 88*, **331**: 141-150.
- von Rad, U., Schulz, H. & Scientific Shipboard Party (1995): Sampling oxygen minimum zone off Pakistan: glacial - interglacial variations of anoxia and productivity (preliminary results, SONNE 90 cruise).— *Marine Geology*, **125**: 7-19.
- von Rad, U., Schulz, H., Riech, V., den Dulk, M., Berner, U. & Sirocko, F. (1999): Multiple monsoon-controlled breakdown of oxygen-minimum conditions during the past 30,000 years documented in laminated sediments off Pakistan.— *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*, **152**: 129-161.
- von Stackelberg, U. (1972): Faziesverteilung in Sedimenten der indisch-pakistanischen Kontinentalränder (Arabisches Meer).— *Meteor Forschungsergebnisse*, **C9**: 1-73.
- von Stein, F.R. (1878): *Der Organismus der Infusionsthiere nach eigenen Forschungen in systematischer Reihenfolge bearbeitet. III. Abteilung. Die Naturgeschichte der Flagellaten oder Geisselinfusorien. I. Hälfte. Den noch nicht abgeschlossenen Teil nebst Erklärungen der sämtlichen Abbildungen enthaltend.*— 1-154; Wilhelm Engelmann, Leipzig.
- Wall, D. (1965): Microplankton, pollen, and spores from the Lower Jurassic in Britain.— *Micropaleontology*, **11**(2): 151-190.
- Wall, D. (1967): Fossil Microplankton in deep-sea cores from the Caribbean Sea.— *Palaeontology*, **10**(1): 95-123.
- Wall, D. & Dale, B. (1966): „Living fossils“ in western Atlantic plankton.— *Nature*, **211**(9): 1025-1026.
- Wall, D. & Dale, B. (1967): The resting cysts of modern marine dinoflagellates and their palaeontological significance.— *Review of Paleobotany and Palynology*, **2**: 349-354.
- Wall, D. & Dale, B. (1968): Modern dinoflagellate cysts and evolution of the Peridinales.— *Micropaleontology*, **14**(3): 265-304.
- Wall, D. & Dale, B. (1969): The „hystrichosphaerid“ resting spore of the dinoflagellate *Pyrdinium bahamense*, Plate, 1906.— *Journal of Phycology*, **5**(2): 140-149.
- Wall, D. & Dale, B. (1970): Living hystrichosphaerid dinoflagellate spores from Bermuda and Puerto Rico.— *Micropaleontology*, **16**(1): 47-58.
- Wall, D., Dale, B. & Harada, K. (1973): Description of new fossil dinoflagellates from the Late Quaternary of the Black Sea.— *Micropaleontology*, **19**(1): 18-31.
- Wall, D., Dale, B., Lohmann, G.P. & Smith, W.K. (1977): The environmental and climatic distribution of dinoflagellate cysts in modern marine sediments from regions in the North and South Atlantic Oceans and Adjacent Seas.— *Marine Micropaleontology*, **2**: 121-200.

- Wall, D., Guillard, R.R.L. & Dale, B. (1967): Marine dinoflagellate cultures from resting spores.— *Phycologia*, **6**: 83-86.
- Wendler, I. (2001): Production and preservation of calcareous dinoflagellate cysts in the modern Arabian Sea.— *Berichte aus dem Fachbereich Geowissenschaften der Universität Bremen*, **172**: 1-117. Bremen.
- Williams, D.B. (1971): The occurrence of dinoflagellates in marine sediments.— *In*: Funnel, B.M. & Riedel, W.R. (Hrsg.): *Micropaleontology of oceans*.— 231-243; Cambridge University, Cambridge.
- Williams, G.L., Lentin, J.K. & Fensome, R.A. (1998): *The Lentin and Williams Index of Fossil Dinoflagellates (1998 Edition)*.— 1-817; American Association of Stratigraphic Palynology, College Station.
- Williams, G.L., Sarjeant, W.A.S. & Kidson, E.J. (1978): *A Glossary of the Terminology Applied to Dinoflagellate Amphiesmae and Cysts and Acritarchs*.— 1-121; American Association of Stratigraphic Palynology, College Station.
- Wilson, G.J. (1973): Palynology of the middle Pleistocene Te Piki Bed, Cape Runaway, New Zealand.— *N.Z. Journal of Geology and Geophysics*, **16**(3): 345-354.
- Winter, A., Jordan, R.W. & Roth, P.H. (1994): Biogeography of living coccolithophores in ocean waters.— *In*: Winter, A. & Siesser, W.G. (Hrsg.): *Coccolithophores*.— 161-177.
- Wood, G.D., Gabriel, A.M. & Lawson, J.C. (1996): Palynological Techniques - Processing and Microscopy.— *In*: Jansonius, J. & McGregor, D.C. (Hrsg.): *Palynology: principles and applications*.— **1**: 29-50; American Association of Stratigraphic Palynologists, Salt Lake City.
- Wyrski, K. (1973): Physical Oceanography of the Indian Ocean.— *In*: Zeitzschel, B. & Gerlach, J.A. (Hrsg.): *The Biology of the Indian Ocean*.— 18-36; Springer Verlag.
- You, Y. & Tomczak, M. (1993): Thermocline circulation and ventilation in the Indian Ocean derived from water mass analysis.— *Deep-Sea Research I*, **40**(1): 13-56.
- Zachariasse, J.W. & Reichert, G.J. (1998): Arabian Sea Planktonic Foraminiferal Response to Variations in Summer and Winter Monsoons.— 1 S.(Kurzfassung).
- Zonneveld, K.A.F. (1995): Palaeoclimatic and palaeo-ecological changes during the last deglaciation in the eastern Mediterranean; implications for dinoflagellate ecology.— *Review of Palaeobotany and Palynology*, **84**: 221-253.
- Zonneveld, K.A.F. (1997a): Dinoflagellate cyst distribution in surface sediments from the Arabian Sea (northwestern Indian Ocean) in relation to temperature and salinity gradients in the upper water column.— *Deep-Sea Research*, **44**(6-7): 1411-1443.
- Zonneveld, K.A.F. (1997b): New species of organic walled dinoflagellate cysts from modern sediments of the Arabian Sea (Indian Ocean).— *Review of Palaeobotany and Palynology*, **97**: 319-337.
- Zonneveld, K.A.F. & Brummer, G.A. (2000): (Palaeo-) ecological significance, transport and preservation of organic-walled dinoflagellate cysts in the Somali Basin, NW Arabian Sea.— *Deep-Sea Research II*, **47**: 2229-2256.
- Zonneveld, K.A.F. & Dale, B. (1994): The cyst-motile stage relationships of *Protoperidinium monospinum* (Paulsen) Zonneveld et Dale comb. nov. and *Gyaulax verior* (Dinophyta, Dinophyceae) from the Oslo Fjord (Norway).— *Phycologia*, **33**(5): 359-368.

- Zonneveld, K.A.F. & Jurkschat, T. (1999): *Bitectatodinium spongium* (Zonneveld, 1997) Zonneveld et Jurkschat, *comb. nov.* from modern sediments and sediment trap samples of the Arabian Sea (northwestern Indian Ocean); taxonomy and ecological affinity.— *Review of Palaeobotany and Palynology*, **106**: 153-169.
- Zonneveld, K.A.F., Hoek, R.P., Brinkhuis, H. & Willems, H. (2001): Geographical distribution of organic-walled dinoflagellate cysts in surficial sediments of the Benguela upwelling region and their relationship to upper ocean conditions.— *Progress in Oceanography*, **48**: 25-72.
- Zonneveld, K.A.F., Versteegh, G.J.M. & de Lange, G.J. (1997): Preservation of organic-walled dinoflagellate cysts in different oxygen regimes: a 10,000 year natural experiment.— *Marine Micropaleontology*, **29**: 393-404.
- Zonneveld, K.A.F., Versteegh, G.J.M. & de Lange, G.J. (2001): Palaeoproductivity and post-depositional aerobic organic matter decay by dinoflagellate cyst assemblages of the Eastern Mediterranean S1 sapropel.— *Marine Geology*, **172**(3-4): 181-195.

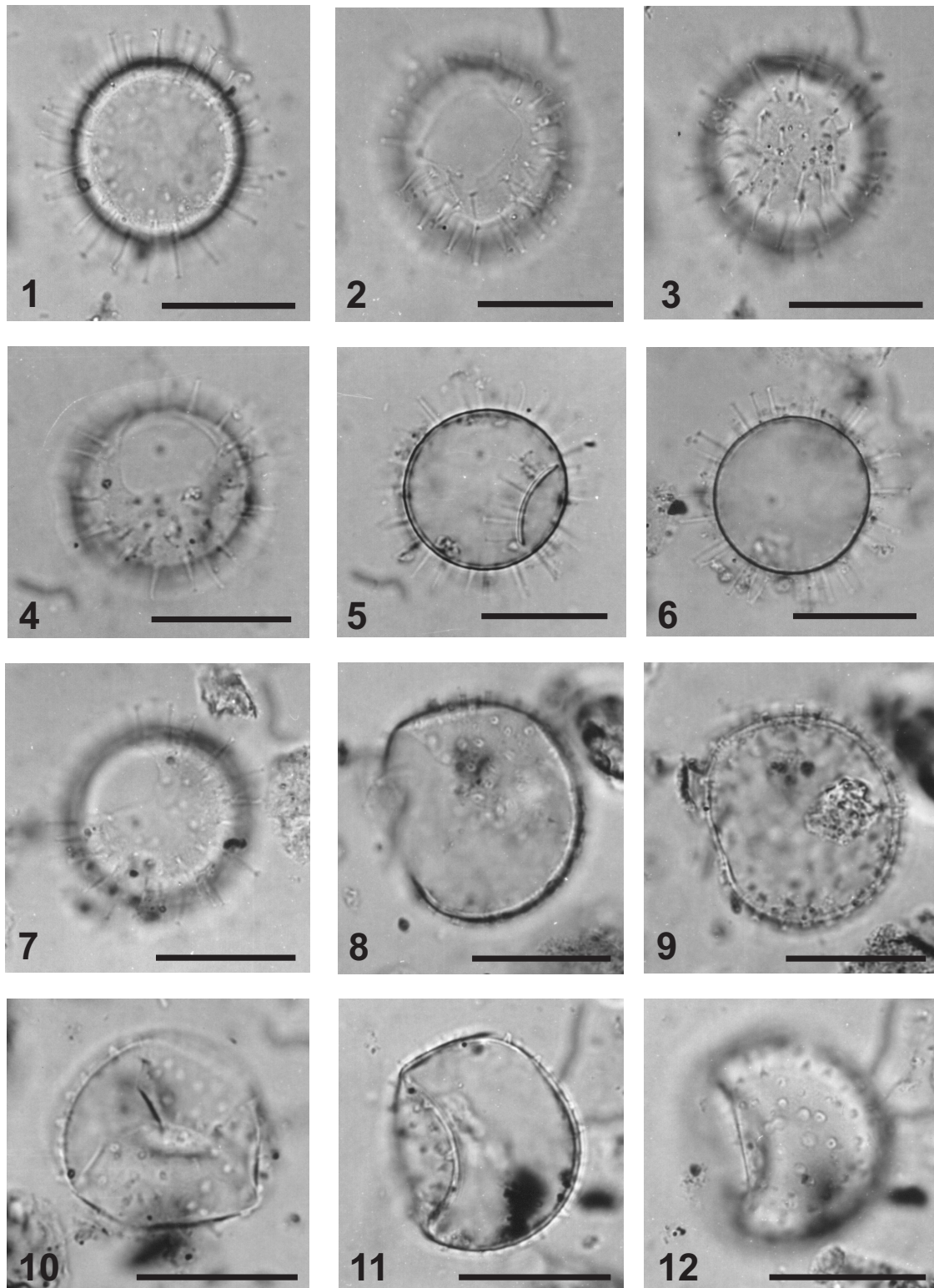
Tafeln



Tafel 1
(Maßstab = 25 µm)

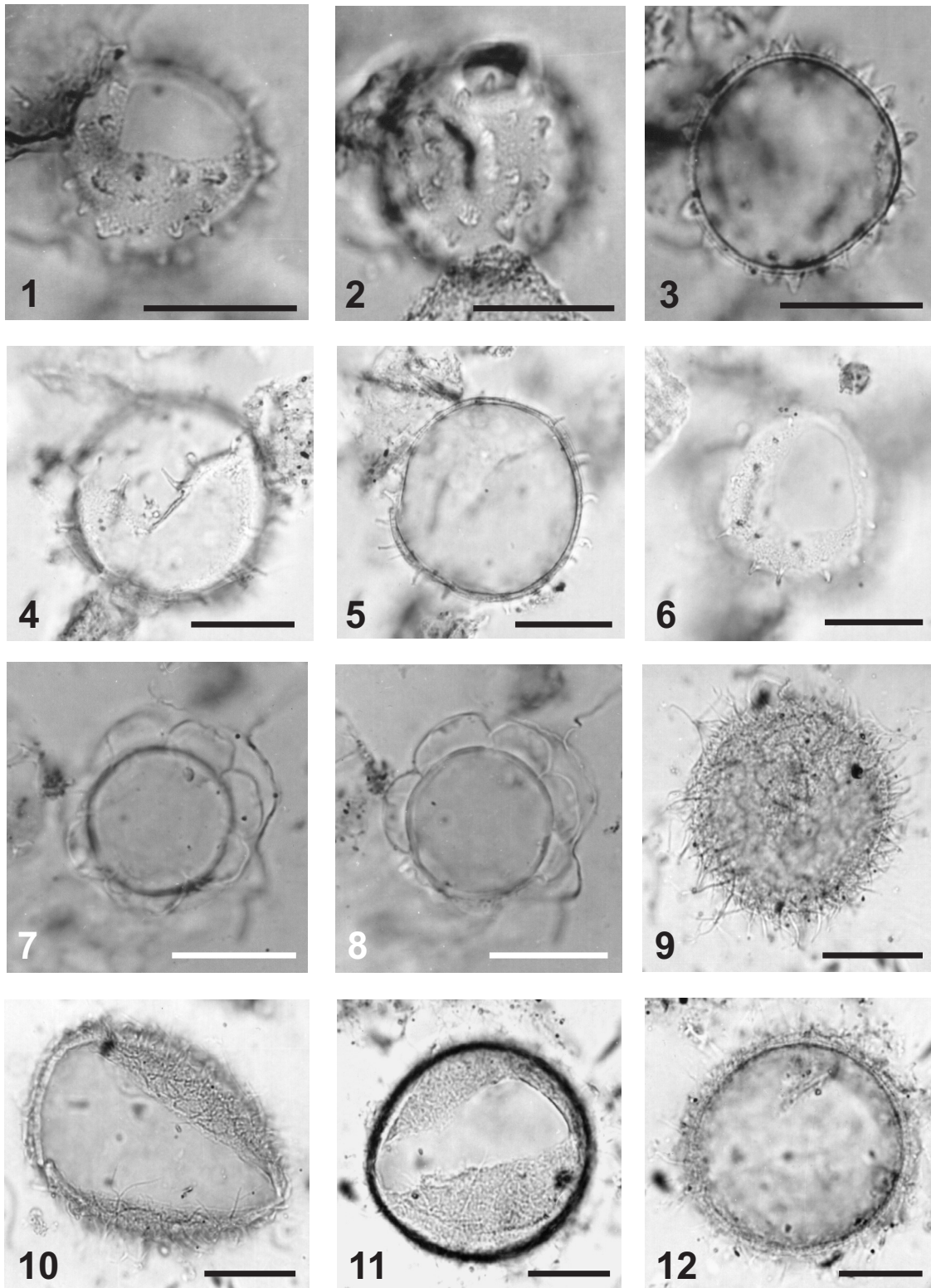
- 1 *Polykrikos kofoidii* (SO90-69KG [3]; K36-3): 1 = laterale Ansicht.
 2-3 *Polykrikos kofoidii* (SO90-111KL, 75cm [1]; O28-4): 2 = laterale Ansicht, Oberfläche im Fokus, 3 = Querschnitt durch die Zyste.
 4-5 Zyste von *Polykrikos schwarzii* (SO90-76KG [2]; M33-1): 4 = laterale Ansicht, Oberfläche im Fokus, 5 = Querschnitt durch die Zyste.
 6-8 *Lingulodinium hemicystum?* "short" (SO90-111KL, 995cm [1]; T 30): 6 = Laterale Ansicht, Zwischenebene im Fokus, 7 = Oberfläche im Fokus, 8 = Querschnitt der Zyste
 9 *Lingulodinium machaerophorum* (SO90-10KG [3]; J27-4): 9 = Äquatorialebene im Fokus
 10-12 *Lingulodinium machaerophorum* (SO90-111KL, 875cm [1]; Q25): 10 = Äquatorialebene im Fokus, 11 = Zystoberfläche, 12 = Zwischenebene im Fokus.

Tafel 2



Tafel 2
(Maßstab = 25 µm)

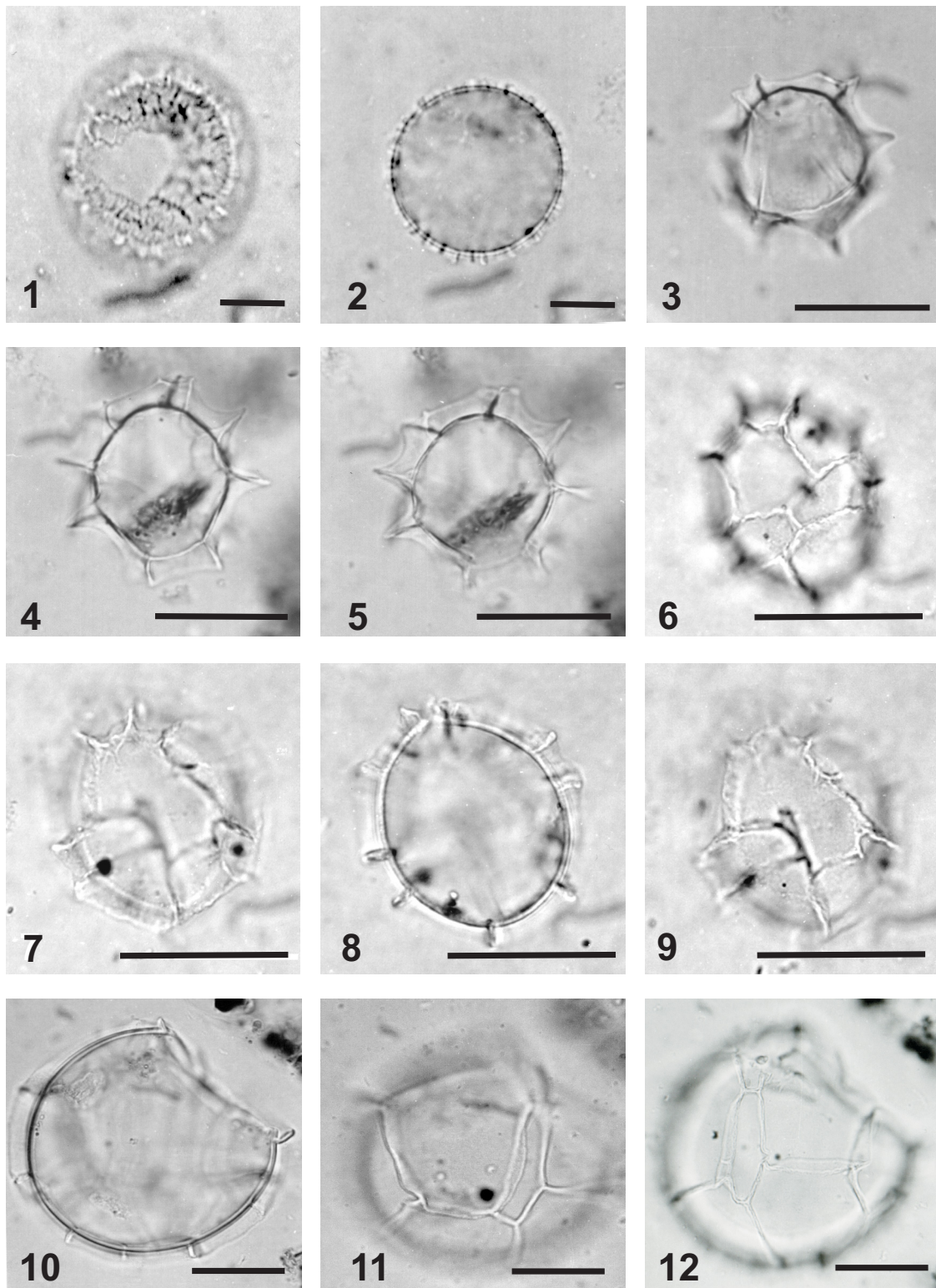
- 1-3 *Operculodinium centrocarpum* sensu Wall & Dale, 1966 (SO90-111KL, 235cm [2]; G25):
1 = Fokus auf Äquatorialebene, 2 = Archeopyle, 3 = untere Ebene der Zyste im Fokus
- 4-5 *Operculodinium centrocarpum* sensu Wall & Dale, 1966 (ODP117-722B, 1H3, 119,5-121,5cm [2]; O26-4): laterale Ansicht, 4 = Archeopyle, 5 = Fokus auf Äquatorialebene
- 6-7 *Operculodinium centrocarpum* sensu Wall & Dale, 1966 (SO90-111KL, 255cm [2]; K27-3): laterale Ansicht, 6 = Fokus auf Äquatorialebene, 7 = Archeopyle
- 8-9 *Operculodinium centrocarpum* short (SO90-111KL, 275cm [4]; O30-2): 8 = Oberfläche im Fokus, 9 = Äquatorialebene im Fokus
- 10 *Operculodinium janduchenei* (SO90-94KL, 111-112cm [2]; U27): 10 = Zwischenebene im Fokus
- 11-12 *Operculodinium janduchenei* (SO90-111KL, 255cm [1]; N27): 11 = Äquatorialebene im Fokus, 12 = Oberfläche im Fokus



Tafel 3
(Maßstab = 25 µm)

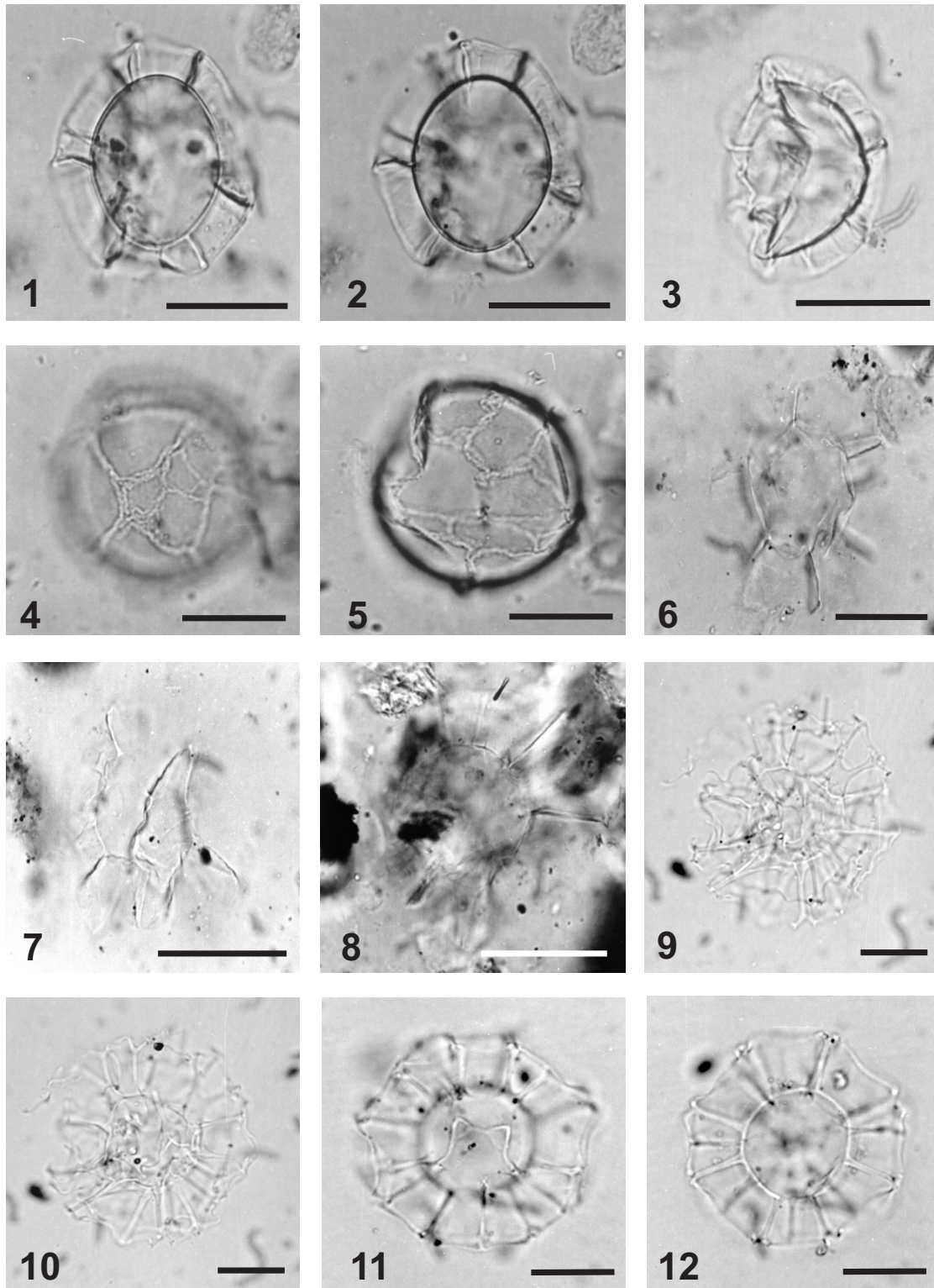
- 1-3 "*Operculodinium striaconulum*" (ODP117-722B, 1H2, 19-21cm [2]; U29-2):
1 = Archeopyle, 2 = Oberfläche im Fokus, 3 = Fokus auf Äquatorialebene
- 4-6 *Operculodinium* sp. 1 (SO90-111KL, 995cm [2]; F28-2):
laterale Ansicht, 4 = Oberfläche im Fokus, 5 = Fokus auf Äquatorialebene, 6 = Archeopyle
- 7-8 *Ataxiodinium choane* (ODP117-722B, 1H1, 49,5-51,5cm [1]; O27-4):
laterale Ansicht, 7 = Fokus auf Zwischenebene, 8 = Fokus auf Äquatorialebene
- 9 *Bitectatodinium spongium* (SO90-29KG [4]; N27): 9 = Oberfläche im Fokus
- 10 *Bitectatodinium spongium* (SO90-29KG [1]; O31): 10 = Äquatorialebene im Fokus
Abbildung zeigt häufige Überlieferungsform, an Archeopyle entlang zerrissenes Exemplar
- 11-12 *Bitectatodinium spongium* (SO90-34KG [4]; J29): Epityp, 11 = Archeopyle,
12 = Äquatorialebene im Fokus

Tafel 4



Tafel 4
(Maßstab = 25 µm)

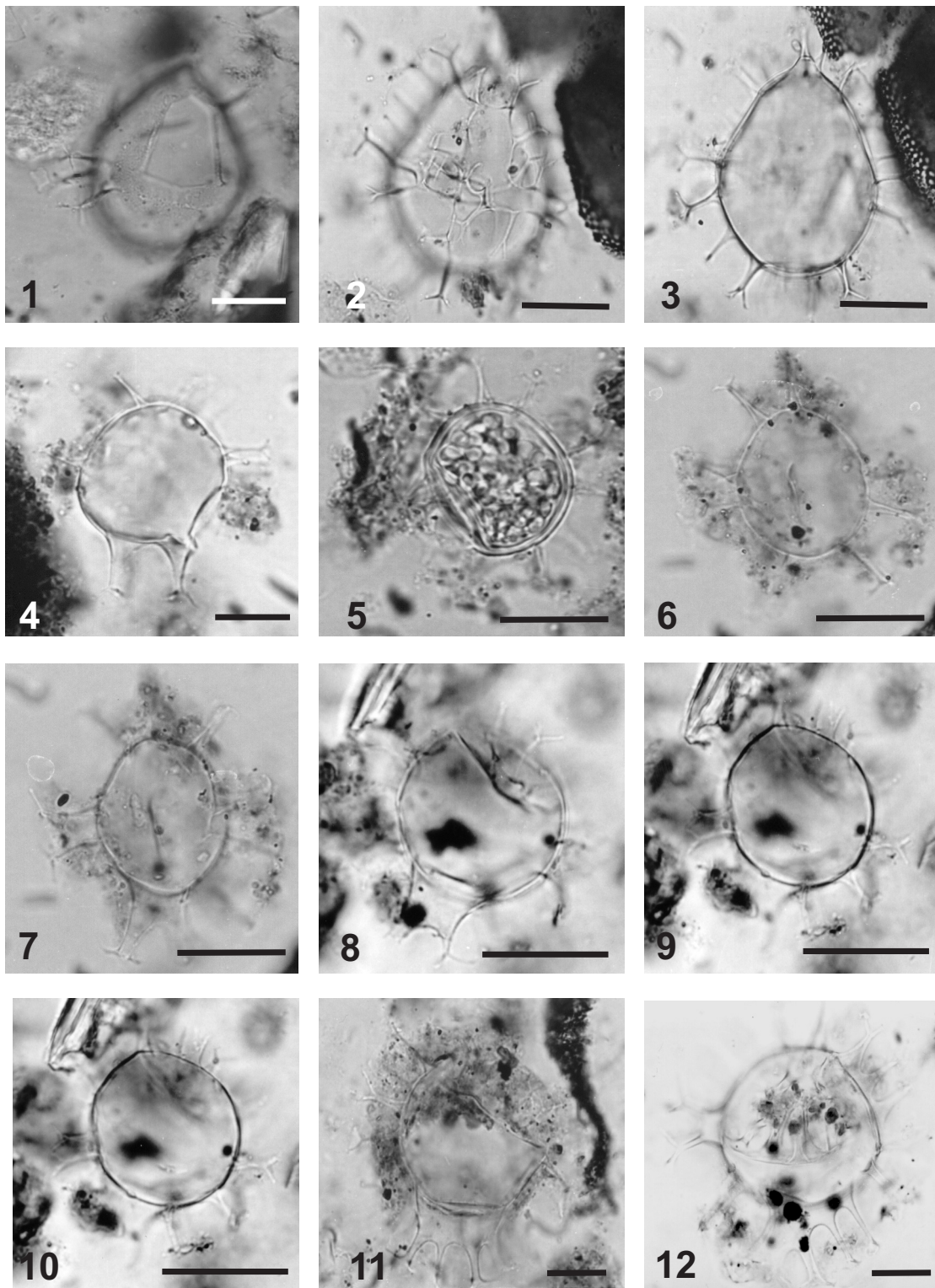
- 1-2 *Corrudinium harlandii* Matsuoka, 1983 (ODP117-722B, 1H4, 9,5-11,5cm [1]; P28):
1 = Archeopyle, 3 = Fokus auf Äquatorialebene
- 3 *Impagidinium aculeatum* Lentin & Williams, 1981 (SO90-111KL, 715cm [3]; W30-3):
1 = Fokus auf Äquatorialebene
- 4-5 *Impagidinium aculeatum* Lentin & Williams, 1981 (ODP117-722B, 1H4, 49,5-51,5cm [3]; J39-3):
2 = Fokus auf Äquatorialebene, 3 = Fokus auf Zwischenebene der Zyste
- 6-9 *Impagidinium paradoxum* Stover & Evitt, 1978 (SO90-111KL, 255cm [2]; M36
6 = Archeopyle, 7 = Fokus auf Äquatorialebene, 8 = Zwischenebene, 9 = Fokus Ventralseite
- 10-12 *Impagidinium patulum* Stover & Evitt, 1978 (SO90-111KL, 255cm [2]; H32-2):
10 = Fokus auf Äquatorialebene, 11 = Archeopyle, 12 = laterale Ansicht



Tafel 5
(Maßstab = 25 µm)

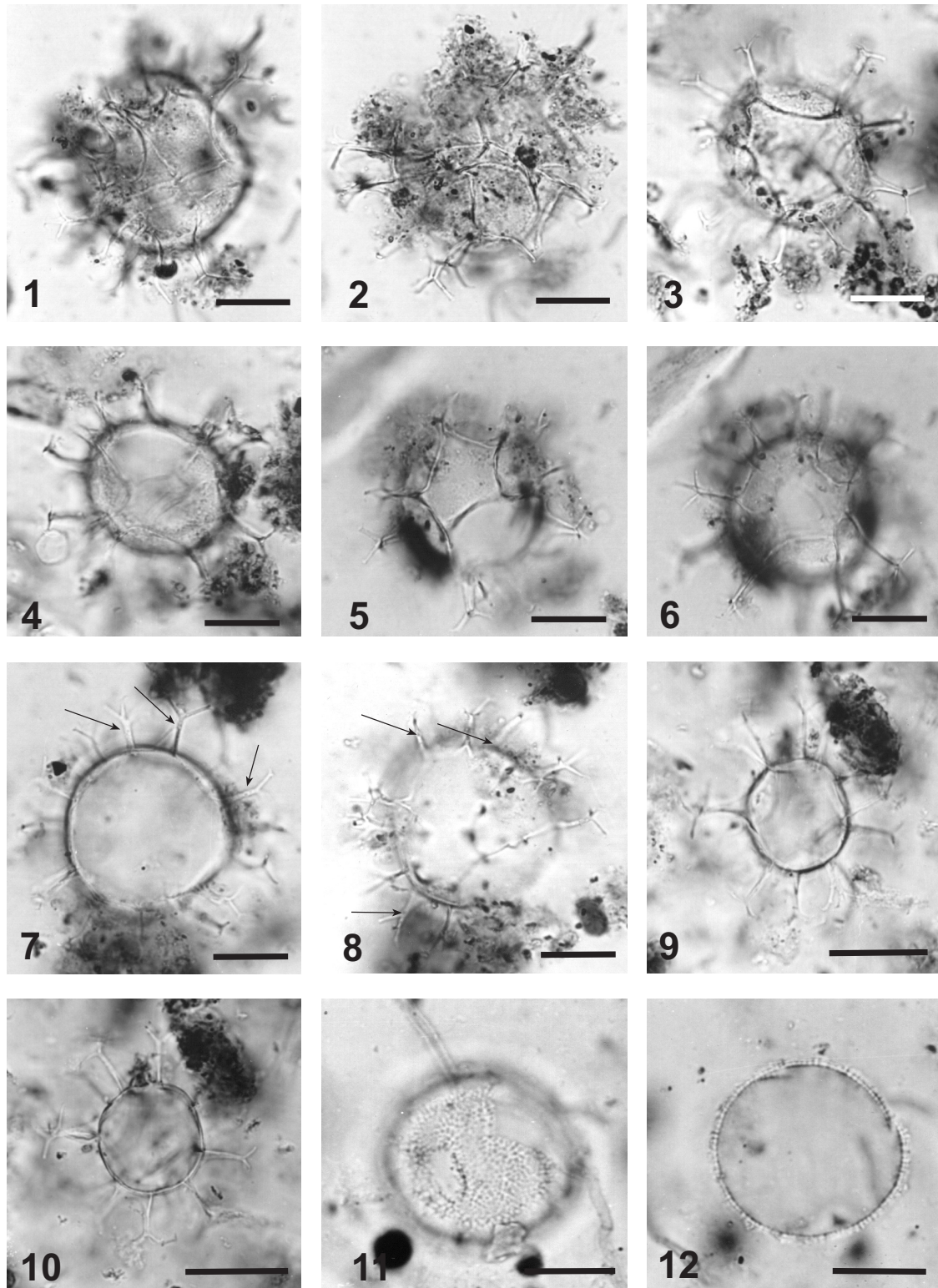
- 1-2 *Impagidinium striatum* Stover & Evitt, 1978 (ODP117-722B, 1H2, 58,5-60,5cm [3]; N34-3):
1 = Fokus auf Äquatorialebene, 2 = Fokus auf Zwischenebene
- 3 *Impagidinium striatum* Stover & Evitt, 1978 (ODP117-722B, 1H1, 35,5-37,5cm [2]; H31):
- 4-5 *Impagidinium varieseptum* Marret & de Vernal, 1997 (ODP117-722B, 1H3, 89,5-91,5cm [1]; S33-4):
4 = Archeopyle, 5 = Fokus auf Zwischenebene der Zyste
- 6-7 *Impagidinium velorum* Bujak, 1984 (ODP117-722B, 1H4, 41,5-43,5cm [1]; S26):
6 = Fokus auf Äquatorialebene, 7 = Fokus auf Zwischenebene
- 8 *Impagidinium velorum* Bujak, 1984 (SO90-94KL, 451-452cm [2]; F32-3):
8 = Fokus auf Zwischenebene
- 9-10 *Nematosphaeropsis labyrinthus* Reid, 1974 (SO90-95KG [1]; G36-2):
9 = laterale Ansicht, 10 = Fokus auf Äquatorialebene
- 11-12 *Nematosphaeropsis labyrinthus* Reid, 1974 (SO90-111KL, 115cm [1]; L28-2):
11 = laterale Ansicht, 12 = Fokus auf Äquatorialebene

Tafel 6



Tafel 6
(Maßstab = 25 µm)

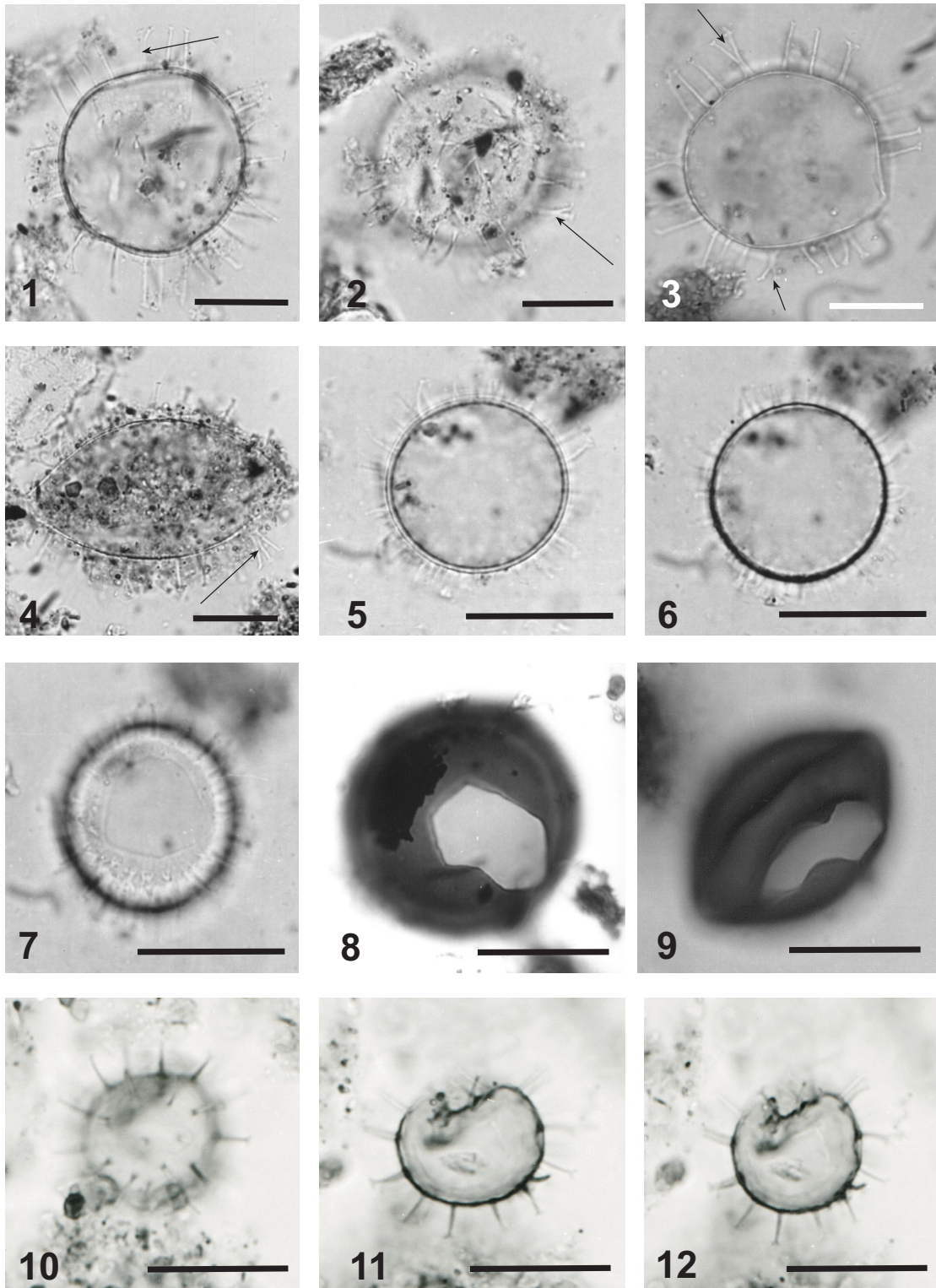
- 1 *Spiniferites bentorii* Wall & Dale, 1970 (SO90-94KL, 631-632cm [1]; M31): 1 = Archeopyle
 2-3 *Spiniferites bentorii* Wall & Dale, 1970 (SO90-94KL, 511-512cm [2]; N21-3):
 2 = laterale Ansicht, 3 = Fokus auf Äquatorialebene
 4 *Spiniferites bulloideus* Sarjeant, 1970 (SO90-49KG [1]; J28-2): 4 = Äquatorialebene
 5 *Spiniferites membranaceus* Sarjeant, 1970 (SO90-34KG [4]; P32):
 5 = Fokus auf Äquatorialebene, Zyste mit Zellinhalt
 6-7 *Spiniferites membranaceus* Sarjeant, 1970 (SO90-124KG [1]; N27-4):
 6 = Fokus auf Zwischenebene, 7 = Fokus auf Äquatorialebene
 8-10 *Spiniferites membranaceus* Sarjeant, 1970 (ODP117-723A, 2H5, 24-26cm [4]; L29):
 8 = Fokus auf Äquatorialebene, 9-10 = Fokus auf Zwischenebene
 11 *Spiniferites mirabilis* Sarjeant, 1970 (SO90-120KG [3]; Q33-3): 11 = Äquatorialebene
 12 *Spiniferites mirabilis* Sarjeant, 1970 (SO90-111KL, 635cm [3]; G32-4): 12 = Äquatorialebene



Tafel 7
(Maßstab = 25 µm)

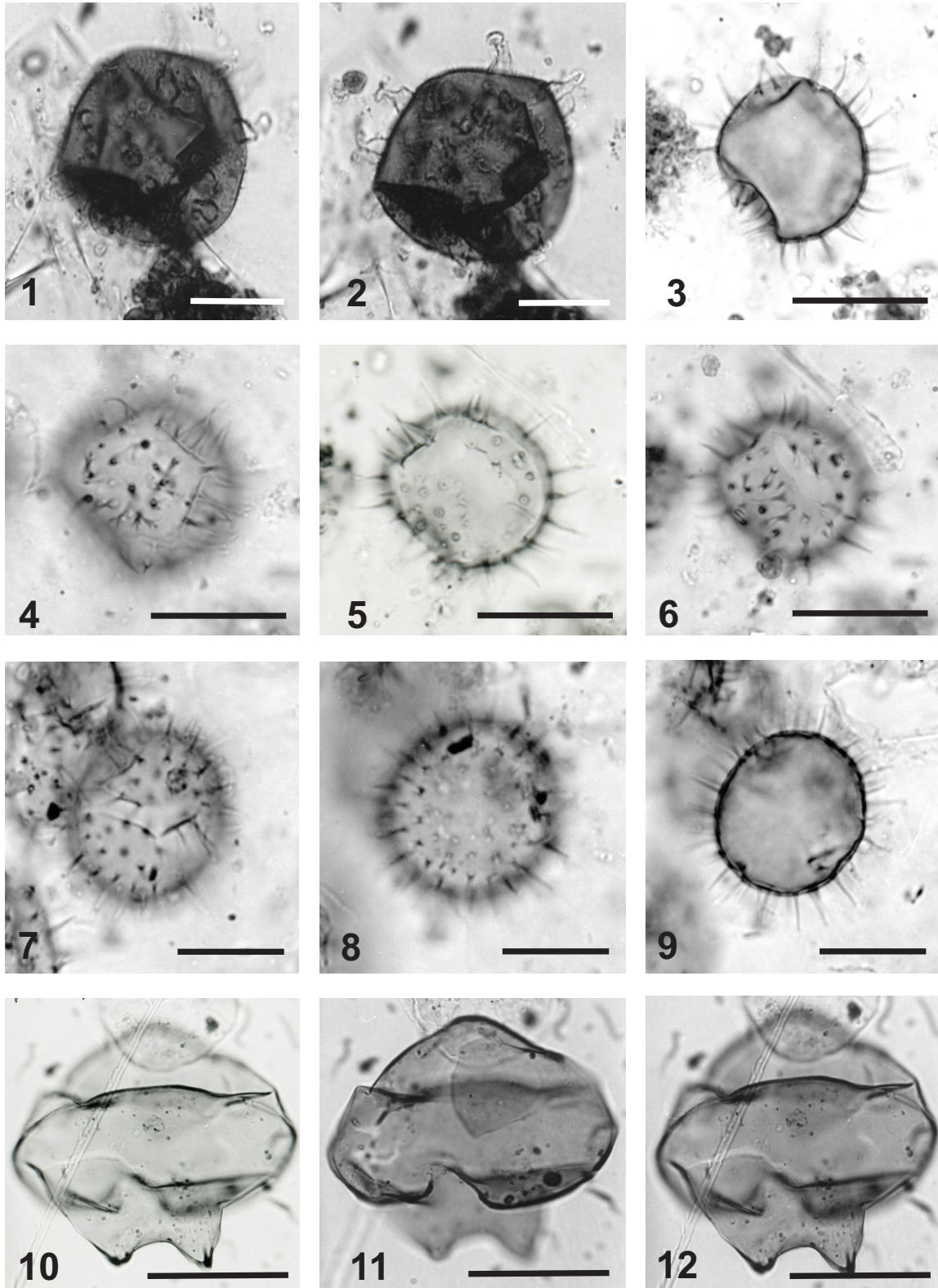
- 1-2 *Spiniferites pachyderma* Reid, 1974 (SO90-35KG [2]; N26-2) 2-3 = laterale Ansicht
 3-4 *Spiniferites pachyderma* Reid, 1974 (ODP117-723A, 3H2, 79-81cm [1]; T34-3)
 3 = Fokus auf Ventralseite, 4 = Fokus auf Archeopyle
Spiniferites pachyderma Reid, 1974 (SO90-111KL, 675cm [1]; G22)
 5 = Fokus auf Apex, 6 = Fokus auf Antapex
 7-8 *Spiniferites perforatus* Sarjeant, 1970 (SO90-111KL, 715cm [2]; U31):
 7 = Äquatorialebene, 8 = laterale Ansicht; Pfeile zeigen auf perforate Prozesse
 9-10 *Spiniferites ramosus* Mantell, 1854 (ODP117-723A, 3H4, 109-111cm [1]; H28-3):
 9 = laterale Ansicht, 10 = Fokus auf Äquatorialebene
 11-12 *Pyxidinospis psilatam* Wall *et al.*, 1973 (ODP117-722B, 1H4, 45,5-47,5cm [3]; O33)
 11 = laterale Ansicht mit Archeopylen-Öffnung, 12 = Fokus auf Äquatorialebene

Tafel 8



Tafel 8
(Maßstab = 25 µm)

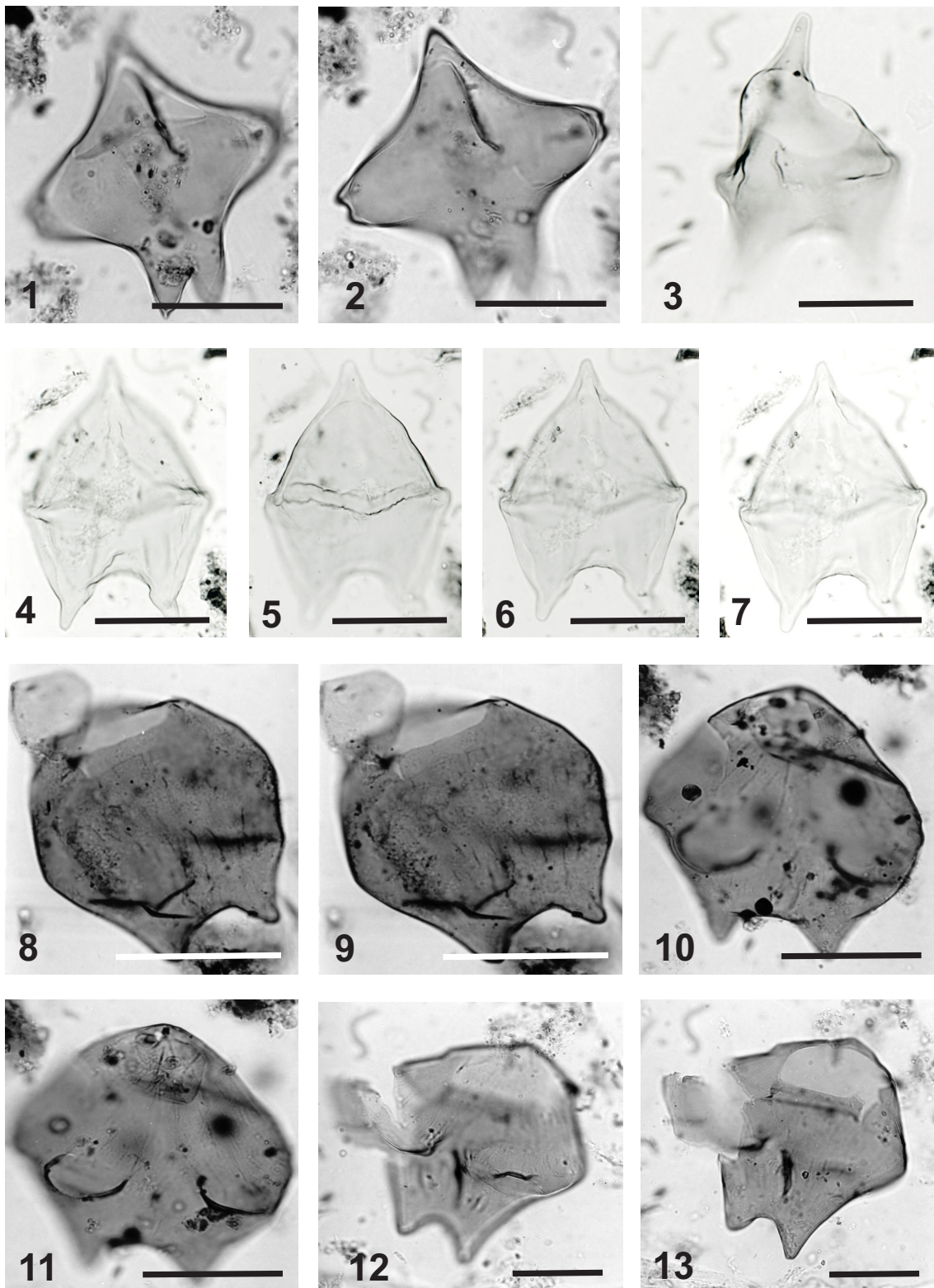
- 1-2 *Polysphaeridium zoharyi* Bujak *et al.*, 1980 (SO90-87KG [3]; O32-3)
1 = Äquatoriale Ansicht, 2 = laterale Ansicht
- 3 *Polysphaeridium zoharyi* Bujak *et al.*, 1980 (SO90-64KG [2]; J25-2); 3 = Äquatoriale Ansicht
- 4 *Polysphaeridium zoharyi* Bujak *et al.*, 1980 (SO90-35KG [1]; H34-3); 4 = Äquatoriale Ansicht
- 5-7 *Pentasphaerodinium dalei* Indelicato & Loeblich III, 1986 (ODP117-722B, 1H4, 9,5-11,5cm [1]; P28)
1 = Äquatoriale Ansicht, 2 = Fokus auf Zwischenebene, 3 = Archeopyle
- 8 *Brigantedinium cariacense* Lentin & Williams, 1993 (ODP117-723A, 2H5, 24-26cm [1]; L29):
8 = Archeopyle
- 9 *Brigantedinium cariacense* Lentin & Williams, 1993 (SO90-10KG [1]; K26-1/J26-3):
9 = Archeopyle
- 10-12 *"Echinidinium aculeatum"* Zonneveld, 1997 (SO90-135KG [1]; U23-4):
10 = Archeopyle, 11-12 = Fokus auf Zwischenebene, laterale Ansicht



Tafel 9
(Maßstab = 25 µm)

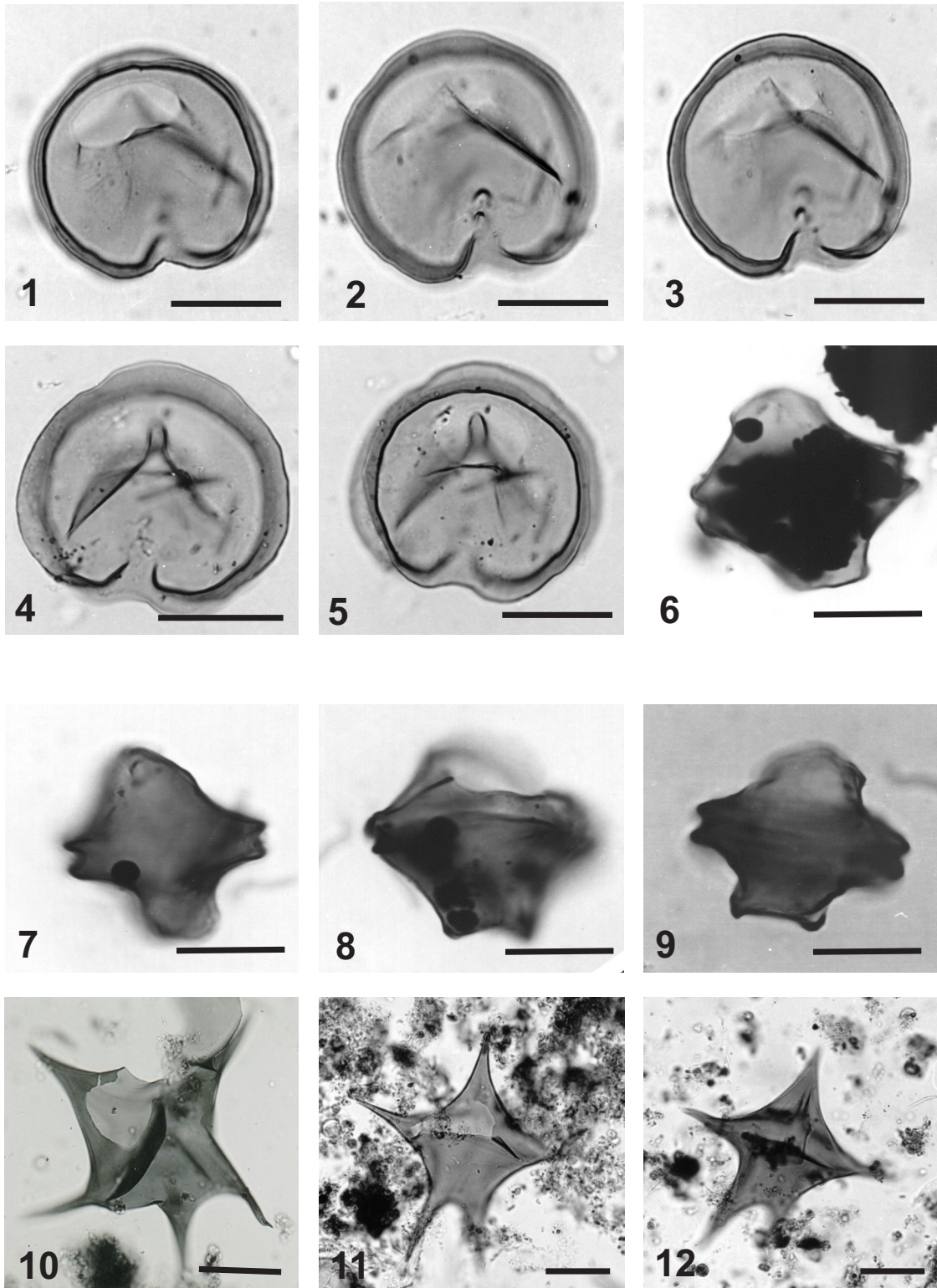
- 1-2 *"Echinidinium bispiniformis"* Zonneveld, 1997 (SO90-28KG [3]; J29-2)
1 = Äquatoriale Ansicht, 2 = laterale Ansicht
- 3-6 *"Echinidinium granulatum"* Zonneveld, 1997 ex. Head *et al.*, 2001 (SO90-39KG [1]; L26-1)
3 = Äquatoriale Ansicht, 4 = laterale Ansicht, 5-6 = Archeopyle
- 7-9 *"Echinidinium"* sp. 1 (SO90-76KG [1]; P32-2)
7 = Archeopyle? (split), 8 = Fokus auf Zwischenebene, 9 = Äquatorialebene
- 10-12 *Lejeunecysta oliva* Turon & Londeix, 1988 (SO90-54KG [2]; O32):
10-12 = Fokus auf Zwischenebene, laterale Ansicht (Operculum sichtbar)

Tafel 10



Tafel 10
(Maßstab = 25 µm)

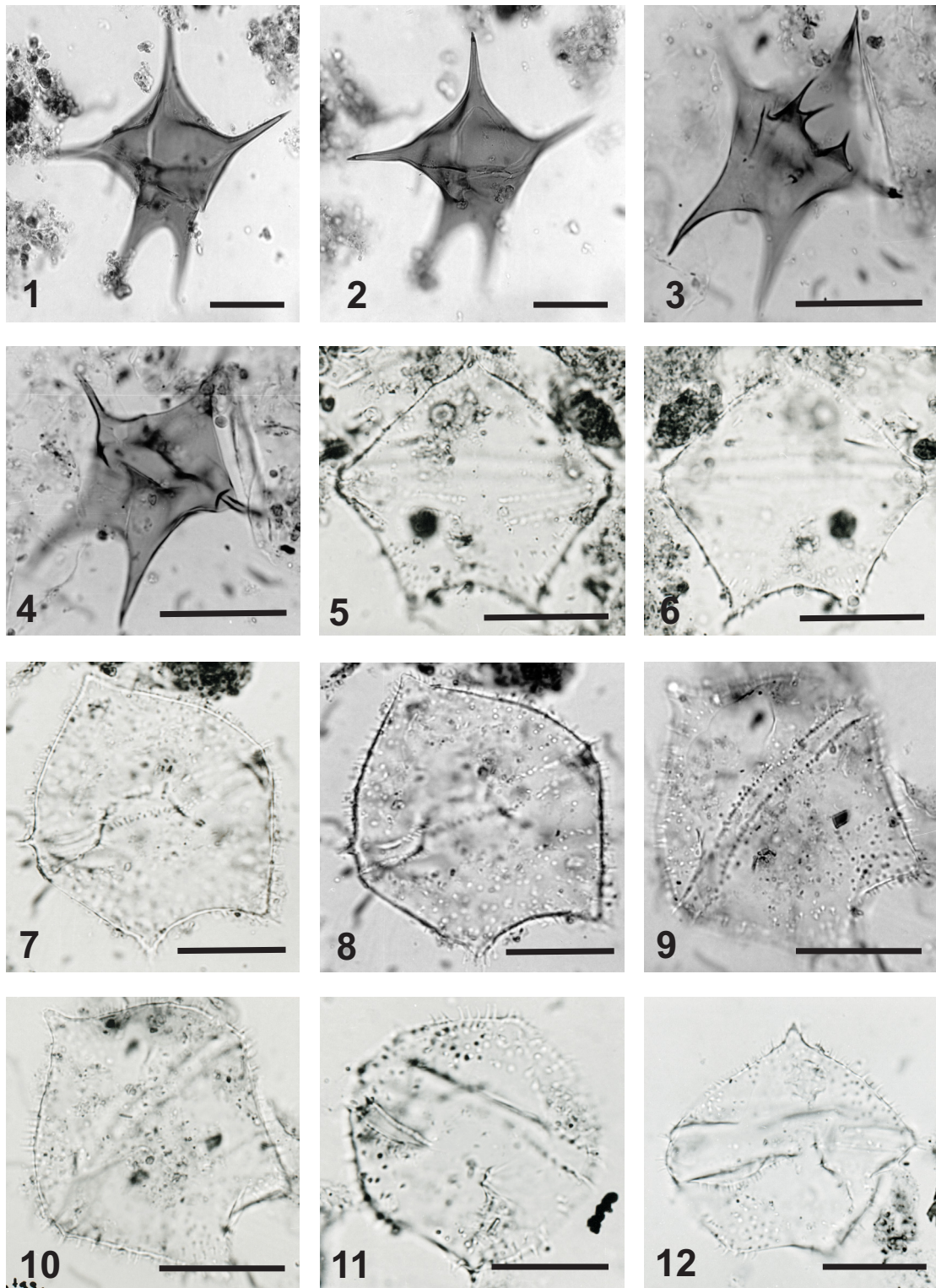
- 1-2 *Lejeunecysta* sp. (SO90-124KG [1]; W30-4): 1 = Äquatoriale Ansicht, 2 = laterale Ansicht
 3 *Nanshadinium decorosum* Chengquan & Xuekun, 1991 (SO90-113KG [1]; G26-4): 3 = Archeopyle
 4-7 *Nanshadinium decorosum* Chengquan & Xuekun, 1991 (SO90-158KG [1]; R23-3)
 4,7 = Fokus auf Zwischenebene, 5 = Fokus auf Zingulum, 6 = Äquatorialebene
 8-9 *Quinquecuspis concreta* Harland, 1977 (SO90-54KG [2]; O32): 8,9 = Fokus auf Archeopyle
 10-11 *Quinquecuspis concreta* Harland, 1977 (SO90-111KL [4]; P34):
 10 = Archeopyle, 11 = laterale Ansicht
 12-13 *Quinquecuspis concreta* Harland, 1977 (SO90-158KG [1]; P24-3):
 12 = laterale Ansicht, 13 = Archeopyle



Tafel 11
(Maßstab = 25 µm)

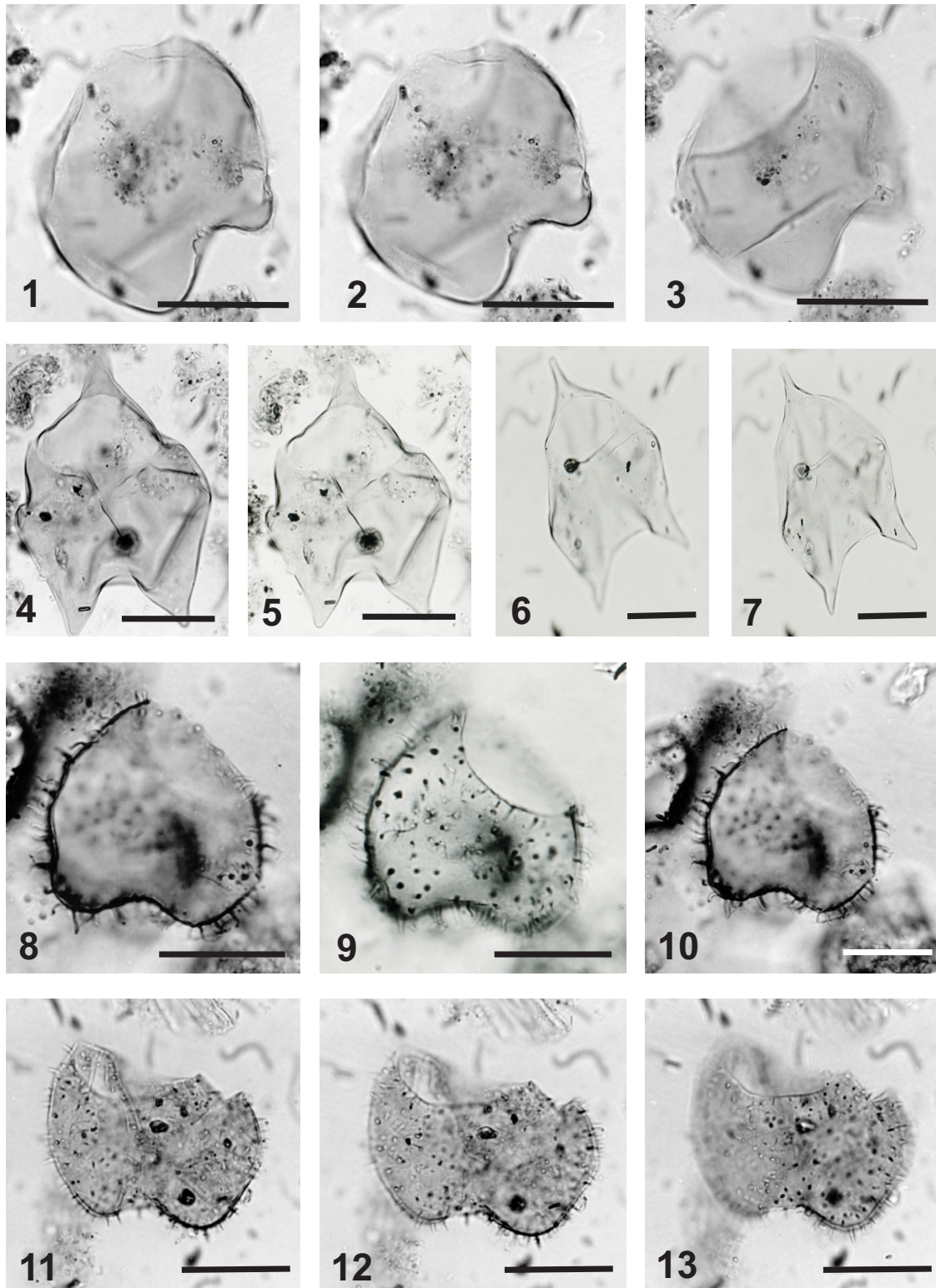
- 1-3 *Selenopemphix nephroides* Bujak et al., 1980 (SO90-111KL, 115cm [1]; Q38-1):
1 = Archeopyle, 2 = Fokus auf Zwischenebene, 3 = laterale Ansicht
- 4-5 *Selenopemphix nephroides* Bujak et al., 1980 (SO90-87KG [2]; P21-4):
4 = Äquatorialebene, 5 = Archeopyle
- 6 *Selenopemphix nephroides* var. 1 (SO90-111KL, 755cm [3]; J23-4): 6 = laterale Ansicht
- 7 *Selenopemphix nephroides* var. 1 (SO90-111KL, 795cm [2]; P38): 7 = laterale Ansicht
- 8 *Selenopemphix nephroides* var. 1 (ODP117-722B, 1H2, 18-21cm [1]; R39-1): 8 = Archeopyle
- 9 *Selenopemphix nephroides* var. 1 (ODP117-722B, 1H3, 89,5-91,5cm [1]; M30-4): 9 = Archeopyle
- 10 *Stelladinium robustum* Zonneveld 1997 (SO90-28KG [2]; O27-4): 10 = Archeopyle
- 11 *Stelladinium robustum* Zonneveld 1997 (SO90-35KG [2]; O27-4): 11 = Archeopyle
- 12 *Stelladinium robustum* Zonneveld 1997 (SO90-110KG [2]; M26-4): 12 = Fokus auf Zwischenebene

Tafel 12



Tafel 12
(Maßstab = 25 µm)

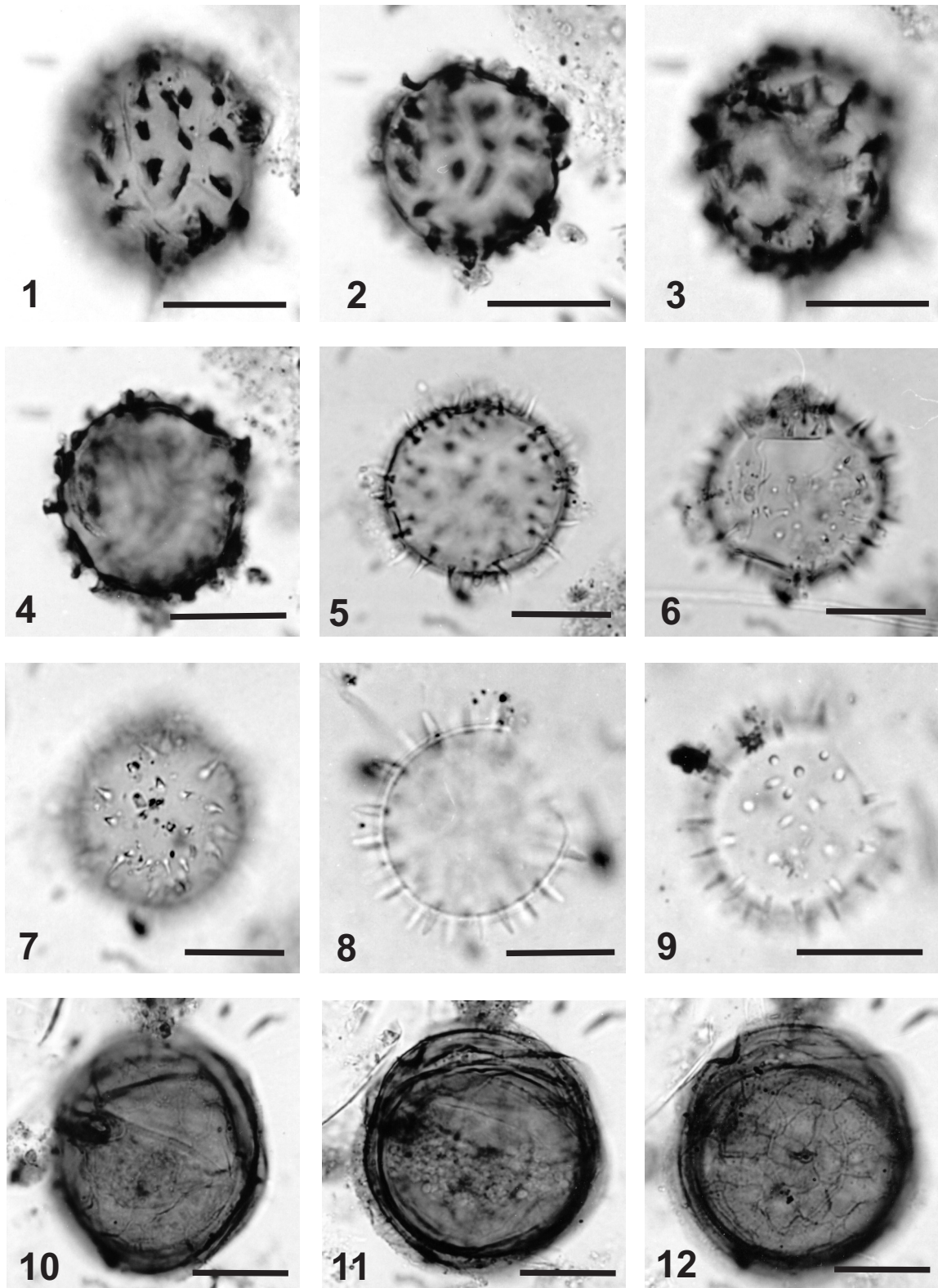
- 1-2 *Stelladinium robustum* Zonneveld 1997 (SO90-110KG [4]; Q23-3): 1,2 = Fokus auf Zwischenebene
 3-4 *Stelladinium reidii* Bradford 1975 (SO90-29KG [4]; O31-4): 3,4 = Fokus auf Zwischenebene
 5-6 *Trinovantedinium applanatum* Bujak & Davies, 1983 (SO90-34KG [3]; N29-2):
 4 = Fokus auf Ventralseite, 5 = Fokus auf Äquatorialebene
 7-8 *Trinovantedinium applanatum* Bujak & Davies, 1983 (SO90-35KG [3]; Q22):
 7 = Fokus auf Äquatorialebene, 8 = Fokus auf Zwischenebene
 9-10 *Trinovantedinium applanatum* Bujak & Davies, 1983 (SO90-64KG [2]; T34):
 9 = Archeopyle, 10 = Fokus auf Äquatorialebene
 11 *Trinovantedinium applanatum* Bujak & Davies, 1983 (ODP117-722B, 1H1, 119,5-121,5cm [1]; H26-1):
 11 = laterale Ansicht
 12 *Trinovantedinium applanatum* Bujak & Davies, 1983 (SO90-94KL, 201-202cm [1]; P32-4):
 12 = laterale Ansicht



Tafel 13
(Maßstab = 25 µm)

- 1-3 *Votadinium calvum* Reid, 1977 (SO90-124KG [2]; Q26):
 1 = Fokus auf Zwischenebene, 2 = Äquatorialebene, 3 = Archeopyle (oben links)
 4-5 *Votadinium nanhaiense* Chengquan & Xuekun, 1991 (SO90-35KG [2]; Q21-4):
 4 = Archeopyle im Fokus, 5 = Fokus auf Äquatorialebene
 6-7 *Votadinium nanhaiense* Chengquan & Xuekun, 1991 (SO90-183KG [3]; Q17-1):
 6 = Archeopyle im Fokus, 7 = Fokus auf Äquatorialebene
 8-10 *Votadinium spinosum* Reid, 1977 (SO90-94KL, 301-302cm [2]; O24):
 8 = Fokus auf Zwischenebene, 9 = laterale Ansicht, 10 = Fokus auf Zwischenebene
 11-13 *Votadinium spinosum* Reid, 1977 (SO90-158KG [2]; O22-2):
 11 = Fokus auf Äquatorialebene, 12,13 = Fokus auf Zwischenebene

Tafel 14



Tafel 14
(Maßstab = 25 µm)

- 1-4 *Xandarodinium xanthum* Reid 1977 (SO90-49KG [1]; J34-3):
 1 = laterale Ansicht, 2 = Äquatorialebene, 3,4 = Fokus auf Zwischenebene
 5-7 *Dissodium parvum* Abé 1941 (SO90-144KG [3]; K27-2):
 5 = Fokus auf Zwischenebene, 6 = Archeopyle, 7 = laterale Ansicht
 8-9 *Dissodium parvum* Abé 1941 (ODP117-722B, 1H4, 45,5-47,5cm [3]; H26):
 8 = Äquatorialebene, 9 = Archeopyle (oben rechts)
 10-12 *Dubridinium caperatum* Reid 1977 (SO90-34KG [4]; Q35-3):
 10 = Zwischenebene, 11 = Äquatorialebene, 12 = laterale Ansicht

Tabellen / Zähllisten

- Zähllisten Organische Dinoflagellatenzysten

SONNE 90 - Oberflächenproben		Zählliste Organische Dinoflagellatenzysten												Seite 1 von 6											
		Zysten gesamt		<i>Algalaspheridium</i> spp.		<i>Bitectatodinium spongium</i>		<i>Brigantinedinium caritaceense</i>		<i>Brigantinedinium majusculum</i>		<i>Brigantinedinium simplex</i>				<i>Brigantinedinium</i> spp.		Zyste von <i>Dissodinium parvum</i>		<i>Dubridinium caperatum</i>		<i>Echinidinium aculeatum</i>		<i>Echinidinium hispidiformis</i>	
Probe	Incl./g Sed.	%	Incl./g Sed.	%	Incl./g Sed.	%	Incl./g Sed.	%	Incl./g Sed.	%	Incl./g Sed.	%	Incl./g Sed.	%	Incl./g Sed.	%	Incl./g Sed.	%	Incl./g Sed.	%	Incl./g Sed.	%	Incl./g Sed.	%	
1	3089,6	2,56	79,2	4,49	138,6	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0
10	3593,4	0,00	0,0	5,00	179,7	0,71	25,7	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0
20	4583,5	1,54	70,5	2,31	105,8	1,54	70,5	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0
23	2675,7	0,00	0,0	12,77	341,6	0,00	0,0	12,77	0,00	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0
28	8513,1	0,00	0,0	2,37	201,7	0,47	40,3	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	40,3
29	3552,9	3,20	113,8	31,67	1125,3	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	12,6
34	3438,7	0,00	0,0	16,95	582,8	0,00	0,0	16,95	0,00	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0
35	8522,6	0,00	0,0	4,72	402,4	0,00	0,0	4,72	0,00	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0
39	6414,3	0,97	62,3	1,46	93,4	0,49	31,1	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0
42	8830,9	0,00	0,0	3,03	267,6	0,00	0,0	3,03	0,00	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0
44	11123,8	0,00	0,0	8,33	927,0	0,00	0,0	8,33	0,00	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0
51	8258,9	2,50	206,5	0,00	0,0	1,25	103,2	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0
54	4960,3	0,00	0,0	2,90	144,0	0,00	0,0	2,90	0,00	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0
64	9487,2	4,14	393,1	6,35	602,8	0,00	0,0	6,35	0,00	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0
69	5980,0	3,32	198,5	5,39	322,6	0,00	0,0	5,39	0,00	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0
76	7945,2	4,85	385,4	1,49	118,6	0,00	0,0	1,49	0,00	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0
85	7099,7	8,33	591,6	4,17	295,8	1,04	74,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0
87	7816,5	0,70	54,7	1,40	109,3	0,00	0,0	1,40	0,00	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0
95	349,7	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0
99	6262,0	1,03	64,3	1,37	85,8	0,00	0,0	1,37	0,00	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0
103	17844,6	2,49	444,3	0,41	74,0	0,41	74,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0
110	7690,5	0,69	53,4	0,69	53,4	0,00	0,0	0,69	0,00	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0
113	4081,8	0,00	0,0	2,34	235,8	0,00	0,0	2,34	0,00	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0
115	4511,5	0,58	26,4	0,58	26,4	0,00	0,0	0,58	0,00	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0
120	2714,9	0,00	0,0	16,73	454,3	0,00	0,0	16,73	0,00	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0
124	4473,7	5,53	247,5	6,38	285,6	0,00	0,0	6,38	0,00	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0
129	903,3	0,92	8,3	6,42	58,0	1,83	16,6	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0
135	4723,7	2,15	101,6	4,30	203,2	2,69	127,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0
138	18180,5	0,00	0,0	1,90	346,3	0,00	0,0	1,90	0,00	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0
143	4824,2	1,44	69,2	1,44	69,2	0,48	23,1	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0
144	4811,9	5,13	246,8	3,42	164,5	0,00	0,0	3,42	0,00	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0
155	2924,5	1,03	30,1	2,58	75,4	1,03	30,1	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0
158	5422,3	4,70	255,0	6,90	374,0	0,00	0,0	6,90	0,00	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0
163	2524,4	0,00	0,0	2,00	50,5	2,00	50,5	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0
164	9841,8	4,92	484,0	2,46	242,0	1,64	161,3	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0
168	10307,2	0,00	0,0	1,14	117,6	0,00	0,0	1,14	0,00	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0
173	1644,4	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0
183	4366,4	1,55	67,9	0,00	0,0	0,52	22,6	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0

"Echinidinium delicatum"		"Echinidinium granulatum"		"Echinidinium transparentum"		"Echinidinium" sp. 1 ("longispina")		"Echinidinium" spp.		Impagidinium aculeatum		Impagidinium paradoxum		Impagidinium patulum		Impagidinium sphaericum		Impagidinium spp.	
		%	Ind./g Sed.	%	Ind./g Sed.	%	Ind./g Sed.	%	Ind./g Sed.	%	Ind./g Sed.	%	Ind./g Sed.	%	Ind./g Sed.	%	Ind./g Sed.	%	Ind./g Sed.
1	0,64	19,8	0,0	0,0	0,0	9,62	297,1	3,85	118,8	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
10	0,71	25,7	0,0	1,43	51,3	0,0	0,0	0,71	25,7	0,0	0,0	0,0	0,0	1,43	51,3	0,0	0,0	0,0	0,0
20	1,54	70,5	0,0	0,0	0,0	24,62	1128,3	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
23	0,00	0,0	0,71	19,0	0,0	23,40	626,2	4,96	132,8	0,0	0,0	0,0	0,71	19,0	0,0	0,0	0,0	0,71	19,0
28	7,11	605,2	0,00	0,0	0,47	40,3	121,0	1,90	161,4	0,0	0,0	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,00	0,0
29	0,36	12,6	0,00	0,0	0,71	25,3	392,0	1,42	50,6	0,0	0,0	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,00	0,0
34	0,00	0,0	0,00	0,0	1,69	58,3	408,0	1,69	58,3	0,0	0,0	0,0	0,85	29,1	0,85	29,1	0,00	0,85	29,1
35	0,43	36,6	0,00	0,0	7,30	621,8	6,01	512,1	1,72	146,3	0,0	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,00	0,0
39	0,97	62,3	0,49	31,1	0,49	31,1	1899,4	0,97	62,3	0,0	0,0	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,49	31,1
42	0,00	0,0	0,00	0,0	1,82	160,6	6,06	535,2	4,85	428,2	0,0	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,00	0,0
44	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	1184,5	0,93	103,0	0,46	51,5	0,0	0,00	0,0	0,46	51,5	0,00	0,00	257,5
51	1,25	103,2	0,00	0,0	0,00	0,0	6,25	516,2	1,25	103,2	0,0	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,00	0,0
54	1,61	80,0	0,32	16,0	0,00	2,90	144,0	3,23	160,0	0,00	0,0	0,00	0,00	0,00	0,0	0,00	0,00	0,0	0,0
64	0,55	52,4	0,28	26,2	0,55	52,4	1415,2	3,87	366,9	0,00	0,0	0,00	0,00	0,28	26,2	0,00	0,00	0,28	26,2
69	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	4,98	297,8	2,49	148,9	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,00	0,0
76	2,24	177,9	1,49	118,6	0,37	29,6	889,4	0,75	59,3	0,00	0,0	0,00	0,00	0,00	0,0	0,00	0,00	0,37	29,6
85	1,04	74,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,0	1,04	74,0	0,00	0,0	0,00	0,00	1,04	74,0	0,00	0,00	0,00	0,0
87	2,80	218,6	0,00	0,0	0,00	0,0	2,10	164,0	0,00	0,0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,0	0,70	54,7	0,70	54,7
95	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,0	0,00	0,00	0,00	0,0	0,00	0,00	0,00	0,0
99	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	1,03	64,3	0,68	42,9	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,00	0,0
103	0,41	74,0	0,00	0,0	0,00	0,0	2,90	518,3	1,24	222,1	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,00	0,0
110	0,69	53,4	0,00	0,0	0,69	53,4	320,4	1,39	106,8	0,00	0,0	0,00	0,00	0,00	0,0	0,69	53,4	0,00	0,0
113	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	4,68	471,6	0,58	58,9	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,00	0,0
115	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,0	0,00	0,00	0,58	26,4	0,00	0,00	0,00	0,0
120	0,41	111,1	0,00	0,0	0,00	0,0	1,22	33,2	4,08	110,8	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,00	0,0
124	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	2,55	114,2	4,68	209,4	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,00	0,0
129	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	2,75	24,9	1,83	16,6	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,00	0,0
135	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	2,69	127,0	1,08	50,8	0,00	0,0	0,00	0,0	0,54	25,4	0,00	0,00	0,0
138	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,95	173,1	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,00	0,0
143	0,96	46,2	0,00	0,0	0,00	0,0	11,00	530,9	2,39	115,4	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,00	0,0
144	0,00	0,0	0,85	41,1	0,85	41,1	287,9	1,71	82,3	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,00	0,00	0,0
155	1,03	30,1	0,00	0,0	0,00	0,0	24,74	723,6	1,03	30,1	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,00	0,0
158	0,94	51,0	0,00	0,0	0,31	17,0	10,66	1,57	85,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,63	34,0	0,00	0,00	0,00	0,0
163	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	2,00	50,5	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,00	0,0
164	1,64	161,3	0,00	0,0	0,00	0,0	2,46	242,0	3,28	322,7	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,00	0,0
168	0,38	39,2	0,00	0,0	0,00	0,0	3,42	352,7	0,76	78,4	0,00	0,0	0,00	0,0	0,38	39,2	0,00	0,00	0,0
173	2,86	47,0	0,00	0,0	0,00	0,0	11,43	187,9	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,00	0,0
183	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	1,55	67,9	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,00	0,0

Seite 2 von 6

SONNE 90 - Oberflächeproben Zählliste Organische Dinoflagellatenzysten

SONNE 90 - Oberflächenproben		Zählliste Organische Dinoflagellatenzysten												Seite 3 von 6								
		<i>Impagidinium striatum</i>		<i>Istandinium cezarae</i>		<i>Lejeuneocysta oliva</i>		<i>Lejeuneocysta sabrina</i>		<i>Lejeuneocysta spp.</i>		<i>Lingulodinium machaerophorum</i>				<i>Nematospaeropsis labyrinthus</i>		<i>Operculodinium centrocarpum</i>		<i>Operculodinium centrocarpum (short)</i>		<i>Operculodinium israelianum</i>
Probe	%	Ind./g Sed.	%	Ind./g Sed.	%	Ind./g Sed.	%	Ind./g Sed.	%	Ind./g Sed.	%	Ind./g Sed.	%	Ind./g Sed.	%	Ind./g Sed.	%	Ind./g Sed.	%	Ind./g Sed.	%	Ind./g Sed.
1	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0
10	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0
20	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0
23	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0
28	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0
29	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0
34	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0
35	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0
39	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0
42	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0
44	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0
51	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0
54	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0
64	0,28	26,2	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0
69	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0
76	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0
85	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0
87	0,70	54,7	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0
95	2,94	10,3	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0
99	0,00	0,0	1,03	64,3	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0
103	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0
110	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0
113	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0
115	0,58	26,4	0,58	26,4	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0
120	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0
124	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0
129	0,00	0,0	2,75	24,9	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0
135	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0
138	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0
143	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0
144	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0
155	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0
158	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0
163	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0
164	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0
168	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0
173	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0
183	0,00	0,0	1,04	45,2	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0

Seite 4 von 6

SONNE 90 - Oberflächenproben		Zählliste Organische Dinoflagellatenzysten																				
		<i>Operculodinium israelianum</i> (short)		<i>Operculodinium jandachensei</i>		<i>Operculodinium</i> sp. 1		<i>Operculodinium?</i> <i>striacolum</i>		<i>Zycte von Pentapleura dalei</i>		<i>Zycte von Pheopolykrinos hartmannii</i>		<i>Zycte von Polykrinos kefordii</i>		<i>Zycte von Polykrinos schwarzi</i>		<i>Polysphaeridium zoharyi</i>		<i>Zycte von Protoperdinium americanum</i>		
Probe	%	Ind./g Sed.	%	Ind./g Sed.	%	Ind./g Sed.	%	Ind./g Sed.	%	Ind./g Sed.	%	Ind./g Sed.	%	Ind./g Sed.	%	Ind./g Sed.	%	Ind./g Sed.	%	Ind./g Sed.	%	Ind./g Sed.
1	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0
10	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0
20	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0
23	0,00	0,0	0,71	19,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0
28	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0
29	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,36	12,6	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0
34	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0
35	0,00	0,0	0,00	0,0	0,43	36,6	0,00	0,0	11,59	987,6	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0
39	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,97	62,3	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	2,91	186,8	0,00	0,0
42	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	1,82	160,6	0,00	0,0	0,00	0,0	2,42	214,1	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0
44	0,00	0,0	0,00	0,0	0,93	103,0	0,00	0,0	7,87	875,5	0,00	0,0	0,46	51,5	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0
51	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	1,25	103,2	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	5,00	412,9	1,25	103,2
54	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,32	16,0	0,00	0,0	0,00	0,0	3,23	160,0	0,00	0,0
64	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,55	52,4	0,00	0,0	0,28	26,2	0,00	0,0	0,00	0,0	4,42	419,3	0,00	0,0
69	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,83	49,6	0,00	0,0	0,00	0,0	17,01	1017,3	0,00	0,0
76	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	2,61	207,5	0,00	0,0
85	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	1,04	74,0	1,04	74,0
87	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,70	54,7	0,00	0,0	0,00	0,0	6,29	492,0	0,00	0,0
95	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0
99	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	1,03	64,3	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0
103	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	2,07	370,2	0,00	0,0
110	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,69	53,4	0,00	0,0	0,00	0,0	0,69	53,4	0,00	0,0
113	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,58	58,9	0,00	0,0	1,75	176,8	0,00	0,0	0,00	0,0	2,34	235,8	0,58	58,9
115	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,58	26,4	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	1,75	79,1	0,58	26,4
120	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	1,22	33,2	0,00	0,0	0,00	0,0	19,59	531,9	0,41	11,1
124	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,43	19,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	10,64	475,9	0,00	0,0
129	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,92	8,3	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	6,42	58,0	0,00	0,0
135	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,54	25,4
138	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0
143	0,00	0,0	0,96	46,2	0,00	0,0	0,00	0,0	0,48	23,1	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,48	23,1	0,00	0,0
144	0,85	41,1	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,85	41,1	0,00	0,0	0,00	0,0	1,71	82,3	0,00	0,0
155	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,52	15,1	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0
158	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	11,60	628,9	0,63	34,0
163	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	10,00	252,4	1,00	25,2
164	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,82	80,7	0,00	0,0
168	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	5,70	587,9	2,28	235,1
173	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	5,71	94,0	0,00	0,0
183	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	1,04	45,2	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	2,59	113,1	2,07	90,5

Probe		SONNE 90 - Oberflächeproben												Zählliste Organische Dinoflagellatenzysten		Seite 5 von 6					
		Zyste von <i>Proropertidium monospinium</i>		Zyste von <i>Proropertidium thorianum</i>		<i>Pxydinopsis reticulata</i>		<i>Quinquecuspis concreta</i>		<i>Selenopemphix nephroides</i>		<i>Selenopemphix quanta</i>		<i>Spiniferites bentorii</i>		<i>Spiniferites bulloides</i>		<i>Spiniferites membranaceus</i>		<i>Spiniferites mirabilis</i>	
		%	Ind./g Sed.	%	Ind./g Sed.	%	Ind./g Sed.	%	Ind./g Sed.	%	Ind./g Sed.	%	Ind./g Sed.	%	Ind./g Sed.	%	Ind./g Sed.	%	Ind./g Sed.	%	Ind./g Sed.
1	0,00	0,0	0,0	0,00	0,0	0,00	19,8	3,21	99,0	3,85	118,8	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,64	19,8	2,56	79,2	
10	0,00	0,0	0,0	0,00	0,0	0,00	51,3	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,00	0,0	0,00	0,0	
20	0,00	0,0	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,77	35,3	0,00	0,0	
23	0,00	0,0	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	3,55	94,9	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,00	0,0	0,00	0,0	
28	0,00	0,0	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,95	80,7	0,95	80,7	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,00	0,0	0,00	0,0	
29	0,00	0,0	12,6	0,00	0,0	0,00	75,9	1,07	37,9	0,36	12,6	0,36	0,0	0,00	0,0	0,36	12,6	0,71	25,3	0,0	
34	0,00	0,0	0,0	0,00	0,0	0,00	58,3	0,85	29,1	0,85	29,1	0,85	0,0	0,00	0,0	0,85	29,1	2,54	87,4	0,0	
35	0,00	0,0	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,86	73,2	1,29	109,7	0,86	0,0	0,00	0,0	0,86	73,2	0,86	73,2	36,6	
39	0,00	0,0	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,97	62,3	2,91	186,8	0,97	0,0	0,00	0,0	0,97	62,3	0,00	0,0	31,1	
42	0,00	0,0	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	2,42	214,1	0,61	53,5	2,42	0,0	0,00	0,0	2,42	214,1	1,82	160,6	0,0	
44	0,00	0,0	0,0	0,00	0,0	0,00	257,5	1,85	206,0	0,46	51,5	1,85	0,0	0,00	0,0	1,85	206,0	0,46	51,5	0,0	
51	0,00	0,0	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	1,25	103,2	0,00	0,0	0,00	0,0	1,25	103,2	0,00	0,0	206,5	
54	0,00	0,0	0,0	0,00	0,0	0,00	16,0	0,65	32,0	1,94	96,0	0,65	0,0	0,00	0,0	0,65	32,0	0,65	32,0	48,0	
64	0,00	0,0	0,0	0,00	0,0	0,00	26,2	1,66	157,2	0,00	0,0	1,66	0,28	26,2	0,28	1,66	157,2	0,83	78,6	78,6	
69	0,00	0,0	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,41	24,8	0,41	24,8	0,41	0,0	0,00	0,0	0,41	24,8	1,24	74,4	0,0	
76	0,00	0,0	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	1,12	88,9	0,00	0,0	0,00	0,0	1,12	88,9	0,37	29,6	0,0	
85	0,00	0,0	1,04	74,0	0,00	0,0	221,9	1,04	74,0	1,04	74,0	1,04	0,0	0,00	0,0	1,04	74,0	0,00	0,0	74,0	
87	0,00	0,0	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	1,40	109,3	0,00	0,0	1,40	0,00	0,00	0,0	1,40	109,3	0,70	54,7	109,3	
95	0,00	0,0	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	2,94	10,3	2,94	10,3	0,0	
99	0,00	0,0	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	1,03	64,3	0,34	21,4	1,03	0,68	42,9	0,68	42,9	0,00	0,0	0,00	0,0	
103	0,00	0,0	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	1,24	222,1	0,00	0,0	1,24	0,00	0,00	0,0	1,24	222,1	0,00	0,0	0,0	
110	0,00	0,0	0,0	0,00	0,0	0,00	53,4	0,69	53,4	1,39	106,8	0,69	0,0	0,00	0,0	0,69	53,4	0,00	0,0	106,8	
113	0,00	0,0	0,0	0,00	0,0	0,00	117,9	0,00	0,0	1,17	117,9	0,00	0,0	0,00	0,0	1,17	117,9	0,00	0,0	0,0	
115	0,00	0,0	0,0	0,00	0,0	0,00	26,4	1,17	52,8	0,00	0,0	1,17	0,58	26,4	0,58	26,4	2,45	66,5	0,58	26,4	
120	0,00	0,0	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	44,3	0,41	11,1	0,41	0,00	0,00	0,0	0,41	11,1	2,45	66,5	44,3	
124	0,00	0,0	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,43	19,0	0,85	38,1	0,43	0,00	0,00	0,0	0,43	19,0	0,85	38,1	0,0	
129	0,00	0,0	0,0	0,00	0,0	0,00	8,3	0,92	8,3	0,00	0,0	0,92	0,00	0,00	0,0	0,92	8,3	0,92	8,3	0,0	
135	0,00	0,0	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	1,08	50,8	0,54	25,4	1,08	0,00	0,00	0,0	1,08	50,8	0,54	25,4	0,0	
138	0,00	0,0	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	1,90	346,3	0,00	0,0	1,90	0,00	0,00	0,0	1,90	346,3	0,00	0,0	0,0	
143	0,00	0,0	0,0	0,00	0,0	0,00	46,2	1,91	92,3	0,96	46,2	1,91	0,96	46,2	0,96	46,2	2,22	66,5	1,63	44,3	
124	0,00	0,0	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	3,83	171,3	0,85	38,1	0,0	
129	0,00	0,0	0,0	0,00	0,0	0,00	8,3	0,92	8,3	0,00	0,0	0,92	0,00	0,00	0,0	0,92	8,3	0,92	8,3	0,0	
135	0,00	0,0	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	1,08	50,8	0,54	25,4	1,08	0,00	0,00	0,0	1,08	50,8	0,54	25,4	0,0	
138	0,00	0,0	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	1,90	346,3	0,00	0,0	1,90	0,00	0,00	0,0	1,90	346,3	0,00	0,0	0,0	
143	0,00	0,0	0,0	0,00	0,0	0,00	46,2	1,91	92,3	0,96	46,2	1,91	0,96	46,2	0,96	46,2	2,22	66,5	1,63	44,3	
144	0,00	0,0	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	1,71	82,3	3,42	164,5	1,71	0,00	0,00	0,0	1,71	82,3	0,00	0,0	41,1	
155	0,00	0,0	0,0	0,00	0,0	0,00	15,1	3,09	90,4	0,52	15,1	3,09	0,00	0,00	0,0	0,52	15,1	0,00	0,0	0,0	
158	0,00	0,0	0,0	0,00	0,0	0,00	51,0	0,94	51,0	2,51	136,0	0,94	0,63	34,0	0,63	34,0	17,0	0,31	17,0	68,0	
163	0,00	0,0	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	2,00	50,5	3,00	75,7	2,00	0,00	0,00	0,0	2,00	50,5	1,00	25,2	0,0	
164	0,00	0,0	0,0	0,00	0,0	0,82	80,7	0,00	0,0	1,64	161,3	0,82	0,00	0,00	0,0	1,64	161,3	0,64	161,3	0,0	
168	0,00	0,0	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	3,04	313,5	0,38	39,2	3,04	0,00	0,00	0,0	0,38	39,2	0,00	0,0	39,2	
173	0,00	0,0	0,0	0,00	0,0	0,00	47,0	2,86	0,0	0,00	0,0	2,86	0,00	0,00	0,0	2,86	47,0	0,00	0,0	47,0	
183	0,00	0,0	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	2,59	113,1	0,00	0,0	2,59	0,00	0,00	0,0	2,59	113,1	0,52	22,6	0,0	

Probe		SONNE 90 - Oberflächenproben												Zählliste Organische Dinoflagellatenzysten		Seite 6 von 6						
		<i>Spiniferites pachydermus</i>		<i>Spiniferites ramosus</i>		<i>Spiniferites spp.</i>		<i>Stelladinium reidii</i>		<i>Stelladinium robustum</i>		<i>Trinovantedinium applanatum</i>		<i>Votadinium cubum</i>		<i>Votadinium nanthense</i>		<i>Votadinium spinosum</i>		<i>Xandarodinium xanthum</i>		
		%	Ind./g Sed.	%	Ind./g Sed.	%	Ind./g Sed.	%	Ind./g Sed.	%	Ind./g Sed.	%	Ind./g Sed.	%	Ind./g Sed.	%	Ind./g Sed.	%	Ind./g Sed.	%	Ind./g Sed.	
1	5,77	178,2	0,0	0,0	3,21	99,0	2,56	79,2	1,28	39,6	0,64	19,8	0,0	0,0	0,64	19,8	0,64	19,8	0,0	0,0	0,00	0,0
10	0,00	0,0	0,0	0,0	0,71	25,7	3,57	128,3	0,00	0,0	0,00	0,0	0,0	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0
20	0,00	0,0	0,0	0,0	0,00	0,0	3,85	176,3	0,77	35,3	0,00	0,0	0,0	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	2,31	105,8
23	0,00	0,0	0,0	0,0	0,71	19,0	1,42	38,0	0,71	19,0	0,00	0,0	0,0	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0
28	0,00	0,0	0,0	0,0	0,47	40,3	3,32	282,4	1,90	161,4	0,95	80,7	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0
29	1,78	63,2	0,0	0,0	1,78	63,2	1,78	63,2	0,00	0,0	0,00	0,0	0,0	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0
34	0,00	0,0	0,0	0,0	1,69	58,3	0,00	0,0	0,00	0,0	1,69	58,3	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0
35	9,44	804,7	0,00	0,0	2,58	219,5	0,86	73,2	0,43	36,6	0,43	36,6	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0
39	1,46	93,4	0,00	0,0	0,97	62,3	2,91	186,8	0,00	0,0	0,49	31,1	0,00	0,0	0,49	31,1	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0
42	0,61	4,24	0,00	0,0	4,24	374,6	4,85	428,2	0,00	0,0	0,61	53,5	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0
44	5,09	566,5	0,00	0,0	4,63	515,0	3,24	360,5	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0
51	7,50	619,4	0,00	0,0	2,50	206,5	1,25	103,2	0,00	0,0	1,25	103,2	0,00	0,0	2,50	206,5	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0
54	10,00	496,0	0,00	0,0	0,97	48,0	3,55	176,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,97	48,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0
64	14,64	1389,0	1,10	104,8	1,66	157,2	0,55	52,4	0,55	52,4	2,21	209,7	0,00	0,0	0,83	78,6	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0
69	22,82	1364,7	0,00	0,0	3,73	223,3	1,66	99,3	0,41	24,8	0,41	24,8	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0
76	12,69	1008,0	0,00	0,0	1,12	88,9	0,75	59,3	0,37	29,6	0,75	59,3	0,00	0,0	0,75	59,3	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0
85	3,13	221,9	0,00	0,0	1,04	74,0	2,08	147,9	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0
87	5,59	437,3	0,00	0,0	1,40	109,3	2,10	164,0	2,80	218,6	1,40	109,3	0,00	0,0	1,40	109,3	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0
95	8,82	30,9	8,82	30,9	11,76	41,1	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0
99	0,34	21,4	0,00	0,0	2,40	150,1	2,40	150,1	1,03	64,3	0,34	21,4	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0
103	0,41	74,0	0,00	0,0	0,41	74,0	3,32	592,4	2,07	370,2	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0
110	0,00	0,0	0,00	0,0	1,39	106,8	3,47	267,0	4,17	320,4	0,00	0,0	0,00	0,0	1,39	106,8	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0
113	0,00	0,0	0,00	0,0	1,17	117,9	2,34	235,8	5,85	589,5	0,58	58,9	0,00	0,0	2,92	294,7	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0
115	2,92	131,9	0,00	0,0	1,17	52,8	1,75	79,1	3,51	158,3	0,58	26,4	0,00	0,0	0,58	26,4	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0
120	8,98	243,8	4,90	133,0	3,27	88,6	0,82	22,2	0,82	22,2	0,00	0,0	0,00	0,0	0,82	22,2	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0
124	1,70	76,1	0,43	19,0	1,70	76,1	0,43	19,0	0,85	38,1	0,00	0,0	0,00	0,0	2,13	95,2	0,00	0,0	0,00	0,0	0,43	19,0
129	2,75	24,9	0,92	8,3	3,67	33,2	3,67	33,2	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	3,67	33,2	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0
135	1,08	50,8	0,00	0,0	1,08	50,8	5,38	254,0	1,61	76,2	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0
138	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	5,71	1038,9	2,86	519,4	0,95	173,1	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0
143	3,83	184,7	0,00	0,0	0,00	0,0	1,44	69,2	1,44	69,2	0,48	23,1	0,48	23,1	1,44	69,2	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0
144	3,42	164,5	0,00	0,0	1,71	82,3	1,71	82,3	0,85	41,1	1,71	82,3	0,00	0,0	0,85	41,1	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0
155	0,52	15,1	0,52	15,1	0,00	0,0	1,03	30,1	0,52	15,1	0,00	0,0	0,00	0,0	1,03	30,1	0,00	0,0	1,03	30,1	0,00	0,0
158	17,55	951,9	0,63	34,0	2,51	136,0	0,31	17,0	0,63	34,0	1,88	102,0	0,00	0,0	0,63	34,0	0,31	17,0	0,00	0,0	0,00	0,0
163	1,00	25,2	1,00	25,2	0,00	0,0	3,00	75,7	1,00	25,2	1,00	25,2	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0
164	1,64	161,3	0,00	0,0	3,28	322,7	4,10	403,4	1,64	161,3	0,82	80,7	0,00	0,0	2,46	242,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0
168	1,14	117,6	0,00	0,0	1,52	156,8	4,18	431,1	3,42	352,7	0,00	0,0	0,00	0,0	1,14	117,6	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0
173	0,00	0,0	0,00	0,0	5,71	94,0	11,43	187,9	2,86	47,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0
183	1,04	45,2	0,00	0,0	0,52	22,6	5,18	226,2	3,63	158,4	1,04	45,2	0,00	0,0	2,59	113,1	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0

		Zählliste Organische Dinoflagellatenzysten												Seite 1 von 5							
Tiefe (cm)	Alter (ky)	PG-Ratio	Zysten gesamt	Algasphäroidium? spp.	Bicatatodinium spongium	Brigantedinium caritaceense	Brigantedinium majusculum		Brigantedinium simplex		Brigantedinium spp.		"Echinidinium aculeatum"		"Echinidinium delicatum"		"Echinidinium granulatum"		"Echinidinium transparentum"		
							Ind./g Sed.	%	Ind./g Sed.	%	Ind./g Sed.	%	Ind./g Sed.	%	Ind./g Sed.	%	Ind./g Sed.	%	Ind./g Sed.	%	Ind./g Sed.
0	4,08	0,07	233,2	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	5,88	13,7	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
11	5,63	3,74	3828,3	0,00	0,00	1,61	61,7	0,00	3,76	144,1	2120,0	0,54	20,6	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
21	7,18	3,83	2533,3	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	3,87	98,1	1409,4	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
31	8,72	0,96	2187,8	0,40	8,8	0,00	0,00	0,00	2,82	61,8	749,9	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
41	10,27	0,43	4468,8	1,99	89,0	0,22	9,9	0,00	1,11	49,4	978,8	0,22	9,9	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
51	11,82	0,63	2302,9	1,26	29,0	0,00	0,00	0,00	3,06	70,5	672,2	0,00	0,00	0,18	4,1	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
61	13,36	0,30	3624,5	0,70	25,5	0,47	17,0	0,00	1,88	68,1	587,1	0,47	17,0	0,23	8,5	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
71	14,91	0,35	4136,8	0,26	10,8	0,52	21,7	0,79	32,5	108,3	693,1	0,00	0,00	0,26	10,8	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
81	16,46	1,52	5119,2	0,00	0,00	0,51	26,2	3,07	157,1	392,8	44,50	2278,1	0,51	26,2	0,77	39,3	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
91	18,00	0,36	1281,3	0,00	0,00	1,44	18,5	0,29	3,7	36,9	17,00	217,9	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
101	18,41	1,73	3615,4	0,00	0,00	2,23	80,6	2,23	80,6	241,7	47,35	1712,0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
111	18,81	1,12	3361,6	0,00	0,00	0,79	26,4	0,00	0,00	220,0	37,96	1276,0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
121	19,22	1,85	4534,1	0,00	0,00	0,64	28,9	0,00	3,50	158,8	51,59	2339,3	0,96	43,3	0,64	28,9	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
141	20,02	3,41	3435,7	0,00	0,00	0,60	20,8	0,00	7,25	249,1	59,21	2034,4	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
161	20,83	3,78	14216,6	0,00	0,00	0,53	76,0	0,27	38,0	1064,3	74,49	7716,5	0,27	38,0	0,80	114,0	0,00	0,00	0,00	0,27	38,0
181	21,64	0,97	9613,4	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	4,35	418,0	26,90	2586,2	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
201	22,45	2,22	10037,6	0,00	0,00	0,31	31,2	0,00	6,21	623,5	48,45	4862,9	0,31	31,2	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
221	23,26	3,15	1871,9	0,00	0,00	0,00	0,00	1,33	25,0	979,6	52,33	979,6	0,00	0,00	0,33	6,2	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
241	24,06	4,64	4184,9	0,00	0,00	0,30	12,6	0,00	6,31	263,9	59,16	2475,7	0,60	25,1	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
261	25,61	3,15	2700,3	0,00	0,00	1,21	32,6	0,91	24,5	73,4	36,56	987,1	0,00	0,00	0,60	16,3	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
281	29,74	42,30	39954,7	0,00	0,00	0,00	0,00	0,46	184,5	369,1	5,08	2030,0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
301	33,87	3,22	4107,5	0,00	0,00	0,61	24,9	0,00	5,45	224,0	50,30	2066,2	0,61	24,9	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
321	38,00	4,25	8091,5	0,00	0,00	0,28	23,0	1,14	91,9	275,8	42,61	3448,1	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
361	46,27	1,87	5823,6	0,00	0,00	0,84	48,8	0,84	48,8	178,9	42,18	2456,3	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
381	50,40	5,22	10678,1	0,00	0,00	0,99	105,7	0,33	35,2	317,2	36,63	3911,8	0,33	35,2	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
401	53,89	3,10	4573,2	0,00	0,00	0,84	38,5	0,84	38,5	167,0	55,90	2556,4	0,28	12,8	0,28	12,8	0,00	0,00	0,28	12,8	12,8
421	57,40	4,19	9415,0	0,00	0,00	0,92	86,4	2,45	230,3	345,5	37,92	3570,2	0,00	0,00	0,31	28,8	0,00	0,00	0,61	57,6	57,6
451	62,00	2,04	2090,1	0,00	0,00	2,85	59,5	1,90	39,7	165,4	50,00	1045,0	0,00	0,00	0,32	6,6	0,00	0,00	0,32	6,6	6,6
481	66,60	2,27	2534,8	0,00	0,00	7,79	197,4	2,49	63,2	110,6	54,83	1389,8	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
511	71,20	1,24	9566,1	0,00	0,00	1,25	119,2	1,25	119,2	447,0	42,99	4112,5	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
531	74,27	2,74	5739,1	0,00	0,00	0,00	0,00	1,03	59,0	432,4	57,53	3301,9	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,34	19,7	19,7
551	79,03	5,49	1869,9	0,00	0,00	0,34	6,4	1,03	19,3	70,9	67,24	1257,3	0,00	0,00	0,34	6,4	0,34	0,00	0,00	0,00	0,00
571	85,43	0,94	1905,3	0,00	0,00	1,13	21,5	1,13	21,5	69,8	30,42	579,6	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
591	91,83	1,86	6833,2	0,00	0,00	0,00	0,00	0,93	63,7	233,4	41,30	2822,4	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
611	98,23	0,73	3896,2	0,00	0,00	0,00	0,00	0,28	10,8	205,6	27,22	1060,6	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
631	101,77	1,56	2913,3	0,00	0,00	0,00	0,00	0,67	19,6	195,5	44,30	1290,5	0,00	0,00	0,00	0,00	0,34	0,34	0,34	9,8	9,8
651	104,35	0,87	3514,9	0,00	0,00	0,00	0,00	0,95	33,4	66,7	33,23	1167,9	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
671	111,20	4,18	5338,5	0,00	0,00	0,00	0,00	3,05	162,9	162,9	62,03	3311,7	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
691	118,04	6,02	3438,4	0,00	0,00	0,00	0,00	0,69	23,9	131,3	60,42	2077,4	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
701	121,46	3,36	5511,5	0,00	0,00	0,00	0,00	0,91	50,1	267,2	55,76	3073,1	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
711	123,46	1,91	8957,6	0,00	0,00	0,00	0,00	0,65	38,4	379,3	44,30	3968,2	0,00	0,00	0,00	0,00	0,33	0,33	0,33	29,2	29,2

Profil SONNE 90 - 94KL		Zählliste Organische Dinoflagellatenzysten												Seite 2 von 5										
Tiefe (cm)	Alter (ks)	<i>"Echinidinium" spp.</i>		<i>Impagidinium aculeatum</i>		<i>Impagidinium paradoxum</i>		<i>Impagidinium patulum</i>		<i>Impagidinium plicatum</i>		<i>Impagidinium sphaericum</i>		<i>Impagidinium striolatum</i>		<i>Impagidinium velorum</i>		<i>Lejeuneocysta oliva</i>		<i>Lejeuneocysta sabrina</i>		<i>Lejeuneocysta spp.</i>		
		%	Ind./g Sed.	%	Ind./g Sed.	%	Ind./g Sed.	%	Ind./g Sed.	%	Ind./g Sed.	%	Ind./g Sed.	%	Ind./g Sed.	%	Ind./g Sed.	%	Ind./g Sed.	%	Ind./g Sed.	%	Ind./g Sed.	
0	4,08	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00
11	5,63	0,00	0,0	0,00	20,6	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,54	0,00	0,0	0,54	0,00	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00
21	7,18	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,35	8,9	0,00	0,0	0,35	8,9	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00
31	8,72	0,00	0,0	0,00	7,26	158,8	0,40	8,8	0,00	0,0	1,61	35,3	0,00	0,00	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	
41	10,27	0,00	0,0	0,00	3,32	148,3	1,33	59,3	1,11	49,4	0,44	19,8	0,22	9,9	0,88	39,5	0,00	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00
51	11,82	0,36	8,3	3,78	87,1	1,44	33,2	58,1	2,52	58,1	0,54	12,4	0,72	16,6	1,08	24,9	0,00	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00
61	13,36	0,00	0,0	2,82	102,1	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	
71	14,91	0,52	21,7	0,79	32,5	0,26	10,8	43,3	1,05	43,3	0,26	10,8	0,00	0,0	0,52	21,7	0,00	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00
81	16,46	0,51	26,2	10,23	523,7	1,02	52,4	0,51	26,2	0,51	26,2	13,1	0,77	39,3	0,00	0,0	0,00	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00
91	18,00	0,00	0,0	6,34	81,2	6,63	84,9	2,59	33,2	2,88	36,9	0,0	1,73	22,2	0,29	3,7	0,00	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00
101	18,41	0,00	0,0	4,46	161,1	1,11	40,3	1,39	50,4	0,28	10,1	0,00	0,0	0,56	20,1	0,00	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	
111	18,81	0,00	0,0	8,90	299,2	0,00	0,0	1,57	52,8	0,52	17,6	8,8	0,79	26,4	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	
121	19,22	0,96	43,3	5,41	245,5	0,00	0,0	0,32	14,4	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,64	28,9	0,00	
141	20,02	1,21	41,5	0,30	10,4	0,00	0,0	0,30	10,4	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	
161	20,83	1,07	152,0	1,07	152,0	0,27	38,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	
181	21,64	0,00	0,0	0,82	78,4	0,00	0,0	0,00	0,0	0,27	26,1	0,00	0,0	0,00	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	
201	22,45	0,62	62,3	0,31	31,2	0,93	93,5	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	
221	23,26	0,00	0,0	4,33	81,1	0,67	12,5	3,33	62,4	0,33	6,2	0,00	0,0	0,00	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,33	6,2	0,00	
241	24,06	0,00	0,0	1,20	50,3	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,60	25,1	0,00	
261	25,61	0,00	0,0	0,91	24,5	0,00	0,0	0,30	8,2	0,30	8,2	0,00	0,0	0,00	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,30	8,2	0,00	
281	29,74	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,23	92,3	0,00	
301	33,87	0,91	37,3	0,30	12,4	0,00	0,0	0,30	12,4	0,30	12,4	0,00	0,0	0,30	12,4	0,00	0,00	0,0	0,00	0,0	0,30	12,4	0,00	
321	38,00	0,57	46,0	0,28	23,0	0,28	23,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	
361	46,27	0,56	32,5	0,56	32,5	0,28	16,3	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,56	32,5	0,00	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	
381	50,40	0,33	35,2	0,00	0,0	0,33	35,2	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	
401	53,89	1,12	51,4	1,97	89,9	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	
421	57,40	0,31	28,8	0,92	86,4	0,61	57,6	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,31	28,8	0,00	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	
451	62,00	0,00	0,0	2,85	59,5	5,06	105,8	0,00	0,0	2,53	52,9	13,2	2,85	59,5	0,32	6,6	0,00	0,00	0,0	0,32	6,6	0,00	0,00	
481	66,60	0,62	15,8	2,18	55,3	0,31	7,9	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,31	7,9	0,00	
511	71,20	0,93	89,4	0,62	59,6	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,31	29,8	0,00	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	
531	74,27	0,34	19,7	0,68	39,3	0,00	0,0	0,00	0,0	0,34	19,7	0,00	0,0	0,00	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	
551	79,03	1,03	19,3	1,03	19,3	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	
571	85,43	0,28	5,4	9,30	177,1	1,13	21,5	1,13	21,5	0,00	0,0	0,28	5,4	0,56	10,7	0,00	0,00	0,0	0,28	5,4	0,00	0,00	0,00	
591	91,83	0,00	0,0	1,55	106,1	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	
611	98,23	0,00	0,0	1,67	64,9	0,56	21,6	0,00	0,0	0,28	10,8	0,00	0,0	0,28	10,8	0,00	0,00	0,0	0,00	0,0	0,28	10,8	0,00	
631	101,77	0,34	9,8	5,03	146,6	1,01	29,3	0,34	9,8	1,01	29,3	0,00	0,0	1,01	29,3	0,00	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	
651	104,35	0,00	0,0	4,11	144,6	2,53	89,0	0,00	0,0	1,90	66,7	22,2	1,27	44,5	0,00	0,00	0,0	0,00	0,0	0,32	11,1	0,00	0,00	
671	111,20	0,00	0,0	0,34	18,1	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	
691	118,04	0,35	11,9	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,35	11,9	0,00	
701	121,46	1,52	83,5	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,61	33,4	0,00	0,0	0,00	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	
711	123,46	0,00	0,0	0,65	58,4	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,65	58,4	0,00	

Teufe (cm)	Alter (ky)	Lingulodinium machaerophorum		Lingulodinium machaerophorum (short)		Nematospaeropsis labyrinthus		Operculodinium centrocarpum		Operculodinium centrocarpum (short)		Operculodinium israelitanum		Operculodinium jandachense		Zyste von Pentapharsodinium daliei		Zyste von Pleocyplocypris hartmannii		Zyste von Polytrikos kofoidii		Zyste von Polytrikos schwarzi	
		%	Ind./g Sed.	%	Ind./g Sed.	%	Ind./g Sed.	%	Ind./g Sed.	%	Ind./g Sed.	%	Ind./g Sed.	%	Ind./g Sed.	%	Ind./g Sed.	%	Ind./g Sed.	%	Ind./g Sed.	%	Ind./g Sed.
0	4,08	0,00	0,0	0,00	0,0	26,47	61,7	11,76	27,4	2,94	6,9	2,94	6,9	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0
11	5,63	0,00	0,0	5,91	226,4	0,54	20,6	0,54	20,6	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,54	20,6	0,54	20,6	0,00	0,0	0,00	0,0
21	7,48	0,35	8,9	3,87	98,1	1,06	26,8	0,35	8,9	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,35	8,9	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0
31	8,72	0,00	0,0	6,05	132,3	1,61	35,3	1,61	35,3	0,40	8,8	0,40	8,8	0,00	0,0	1,61	35,3	0,81	4375,6	0,00	0,0	0,00	0,0
41	10,27	1,11	49,4	8,41	375,7	0,66	29,7	0,66	29,7	0,22	9,9	0,22	9,9	0,00	0,0	0,66	29,7	0,00	0,0	0,22	9,9	0,00	0,0
51	11,82	0,00	0,0	11,89	273,9	2,16	49,8	1,18	4,1	0,18	4,1	0,18	4,1	0,00	0,0	0,36	8,3	0,18	2302,9	0,00	0,0	0,00	0,0
61	13,36	0,23	8,5	55,63	2016,5	0,47	17,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0
71	14,91	0,00	0,0	58,90	2436,6	1,83	75,8	0,26	10,8	0,26	10,8	0,26	10,8	0,00	0,0	0,79	32,5	0,00	0,0	0,52	21,7	0,00	0,0
81	16,46	0,00	0,0	21,74	1112,9	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,51	26,2	0,00	0,0	0,26	13,1	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0
91	18,00	0,00	0,0	45,53	583,4	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0
101	18,41	0,00	0,0	19,22	694,9	0,84	30,2	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0
111	18,81	0,00	0,0	23,82	800,8	1,31	44,0	1,31	44,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,26	3361,6	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0
121	19,22	0,00	0,0	14,01	635,4	0,64	28,9	0,32	14,4	0,32	14,4	0,32	14,4	0,00	0,0	0,32	14,4	0,00	0,0	3,50	158,8	0,00	0,0
141	20,02	0,00	0,0	2,42	83,0	1,21	41,5	0,60	20,8	0,60	20,8	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,60	20,8	0,00	0,0
161	20,83	0,00	0,0	6,15	874,3	0,80	114,0	0,80	114,0	0,80	114,0	0,27	38,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,27	38,0	0,00	0,0
181	21,64	0,00	0,0	39,67	3814,0	0,27	26,1	0,27	26,1	0,27	26,1	0,00	0,0	0,00	0,0	1,09	104,5	0,00	0,0	0,27	26,1	0,00	0,0
201	22,45	0,00	0,0	16,46	1652,1	0,62	62,3	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,31	31,2	0,00	0,0	1,24	124,7	0,00	0,0
221	23,26	0,00	0,0	4,67	87,4	1,67	31,2	1,67	31,2	0,67	12,5	0,00	0,0	0,00	0,0	0,33	6,2	0,00	0,0	1,00	18,7	0,00	0,0
241	24,06	0,00	0,0	4,20	175,9	0,90	37,7	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,30	12,6	0,00	0,0	0,30	12,6	0,00	0,0
261	25,61	0,00	0,0	6,04	163,2	2,72	73,4	0,00	0,0	0,00	0,0	0,30	8,2	0,00	0,0	0,91	24,5	0,00	0,0	1,21	32,6	0,00	0,0
281	29,74	0,23	92,3	1,15	461,4	0,23	92,3	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0
301	33,87	1,82	74,7	8,18	336,1	3,94	161,8	0,30	12,4	0,30	12,4	0,30	12,4	0,00	0,0	1,21	49,8	0,00	0,0	1,21	49,8	0,00	0,0
321	38,00	0,00	0,0	12,22	988,5	0,57	46,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,28	23,0	0,00	0,0	0,57	46,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,28	23,0
361	46,27	0,00	0,0	14,53	845,9	3,63	211,5	0,84	48,8	0,84	48,8	0,00	0,0	0,28	5823,6	2,23	130,1	0,00	0,0	0,84	48,8	0,00	0,0
381	50,40	0,00	0,0	2,31	246,7	1,98	211,4	1,65	176,2	1,65	176,2	0,00	0,0	0,33	10678,1	0,99	105,7	0,00	0,0	1,32	141,0	0,00	0,0
401	53,89	1,12	51,4	5,34	244,1	3,65	167,0	0,28	12,8	0,28	12,8	0,00	0,0	0,00	0,0	0,84	38,5	0,00	0,0	4,49	205,5	0,28	12,8
421	57,40	0,61	57,6	4,89	460,7	4,28	403,1	1,53	144,0	1,53	144,0	0,00	0,0	0,00	0,0	1,22	115,2	0,00	0,0	0,61	57,6	0,31	28,8
451	62,00	0,63	13,2	2,22	46,3	2,53	52,9	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	3,80	79,4	0,00	0,0
481	66,60	0,00	0,0	4,98	126,3	0,93	23,7	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	1,56	39,5	0,00	0,0
511	71,20	0,31	29,8	22,74	2175,5	0,62	59,6	0,62	59,6	0,00	0,0	0,31	29,8	0,00	0,0	0,31	29,8	0,00	0,0	2,49	238,4	0,00	0,0
531	74,27	0,00	0,0	9,25	530,7	1,03	59,0	0,00	0,0	0,68	39,3	0,34	19,7	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,68	39,3	0,00	0,0
551	79,03	0,69	12,9	1,38	25,8	3,45	64,5	0,00	0,0	0,69	12,9	0,69	12,9	0,00	0,0	1,38	25,8	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0
571	85,43	0,28	5,4	5,35	102,0	5,92	112,7	0,56	10,7	0,56	10,7	0,28	5,4	0,00	0,0	1,69	32,2	0,00	0,0	1,97	37,6	0,00	0,0
591	91,83	0,00	0,0	21,74	1485,5	2,48	169,8	0,62	42,4	0,62	42,4	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0
611	98,23	0,00	0,0	13,06	508,7	2,22	86,6	1,39	54,1	1,39	54,1	0,00	0,0	0,00	0,0	0,56	21,6	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0
631	101,77	0,67	19,6	4,03	117,3	6,38	185,8	2,01	58,7	2,01	58,7	0,00	0,0	0,34	2913,3	0,67	19,6	0,00	0,0	3,36	97,8	2,35	0,0
651	104,35	1,90	66,7	11,08	389,3	2,22	77,9	0,95	33,4	0,95	33,4	0,00	0,0	0,00	0,0	1,27	44,5	0,00	0,0	1,58	55,6	4,75	0,0
671	111,20	0,68	36,2	2,37	126,7	1,69	90,5	1,02	54,3	1,02	54,3	0,00	0,0	0,00	0,0	1,02	54,3	0,00	0,0	0,34	18,1	0,00	0,0
691	118,04	0,00	0,0	3,13	107,4	0,00	0,0	0,00	0,0	0,69	23,9	0,00	0,0	0,00	0,0	1,04	35,8	0,00	0,0	0,69	23,9	0,00	0,0
701	121,46	0,00	0,0	4,55	250,5	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,30	16,7	0,00	0,0	0,00	0,0	0,61	0,0	1,21	66,8	0,91	0,0
711	123,46	0,33	29,2	2,78	8957,6	4,56	408,5	2,61	233,4	0,65	58,4	1,95	175,1	0,00	0,0	1,30	116,7	0,00	0,0	0,33	29,2	0,33	0,0

Seite 4 von 5

Tiefe (cm)	Alter (ky)	Zählliste Organische Dinoflagellatenzysten																					
		<i>Polysphaeridium zoharyi</i>		Zyste von <i>Protoperidinium ?monospinum</i>		Zyste von <i>Protoperidinium americanum</i>		Zyste von <i>Protoperidinium thorianum</i>		<i>Pyxidimopsis reticulata</i>		<i>Quiaquetopsis concreta</i>		<i>Selenopemphix nephroides</i>		<i>Selenopemphix quanta</i>		<i>Spiniferites bentorii</i>		<i>Spiniferites bulloides</i>			
		%	Ind./g Sed.	%	Ind./g Sed.	%	Ind./g Sed.	%	Ind./g Sed.	%	Ind./g Sed.	%	Ind./g Sed.	%	Ind./g Sed.	%	Ind./g Sed.	%	Ind./g Sed.	%	Ind./g Sed.		
0	4,08	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	
11	5,63	1,08	41,2	0,00	0,0	2,69	102,9	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	
21	7,18	0,35	8,9	0,00	0,0	2,11	53,5	0,00	0,0	0,35	8,9	0,00	0,0	2,11	53,5	0,00	0,0	0,35	8,9	0,70	17,8	0,00	
31	8,72	1,61	35,3	0,00	0,0	0,81	17,6	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	2,82	61,8	0,00	0,0	0,00	0,0	0,40	8,8	0,00	
41	10,27	0,44	19,8	0,00	0,0	1,11	49,4	0,00	0,0	0,22	9,9	0,44	19,8	2,43	108,8	0,00	0,0	0,22	9,9	0,00	0,0	0,88	
51	11,82	1,08	24,9	0,18	4,1	0,72	16,6	0,00	0,0	0,54	12,4	0,36	8,3	2,16	49,8	0,00	0,0	0,18	4,1	0,36	8,3	0,54	
61	13,36	0,23	8,5	0,00	0,0	0,23	8,5	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,70	25,5	0,00	0,0	0,23	8,5	0,00	0,0	0,94	
71	14,91	0,00	0,0	0,00	0,0	0,26	10,8	0,00	0,0	0,79	32,5	0,00	0,0	2,09	86,6	0,26	10,8	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	
81	16,46	0,26	13,1	0,00	0,0	2,05	104,7	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,26	13,1	0,00	0,0	0,00	
91	18,00	2,88	36,9	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,29	3,7	0,00	0,0	0,00	0,0	0,86	11,1	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	
101	18,41	1,11	40,3	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,84	30,2	0,00	0,0	0,56	20,1	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	1,39	
111	18,81	0,79	26,4	0,00	0,0	1,83	61,6	0,00	0,0	1,31	44,0	0,00	0,0	0,26	8,8	0,00	0,0	0,52	17,6	0,00	0,0	0,00	
121	19,22	0,00	0,0	0,00	0,0	0,64	28,9	0,00	0,0	1,59	72,2	0,00	0,0	0,64	28,9	0,00	0,0	0,64	28,9	0,00	0,0	0,00	
141	20,02	1,21	41,5	0,00	0,0	3,02	103,8	0,00	0,0	0,91	31,1	0,30	10,4	1,21	41,5	0,00	0,0	0,60	20,8	0,00	0,0	0,00	
161	20,83	0,53	76,0	0,00	0,0	2,67	380,1	0,00	0,0	0,27	38,0	0,00	0,0	4,01	570,2	0,00	0,0	0,80	114,0	0,27	38,0	0,27	
181	21,64	1,63	156,7	0,00	0,0	2,45	235,1	0,00	0,0	1,36	130,6	0,00	0,0	1,09	104,5	0,00	0,0	0,27	26,1	0,54	52,2	0,00	
201	22,45	1,24	124,7	0,00	0,0	2,17	218,2	0,00	0,0	0,31	31,2	0,00	0,0	2,17	218,2	0,93	93,5	0,31	31,2	0,31	31,2	0,00	
221	23,26	5,00	93,6	0,00	0,0	1,67	31,2	0,00	0,0	0,33	6,2	0,33	6,2	5,67	106,1	0,00	0,0	0,33	6,2	0,33	6,2	0,33	
241	24,06	3,90	163,4	0,00	0,0	1,80	75,4	0,00	0,0	0,30	12,6	0,00	0,0	6,01	251,3	0,60	25,1	0,30	12,6	0,30	12,6	0,00	
261	25,61	26,59	717,9	0,00	0,0	0,91	24,5	0,00	0,0	0,30	8,2	0,60	16,3	4,23	114,2	0,60	16,3	0,30	12,6	0,30	12,6	0,00	
281	29,74	89,15	35617,8	0,00	0,0	0,69	276,8	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,69	276,8	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	
301	33,87	10,91	448,1	0,00	0,0	2,12	87,1	0,00	0,0	0,30	12,4	0,00	0,0	1,82	74,7	0,00	0,0	1,21	49,8	0,30	12,4	0,00	
321	38,00	30,11	2436,7	0,00	0,0	0,57	46,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,28	0,28	1,42	114,9	0,00	0,0	0,28	23,0	0,28	23,0	0,00	
361	46,27	3,35	195,2	0,00	0,0	0,84	48,8	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	2,79	162,7	0,56	32,5	0,84	48,8	0,84	48,8	0,00	
381	50,40	38,28	4088,0	0,00	0,0	1,65	176,2	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,66	70,5	0,00	0,0	0,66	70,5	0,66	70,5	0,00	
401	53,89	3,93	179,8	0,00	0,0	1,69	77,1	0,28	12,8	0,00	0,0	0,00	0,0	1,97	89,9	0,00	0,0	1,40	64,2	0,28	12,8	0,56	
421	57,40	29,97	2821,6	0,00	0,0	1,22	115,2	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,61	57,6	0,00	0,0	0,92	86,4	0,00	0,0	0,31	
451	62,00	0,95	19,8	0,00	0,0	2,22	46,3	0,00	0,0	0,32	6,6	0,00	0,0	1,58	33,1	0,00	0,0	1,27	26,5	0,32	6,6	0,00	
481	66,60	2,49	63,2	0,00	0,0	0,93	23,7	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	1,56	39,5	0,62	15,8	0,31	7,9	0,93	23,7	0,62	
511	71,20	0,93	89,4	0,00	0,0	0,93	89,4	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	1,56	149,0	0,00	0,0	0,00	0,0	2,18	208,6	0,00	
531	74,27	1,37	78,6	0,00	0,0	0,68	39,3	0,00	0,0	0,00	0,0	0,34	19,7	1,71	98,3	0,00	0,0	0,00	0,0	1,03	59,0	0,00	
551	79,03	2,76	51,6	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	1,03	19,3	0,00	0,0	0,69	12,9	0,69	12,9	0,00	
571	85,43	7,61	144,9	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	1,69	32,2	0,00	0,0	0,85	16,1	1,97	37,6	0,85	
591	91,83	13,98	954,9	0,00	0,0	0,62	42,4	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	1,55	106,1	0,00	0,0	0,62	42,4	0,31	21,2	0,31	
611	98,23	3,06	119,1	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	1,39	54,1	0,00	0,0	1,11	43,3	0,83	32,5	0,28	
631	101,77	0,67	19,6	0,00	0,0	1,34	39,1	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	2,01	58,7	0,34	9,8	0,67	19,6	0,67	19,6	0,34	
651	104,35	2,22	77,9	0,00	0,0	1,58	55,6	0,00	0,0	0,32	11,1	0,00	0,0	2,53	89,0	0,95	33,4	0,32	11,1	1,27	44,5	0,63	
671	111,20	1,02	54,3	0,00	0,0	0,34	18,1	0,00	0,0	0,00	0,0	0,34	18,1	1,36	72,4	0,00	0,0	3,05	162,9	0,34	18,1	0,34	
691	118,04	1,74	59,7	0,00	0,0	1,04	35,8	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	5,21	179,1	0,00	0,0	1,74	59,7	0,35	11,9	0,00	
701	121,46	1,82	100,2	0,00	0,0	0,91	50,1	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	6,06	334,0	0,00	0,0	0,61	33,4	0,00	0,0	0,91	
711	123,46	3,26	291,8	0,00	0,0	0,98	87,5	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	3,26	291,8	0,00	0,0	0,98	87,5	4,56	408,5	0,98	
																							87,5

Teufe (cm)	Alter (ky)	Zählliste Organische Dinoflagellatenzyklen												Seite 5 von 5													
		<i>Spiniferites membranaceus</i>		<i>Spiniferites mirabilis</i>		<i>Spiniferites pachydermus</i>		<i>Spiniferites perforatus</i>		<i>Spiniferites ramosus</i>		<i>Spiniferites spp.</i>		<i>Stelladinium reidii</i>		<i>Stelladinium robustum</i>		<i>Trinovantadinium applanatum</i>		<i>Votadinium cadvum</i>		<i>Votadinium nanhalense</i>		<i>Votadinium spinosum</i>			
		%	Ind./g Sed.	%	Ind./g Sed.	%	Ind./g Sed.	%	Ind./g Sed.	%	Ind./g Sed.	%	Ind./g Sed.	%	Ind./g Sed.	%	Ind./g Sed.	%	Ind./g Sed.	%	Ind./g Sed.	%	Ind./g Sed.	%	Ind./g Sed.	%	Ind./g Sed.
0	4,08	2,94	6,9	0,00	0,0	8,82	20,6	0,0	0,0	8,82	20,6	11,76	27,4	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
11	5,63	1,08	41,2	5,38	205,8	4,30	164,7	0,00	0,0	0,00	0,0	2,15	82,3	5,38	205,8	2,69	102,9	0,54	20,6	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0
21	7,18	0,70	17,8	3,17	80,3	7,39	187,3	0,00	0,0	0,70	17,8	1,76	44,6	2,46	62,4	11,97	303,3	0,35	8,9	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0
31	8,72	1,21	26,5	5,24	114,7	19,35	423,4	0,00	0,0	0,00	0,0	2,42	52,9	0,00	0,0	0,00	0,0	0,81	17,6	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0
41	10,27	1,55	69,2	2,21	98,9	43,36	1937,8	0,00	0,0	0,00	0,0	2,43	108,8	0,00	0,0	0,00	0,0	0,88	39,5	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0
51	11,82	0,90	20,7	5,23	120,3	25,77	593,4	0,00	0,0	0,18	4,1	1,44	33,2	0,36	8,3	0,54	12,4	0,54	12,4	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0
61	13,36	0,94	34,0	1,88	68,1	11,03	399,9	0,00	0,0	0,47	17,0	1,64	59,6	0,70	25,5	0,00	0,0	1,41	51,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0
71	14,91	0,26	10,8	1,05	43,3	5,76	238,2	0,00	0,0	0,00	0,0	1,05	43,3	0,00	0,0	0,00	0,0	1,31	54,1	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0
81	16,46	0,77	39,3	2,30	117,8	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,51	26,2	0,26	13,1	0,00	0,0	0,26	13,1	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0
91	18,00	0,58	7,4	2,31	29,5	2,02	25,8	0,00	0,0	0,29	3,7	0,58	7,4	0,00	0,0	0,00	0,0	2,59	33,2	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0
101	18,41	0,28	10,1	3,06	110,8	1,39	50,4	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	6,13	221,6	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0
111	18,81	0,52	17,6	3,93	132,0	0,79	26,4	0,00	0,0	0,26	8,8	0,52	17,6	0,26	8,8	0,26	8,8	4,19	140,8	0,00	0,0	0,79	26,4	0,00	0,0	0,00	0,0
121	19,22	0,00	0,0	5,10	231,0	0,96	43,3	0,00	0,0	0,96	43,3	0,96	43,3	0,96	43,3	0,00	0,0	3,50	158,8	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0
141	20,02	0,91	31,1	9,06	311,4	3,02	103,8	0,00	0,0	0,30	10,4	1,81	62,3	0,00	0,0	0,30	12,6	3,32	114,2	0,60	20,8	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0
161	20,83	0,00	0,0	5,61	798,3	2,67	380,1	0,00	0,0	0,00	0,0	1,60	228,1	0,00	0,0	0,00	0,0	5,61	798,3	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,27	38,0
181	21,64	0,54	52,2	1,63	156,7	0,82	78,4	0,00	0,0	0,27	26,1	2,45	235,1	0,27	26,1	0,00	0,0	9,24	888,2	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,27	26,1
201	22,45	1,24	124,7	3,73	374,1	2,17	218,2	0,00	0,0	0,62	62,3	3,73	374,1	0,31	31,2	0,00	0,0	6,52	654,6	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0
221	23,26	1,33	25,0	2,67	49,9	1,00	18,7	0,00	0,0	0,00	0,0	1,67	31,2	0,00	0,0	0,00	0,0	1,67	31,2	0,33	6,2	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0
241	24,06	0,30	12,6	3,30	138,2	4,20	175,9	0,00	0,0	0,60	25,1	1,80	75,4	0,30	12,6	0,00	0,0	0,30	12,6	0,00	0,0	0,30	12,6	0,00	0,0	0,60	25,1
261	25,61	0,60	16,3	2,11	57,1	6,04	163,2	0,00	0,0	0,30	8,2	1,81	48,9	0,00	0,0	0,00	0,0	2,42	65,3	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0
281	29,74	0,00	0,0	0,23	92,3	0,23	92,3	0,00	0,0	0,00	0,0	0,23	92,3	0,23	92,3	0,00	0,0	0,23	92,3	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0
301	33,87	1,82	74,7	1,52	62,2	1,82	74,7	0,00	0,0	0,30	12,4	0,91	37,3	0,00	0,0	0,00	0,0	0,61	24,9	0,00	0,0	0,30	12,4	0,00	0,0	0,61	24,9
321	38,00	0,28	23,0	1,70	137,9	1,14	91,9	0,00	0,0	0,28	23,0	1,14	91,9	0,28	23,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0
361	46,27	1,40	81,3	3,91	227,7	3,63	211,5	0,00	0,0	0,56	32,5	2,23	130,1	0,28	16,3	0,00	0,0	6,98	406,7	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,28	16,3
381	50,40	0,33	35,2	1,65	176,2	2,64	281,9	0,00	0,0	0,00	0,0	1,98	211,4	0,33	35,2	0,00	0,0	0,99	105,7	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,33	35,2
401	53,89	1,12	51,4	1,12	51,4	1,97	89,9	0,00	0,0	0,28	12,8	1,12	51,4	2,25	102,8	0,00	0,0	0,28	12,8	0,00	0,0	0,28	12,8	0,00	0,0	0,28	12,8
421	57,40	0,00	0,0	1,53	144,0	2,14	201,5	0,00	0,0	0,00	0,0	0,31	28,8	1,22	115,2	0,00	0,0	0,31	28,8	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0
451	62,00	0,32	6,6	2,22	46,3	0,95	19,8	0,00	0,0	0,00	0,0	2,53	52,9	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,32	6,6
481	66,60	0,62	15,8	4,36	110,6	2,80	71,1	0,00	0,0	0,93	23,7	2,49	63,2	0,31	7,9	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,31	7,9
511	71,20	0,31	29,8	6,23	596,0	4,67	447,0	0,31	9566,1	0,31	29,8	1,87	178,8	1,87	178,8	0,00	0,0	1,87	178,8	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0
531	74,27	0,00	0,0	4,45	255,5	4,11	235,9	0,00	0,0	0,34	19,7	3,42	196,5	0,68	39,3	0,68	39,3	3,42	196,5	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0
551	79,03	1,03	19,3	2,76	51,6	0,69	12,9	0,00	0,0	0,00	0,0	2,76	51,6	1,72	32,2	0,69	12,9	2,07	38,7	0,00	0,0	0,69	12,9	0,00	0,0	0,69	12,9
571	85,43	1,97	37,6	12,68	241,5	1,41	26,8	0,00	0,0	0,28	5,4	4,51	85,9	0,56	10,7	0,00	0,0	0,28	5,4	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0
591	91,83	0,62	42,4	1,86	127,3	4,66	318,3	0,00	0,0	0,31	21,2	0,62	42,4	0,31	21,2	0,93	63,7	1,24	84,9	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0
611	98,23	0,00	0,0	10,28	400,4	21,39	833,4	0,00	0,0	0,83	32,5	4,72	184,0	1,39	54,1	0,28	10,8	1,11	43,3	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0
631	101,77	0,67	19,6	2,35	68,4	5,70	166,2	0,34	2913,3	0,00	0,0	1,68	48,9	1,34	39,1	1,01	29,3	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0
651	104,35	1,90	66,7	4,75	166,8	8,86	311,4	0,00	0,0	0,32	11,1	2,53	89,0	0,00	0,0	0,00	0,0	1,27	44,5	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0
671	111,20	1,02	54,3	2,37	126,7	6,10	325,7	0,00	0,0	0,00	0,0	1,36	72,4	4,41	235,3	0,00	0,0	1,02	54,3	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0
691	118,04	0,35	11,9	3,13	107,4	2,43	83,6	0,00	0,0	0,00	0,0	3,47	119,4	7,99	274,6	1,04	35,8	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,35	11,9
701	121,46	1,21	66,8	7,58	417,5	1,82	100,2	0,00	0,0	0,61	33,4	200,4	408,5	4,55	250,5	0,30	16,7	0,91	50,1	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,30	16,7
711	123,46	2,28	204,2	4,89	437,7	3,91	350,1	0,00	0,0	0,98	87,5	4,56	408,5	1,63	145,9	2,28	204,2	1,30	116,7	0,00	0,0	0,33	29,2	0,00	0,0	0,33	29,2

		Zählliste Organische Dinoflagellatenzysten														Seite 1 von 5							
Tiefe (cm)	Alter (ky)	PG-Ratio	Zysten gesamt	Algalaspheridium? spp.		Bicetatorodinium spongium		Bicetatorodinium tepikense		Brigantedinium cariacense		Brigantedinium majusculum		Brigantedinium simplex		Brigantedinium spp.		"Echinidinium aculeatum"		"Echinidinium delicatum"		"Echinidinium granulatum"	
				%	Ind./g Sed.	%	Ind./g Sed.	%	Ind./g Sed.	%	Ind./g Sed.	%	Ind./g Sed.	%	Ind./g Sed.	%	Ind./g Sed.	%	Ind./g Sed.	%	Ind./g Sed.	%	Ind./g Sed.
0	2,00	7690,5	0,69	53,4	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
15	3,65	16179,0	0,00	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
35	5,85	2483	0,00	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
55	8,05	5672,9	0,00	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
75	10,25	10039,0	1,92	193,1	2,40	241,3	0,00	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
95	11,45	1921,9	3,60	69,3	5,86	112,5	0,00	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
115	11,96	3402,2	2,02	68,9	3,24	110,2	0,00	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
135	12,47	2118,0	1,85	39,2	2,22	47,1	0,00	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
155	12,59	1944,7	1,36	26,5	2,73	53,0	0,00	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
175	12,71	2992,1	3,02	90,2	2,01	60,1	0,00	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
195	13,15	4,09	6963,7	0,00	0,0	6,55	455,8	0,00	0,0	0,36	25,3	0,00	0,0	0,00	0,0	53,45	3722,4	1,09	76,0	1,09	76,0	1,09	76,0
215	14,22	2,46	4695,2	0,00	0,0	0,85	40,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	55,32	2597,3	0,85	40,0	1,28	59,9	0,00	0,0
235	15,82	2,79	1696,2	1,70	28,9	0,85	14,4	1,28	21,7	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	65,11	1104,4	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0
255	16,27	2,04	1057,0	1,22	12,9	3,66	38,7	0,61	6,4	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	62,20	657,4	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0
275	16,49	1,53	1351,0	0,00	0,0	4,44	59,9	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	55,24	746,3	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0
295	16,71	2,44	1624,2	0,36	5,9	0,00	0,0	0,00	0,0	1,09	17,7	0,00	0,0	1,09	17,7	62,55	1015,9	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0
315	16,93	4,76	2011,5	0,00	0,0	3,29	66,2	0,00	0,0	1,65	33,1	0,41	8,3	0,00	0,0	70,78	1423,8	0,41	8,3	0,00	0,0	0,00	0,0
335	17,15	11,05	5470,1	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	1,31	71,7	0,00	0,0	0,00	0,0	84,28	4610,2	0,00	0,0	0,44	23,9	0,00	0,0
395	19,70	6,59	6193,5	0,00	0,0	0,39	24,0	0,00	0,0	1,16	72,0	2,71	168,0	0,78	48,0	74,81	4633,1	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0
435	21,04	6,84	6911,2	0,00	0,0	0,82	56,9	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	80,66	5574,4	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0
475	22,38	16,43	10834,7	0,00	0,0	0,41	44,2	0,00	0,0	0,41	44,2	0,00	0,0	0,00	0,0	87,76	9508,0	0,41	44,2	0,00	0,0	0,00	0,0
515	23,72	6,00	6449,3	0,00	0,0	3,67	236,9	0,00	0,0	3,27	210,6	0,00	0,0	0,00	0,0	76,33	4922,6	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0
555	25,12	2,45	7052,6	0,00	0,0	3,02	212,9	0,00	0,0	2,26	159,7	0,38	26,6	0,00	0,0	57,74	4071,9	0,38	26,6	0,00	0,0	0,00	0,0
595	26,72	12,61	7868,0	0,00	0,0	0,64	50,3	0,00	0,0	0,96	75,4	0,64	50,3	3,83	301,6	78,27	6158,6	0,00	0,0	0,32	25,1	0,00	0,0
635	28,18	8,29	6588,8	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	1,89	124,7	0,00	0,0	2,84	187,1	77,60	5113,1	0,00	0,0	0,32	20,8	0,00	0,0
675	29,15	6,00	4135,2	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	3,31	137,1	0,00	0,0	3,87	159,9	69,61	2878,7	0,55	22,8	0,55	22,8	0,00	0,0
715	30,11	3,95	3792,5	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	1,26	47,9	0,00	0,0	2,84	107,7	62,78	2380,8	0,00	0,0	0,95	35,9	0,00	0,0
755	30,70	5,97	6078,8	0,00	0,0	0,38	22,9	0,00	0,0	0,75	45,9	0,75	45,9	3,02	183,5	72,45	4404,3	0,00	0,0	0,38	22,9	0,00	0,0
795	32,74	5,07	3892,3	0,00	0,0	1,10	42,8	0,00	0,0	0,37	14,3	0,37	14,3	1,83	71,3	65,57	2552,1	0,00	0,0	0,37	14,3	0,00	0,0
835	34,46	4,10	6307,3	0,00	0,0	3,66	230,8	0,00	0,0	0,00	0,0	2,44	153,8	1,63	102,6	65,45	4127,9	0,00	0,0	0,41	25,6	0,00	0,0
875	36,16	3,86	6359,4	0,00	0,0	2,13	135,3	0,00	0,0	0,71	45,1	1,06	67,7	0,71	45,1	67,02	4262,2	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0
915	37,01	4,78	11789,8	0,00	0,0	1,08	127,1	0,00	0,0	0,27	31,8	1,08	127,1	1,08	127,1	53,91	6355,7	0,00	0,0	0,54	63,6	0,00	0,0
955	38,20	4,79	5858,8	0,00	0,0	0,91	53,3	0,00	0,0	0,30	17,8	0,91	53,3	0,91	53,3	65,45	3834,9	0,30	17,8	0,61	35,5	0,00	0,0
995	39,18	1,91	3569,4	0,00	0,0	0,71	25,3	0,00	0,0	1,42	50,6	0,35	12,7	1,06	38,0	49,65	1772,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0
1035	39,93	5,87	6511,4	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	1,36	88,5	0,27	17,7	1,36	88,5	74,73	4865,8	0,00	0,0	0,54	35,4	0,00	0,0
1075	41,39	6,19	6580,3	0,00	0,0	0,39	25,6	0,00	0,0	0,78	51,2	1,17	76,8	0,78	51,2	70,43	4634,4	0,39	25,6	1,95	128,0	0,00	0,0
1115	42,88	4,29	6517,2	0,00	0,0	1,97	128,3	0,00	0,0	0,00	0,0	0,39	25,7	1,18	77,0	70,87	4618,5	0,00	0,0	0,39	25,7	0,00	0,0
1155	43,39	6,18	15379,1	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,84	129,2	77,31	11889,7	0,42	64,6	0,42	64,6	0,00	0,0
1195	46,02	5,87	5405,7	0,00	0,0	0,65	35,0	0,00	0,0	0,65	35,0	0,97	52,5	2,27	122,5	72,17	3901,2	0,32	17,5	1,29	70,0	0,00	0,0
1235	46,61	1,86	6748,3	0,00	0,0	2,33	157,4	0,00	0,0	0,58	39,3	0,58	39,3	0,58	39,3	50,44	3403,6	0,29	19,7	0,58	39,3	0,29	19,7
1275	48,55	6,71	12560,8	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,68	85,7	0,68	85,7	5,12	643,0	74,74	9388,4	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0
1315	52,73	2,95	2965,6	0,00	0,0	6,22	184,3	0,00	0,0	0,27	8,0	0,27	8,0	0,27	8,0	63,51	1883,6	0,00	0,0	0,27	8,0	0,00	0,0
1355	55,08	6,67	11284,2	0,00	0,0	0,29	32,7	0,00	0,0	0,29	32,7	0,58	65,4	1,45	163,5	77,97	8798,4	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0
1395	60,35	4,40	1728,9	0,00	0,0	0,41	7,1	0,00	0,0	1,65	28,5	0,00	0,0	5,35	92,5	59,26	1024,5	0,00	0,0	0,00	0,0	0,41	7,1
1435	62,11	11,90	7533,3	0,00	0,0	0,40	30,0	0,00	0,0	2,39	179,7	0,00	0,0	8,95	674,0	73,94	5721,1	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0

Tiefe (cm)		"Echinidinium" transparentum"		"Echinidinium" sp. 1 ("longispina")		"Echinidinium" spp.		Impagidinium aculeatum		Impagidinium paradoxum		Impagidinium patulum		Impagidinium plicatum		Impagidinium sphaerium		Impagidinium striatum		Islandinium cezare		Leipokarium invistatum		
		%	Ind./g Sed.	%	Ind./g Sed.	%	Ind./g Sed.	%	Ind./g Sed.	%	Ind./g Sed.	%	Ind./g Sed.	%	Ind./g Sed.	%	Ind./g Sed.	%	Ind./g Sed.	%	Ind./g Sed.	%	Ind./g Sed.	
0	2,00	0,69	53,4	3,47	2,67,0	2,1	160,2	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,00	53,4	0,69	0,00	0,0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
15	3,65	0,00	0,0	0,00	0,0	0,5	74,9	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,00	0,00	0,0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
35	5,85	0,65	77,3	0,00	0,0	2,6	309,1	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,00	0,00	0,0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
55	8,05	0,00	0,0	0,00	0,0	0,0	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,00	0,00	0,0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
75	10,25	0,00	0,0	0,00	0,0	1,9	193,1	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,00	0,00	0,0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
95	11,45	0,00	0,0	0,90	17,3	5,4	103,9	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,45	8,7	0,00	0,00	0,00	0,0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
115	11,96	0,00	0,0	7,29	247,9	8,9	303,0	1,21	41,3	0,00	0,0	0,40	13,8	0,00	0,0	0,81	27,5	0,00	0,0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
135	12,47	0,00	0,0	12,59	266,7	12,2	258,9	0,74	15,7	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,37	7,8	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
155	12,59	0,00	0,0	10,91	212,2	7,3	141,4	0,91	17,7	0,45	8,8	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
175	12,71	0,00	0,0	4,02	120,3	2,5	75,2	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,00	0,00	0,0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
195	13,15	0,00	0,0	6,55	455,8	7,3	506,5	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,00	0,00	0,0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
215	14,22	0,00	0,0	5,11	239,8	6,0	279,7	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,00	0,00	0,0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
235	15,82	0,00	0,0	1,28	21,7	3,0	50,5	0,85	14,4	0,00	0,0	0,43	7,2	0,00	0,0	0,00	0,0	0,43	7,2	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
255	16,27	0,00	0,0	0,00	0,0	1,8	19,3	0,61	6,4	1,22	12,9	2,44	25,8	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
275	16,49	0,00	0,0	0,00	0,0	0,0	0,0	0,81	10,9	0,00	0,0	3,23	43,6	0,00	0,0	0,81	10,9	0,00	0,0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
295	16,71	0,00	0,0	0,00	0,0	0,4	5,9	2,18	35,4	0,00	0,0	1,82	29,5	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,00	0,36	5,9	0,00
315	16,93	0,00	0,0	0,41	8,3	2,5	49,7	0,41	8,3	0,00	0,0	1,65	33,1	0,00	0,0	0,00	0,0	0,41	8,3	0,00	0,00	0,41	8,3	0,00
355	17,15	0,00	0,0	0,44	23,9	2,2	119,4	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
395	19,70	0,00	0,0	0,39	24,0	1,2	72,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
435	21,04	0,00	0,0	1,23	85,3	0,4	28,4	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,00	0,00	0,0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
475	22,38	0,00	0,0	0,41	44,2	0,4	44,2	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,00	0,00	0,0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
515	23,72	0,00	0,0	1,63	105,3	0,8	52,6	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,00	0,00	0,0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
555	25,12	0,00	0,0	0,00	0,0	0,8	53,2	0,38	26,6	0,00	0,0	0,38	26,6	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
595	26,72	0,00	0,0	0,32	25,1	0,0	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,00	0,00	0,0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
635	28,18	0,00	0,0	0,63	41,6	0,3	20,8	0,00	0,0	0,00	0,0	0,32	20,8	0,00	0,0	0,00	0,00	0,00	0,0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
675	29,15	0,00	0,0	1,10	45,7	1,7	68,5	0,00	0,0	0,00	0,0	0,55	22,8	0,00	0,0	0,00	0,00	0,00	0,0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
715	30,11	0,00	0,0	0,63	23,9	1,3	47,9	0,32	12,0	0,00	0,0	0,95	35,9	0,00	0,0	0,00	0,0	0,32	12,0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
755	30,70	0,00	0,0	0,38	22,9	1,1	68,8	0,38	22,9	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,38	22,9	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
795	32,74	0,00	0,0	0,00	0,0	2,2	85,5	0,00	0,0	0,00	0,0	0,37	14,3	0,00	0,0	0,00	0,0	0,73	10,0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
835	34,46	0,00	0,0	0,41	25,6	1,6	102,6	0,41	25,6	0,00	0,0	0,81	51,3	0,00	0,0	0,00	0,00	0,00	0,0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
875	36,16	0,00	0,0	0,00	0,0	1,1	67,7	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,00	0,00	0,0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
915	37,01	0,00	0,0	1,35	158,9	1,3	158,9	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,00	0,00	0,0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
955	38,20	0,00	0,0	0,61	35,5	1,2	71,0	0,30	17,8	0,00	0,0	0,30	17,8	0,00	0,0	0,00	0,00	0,00	0,0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
995	39,18	0,00	0,0	0,35	12,7	1,4	50,6	0,71	25,3	0,00	0,0	0,71	25,3	0,00	0,0	0,00	0,00	0,00	0,0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
1035	39,93	0,00	0,0	0,00	0,0	1,1	70,8	0,00	0,0	0,00	0,0	0,27	17,7	0,00	0,0	0,00	0,00	0,00	0,0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
1075	41,39	0,00	0,0	3,11	204,8	1,6	102,4	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,39	25,6	0,39	25,6	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
1115	42,88	0,00	0,0	0,39	25,7	0,4	25,7	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,00	0,00	0,0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
1155	43,39	0,00	0,0	1,26	193,9	0,0	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,00	0,00	0,0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
1195	46,02	0,00	0,0	0,32	17,5	1,0	52,5	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,00	0,00	0,0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
1235	46,61	0,00	0,0	1,46	98,4	0,6	39,3	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,00	0,00	0,0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
1275	48,55	0,00	0,0	0,00	0,0	0,3	42,9	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,00	0,00	0,0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
1315	52,73	0,00	0,0	0,27	8,0	1,4	40,1	0,27	8,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,00	0,00	0,0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
1355	55,08	0,00	0,0	0,58	65,4	0,3	32,7	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,00	0,00	0,0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
1395	60,35	0,00	0,0	10,70	185,0	0,0	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,41	7,1	0,00	0,0	0,00	0,00	0,00	0,0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
1435	62,11	0,00	0,0	0,80	59,9	0,0	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,20	15,0	0,00	0,0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00

Teufe (cm)		Lejeuneocysta olva		Lejeuneocysta sabrina		Lejeuneocysta spp.		Lingulodinium machaerophorum		Lingulodinium machaerophorum (short)		Nematospaeropsis labyrinthus		Operculodinium centrocarpum		Operculodinium centrocarpum (short)		Operculodinium israelianum		Operculodinium jandacheni		Operculodinium spp.	
		%	Ind./g Sed.	%	Ind./g Sed.	%	Ind./g Sed.	%	Ind./g Sed.	%	Ind./g Sed.	%	Ind./g Sed.	%	Ind./g Sed.	%	Ind./g Sed.	%	Ind./g Sed.	%	Ind./g Sed.	%	Ind./g Sed.
0	2,00	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	4,17	320,4	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0
15	3,65	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	2,31	374,5	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0
35	5,85	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	1,29	154,6	0,00	0,0	0,00	0,0
55	8,05	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	1,75	99,5	0,88	49,8	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0
75	10,25	0,48	48,3	0,00	0,0	0,00	0,0	0,48	48,3	0,00	0,0	0,00	0,0	1,44	144,8	0,96	96,5	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0
95	11,45	0,00	0,0	0,90	17,3	0,00	0,0	0,45	8,7	0,00	0,0	0,00	0,0	3,15	60,6	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0
115	11,96	0,00	0,0	0,40	13,8	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	1,21	41,3	2,43	82,6	0,81	27,5	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0
135	12,47	0,00	0,0	0,74	15,7	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	1,48	31,4	2,96	62,8	0,74	15,7	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0
155	12,59	0,00	0,0	0,45	8,8	0,45	8,8	1,82	35,4	0,00	0,0	1,36	26,5	2,27	44,2	0,45	8,8	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0
175	12,71	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	4,02	120,3	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0
195	13,15	0,00	0,0	0,00	0,0	0,36	25,3	0,00	0,0	0,00	0,0	2,18	151,9	0,73	50,6	1,09	76,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0
215	14,22	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,43	20,0	0,00	0,0	0,43	20,0	1,28	59,9	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0
235	15,82	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	5,11	86,6	2,98	50,5	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0
255	16,27	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	6,71	70,9	2,44	25,8	0,00	0,0	0,00	0,0	4,71	25,8	0,00	0,0
275	16,49	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,81	10,9	0,00	0,0	3,23	43,6	4,03	54,5	1,21	16,3	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0
295	16,71	0,00	0,0	0,36	5,9	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	3,27	53,2	2,18	35,4	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0
315	16,93	0,00	0,0	0,41	8,3	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	1,23	24,8	2,06	41,4	0,41	8,3	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0
355	17,15	0,00	0,0	0,44	23,9	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,87	47,8	0,87	47,8	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0
395	19,70	0,39	24,0	0,00	0,0	1,55	96,0	0,00	0,0	0,00	0,0	3,49	216,1	0,39	24,0	1,16	72,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0
435	21,04	0,82	56,9	0,00	0,0	0,82	56,9	0,00	0,0	0,00	0,0	0,41	28,4	0,41	28,4	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0
475	22,48	0,00	0,0	1,63	176,9	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,82	88,4	0,41	44,2	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0
515	23,72	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,82	52,6	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0
555	25,12	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	1,13	79,8	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0
595	26,72	1,28	100,5	0,00	0,0	1,60	125,7	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,64	50,3	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0
635	28,18	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	1,26	83,1	1,89	124,7	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0
675	29,15	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	1,10	45,7	3,87	159,9	0,00	0,0	1,10	45,7	0,00	0,0	0,00	0,0
715	30,11	0,32	12,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,32	12,0	0,00	0,0	1,26	47,9	1,89	71,8	0,00	0,0	0,63	23,9	0,32	3792,5	0,00	0,0
755	30,70	0,38	22,9	0,00	0,0	0,75	45,9	0,00	0,0	0,00	0,0	0,38	22,9	1,89	114,7	0,75	45,9	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0
795	32,74	0,37	14,3	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	3,30	128,3	5,86	228,1	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0
835	34,46	0,41	25,6	0,41	25,6	0,81	51,3	0,81	51,3	0,00	0,0	0,41	25,6	1,22	76,9	0,41	25,6	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0
875	36,16	0,35	22,6	0,35	22,6	0,00	0,0	1,06	67,7	0,00	0,0	2,13	135,3	4,26	270,6	0,35	22,6	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0
915	37,01	0,27	31,8	0,27	31,8	3,50	413,1	0,27	31,8	0,00	0,0	0,54	63,6	1,89	222,4	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0
955	38,20	0,30	17,8	0,00	0,0	1,82	106,5	3,64	213,0	0,00	0,0	0,00	0,0	2,73	159,8	0,00	0,0	0,30	17,8	0,00	0,0	0,00	0,0
995	39,18	0,00	0,0	0,35	12,7	0,71	25,3	6,74	240,5	2,72	14277,4	1,06	38,0	4,26	151,9	1,06	38,0	0,00	0,0	0,00	0,0	2,13	75,9
1035	39,93	0,27	17,7	0,54	35,4	1,09	70,8	1,36	88,5	0,00	0,0	1,09	70,8	2,72	176,9	0,27	17,7	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0
1075	41,39	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,39	25,6	0,00	0,0	0,78	51,2	3,50	230,4	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0
1115	42,88	0,00	0,0	1,18	77,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,79	51,3	2,76	179,6	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0
1155	43,39	0,00	0,0	0,00	0,0	0,42	64,6	0,42	64,6	0,00	0,0	0,00	0,0	2,52	387,7	0,84	129,2	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0
1195	46,02	0,32	17,5	0,32	17,5	0,97	52,5	0,32	17,5	0,00	0,0	0,65	35,0	3,24	174,9	0,65	35,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0
1235	46,61	0,58	39,3	0,58	39,3	0,29	19,7	0,58	39,3	0,00	0,0	1,46	98,4	6,71	452,5	0,58	39,3	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0
1275	48,55	0,34	42,9	0,00	0,0	1,02	128,6	0,34	42,9	0,00	0,0	0,00	0,0	1,71	214,3	0,34	42,9	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0
1315	52,73	0,27	8,0	1,08	32,1	0,27	8,0	2,70	80,2	0,53	2965,6	0,27	8,0	5,95	176,3	1,35	40,1	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0
1355	55,08	0,29	32,7	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	2,03	229,0	0,29	32,7	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0
1395	60,35	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	4,12	71,1	2,38	1728,9	0,41	7,1	3,29	56,9	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0
1435	62,11	0,00	0,0	0,20	15,0	0,00	0,0	0,20	15,0	0,00	0,0	1,99	149,8	0,20	15,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0

Tiefe (cm)		Zyste von <i>Pentaparsodinium dalei</i>		Zyste von <i>Polybrikos kofoidii</i>		Zyste von <i>Polybrikos schwarzi</i>		<i>Polysphaeridium zoharyi</i>		Zyste von <i>Protopertidium americanum</i>		Zyste von <i>Protopertidium thorianum</i>		<i>Pyxidimopsis reticulata</i>		<i>Quinquecuspis concreta</i>		<i>Selenopemphix nephroides</i>		<i>Selenopemphix nephroides</i> var. 1		<i>Selenopemphix quanta</i>			
		%	Ind./g Sed.	%	Ind./g Sed.	%	Ind./g Sed.	%	Ind./g Sed.	%	Ind./g Sed.	%	Ind./g Sed.	%	Ind./g Sed.	%	Ind./g Sed.	%	Ind./g Sed.	%	Ind./g Sed.	%	Ind./g Sed.		
0	2,00	0,00	0,0	0,69	53,4	0,00	0,0	0,69	53,4	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,00	0,0	0,69	53,4	0,69	53,4	0,00	0,0	1,39	106,8	
15	3,65	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,46	74,9	1,85	299,6	0,00	0,0	0,00	0,0	0,46	74,9	0,46	74,9	0,00	0,0	0,00	0,0
35	5,85	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	1,29	154,6	0,00	0,0	0,65	77,3	0,65	77,3	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0
55	8,05	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0
75	10,25	0,00	0,0	3,37	337,9	0,00	0,0	0,00	0,0	0,48	48,3	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,48	48,3	0,00	0,0
95	11,45	0,00	0,0	1,35	26,0	0,45	8,7	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	1,80	34,6	0,00	0,0	0,90	17,3	0,00	0,0
115	11,96	0,00	0,0	0,00	0,0	0,40	13,8	0,00	0,0	0,40	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,81	27,5	2,43	82,6	0,00	0,0	0,40	0,40	0,90	13,8
135	12,47	0,00	0,0	0,74	15,7	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,37	7,8	0,74	15,7	0,74	15,7	0,00	0,0	1,11	23,5	0,00	0,0
155	12,59	0,45	8,8	0,00	0,0	0,00	0,0	0,91	17,7	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,45	8,8	1,36	26,5	0,00	0,0	2,27	44,2	0,00	0,0
175	12,71	0,50	15,0	1,01	30,1	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,50	15,0	1,01	30,1	1,51	45,1	0,00	0,0	1,01	30,1	0,00	0,0
195	13,15	0,00	0,0	0,73	50,6	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,36	25,3	0,00	0,0	1,09	76,0	2,55	177,3	0,00	0,0	1,09	76,0	0,00	0,0
215	14,22	0,00	0,0	0,43	20,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,43	20,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,85	40,0	0,00	0,0
235	15,82	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	1,28	21,7	0,00	0,0	1,22	12,9	0,00	0,0	0,43	7,2	0,43	7,2	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0
255	16,27	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0
275	16,49	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	4,44	59,9	0,00	0,0	0,40	5,4	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,40	5,4	0,00	0,0
295	16,71	0,00	0,0	0,73	11,8	0,00	0,0	3,64	59,1	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,73	11,8	0,00	0,0	0,73	11,8	0,00	0,0
315	16,93	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,82	16,6	0,00	0,0	0,41	8,3	0,00	0,0	0,41	8,3	1,65	33,1	0,00	0,0	0,82	16,6	0,00	0,0
335	17,15	0,00	0,0	0,87	47,8	0,00	0,0	0,44	23,9	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	1,31	71,7	0,87	47,8	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0
395	19,70	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,39	24,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	1,16	72,0	1,16	72,0	0,00	0,0	0,39	24,0	0,00	0,0
435	21,04	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,41	0,0	0,41	28,4	0,82	56,9	0,00	0,0	1,65	113,8	0,00	0,0
475	22,38	0,00	0,0	0,41	44,2	0,00	0,0	0,41	44,2	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,41	44,2	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0
515	23,72	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	1,63	105,3	0,00	0,0	0,41	26,3	0,00	0,0
555	25,12	0,75	53,2	0,38	26,6	0,00	0,0	0,38	26,6	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	1,51	106,5	4,53	319,4	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0
595	26,72	0,32	25,1	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	1,92	150,8	0,64	50,3	0,00	0,0	0,96	75,4	0,00	0,0
635	28,18	2,52	166,3	0,00	0,0	0,00	0,0	0,32	20,8	0,00	0,0	0,95	62,4	0,00	0,0	0,32	20,8	0,32	20,8	0,00	0,0	0,95	62,4	0,00	0,0
675	29,15	1,66	68,5	0,00	0,0	0,00	0,0	0,55	22,8	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	2,76	114,2	0,00	0,0
715	30,11	4,73	179,5	0,00	0,0	0,00	0,0	0,95	35,9	0,00	0,0	0,00	0,0	0,63	23,9	0,32	12,0	1,58	59,8	0,00	0,0	1,58	59,8	0,00	0,0
755	30,70	1,13	68,8	0,00	0,0	0,00	0,0	0,38	22,9	0,00	0,0	0,00	0,0	0,75	45,9	1,89	114,7	1,89	114,7	0,00	0,0	0,38	22,9	0,00	0,0
795	32,74	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	2,20	85,5	0,00	0,0	0,00	0,0	0,37	14,3	1,47	57,0	2,20	85,5	5,13	199,6	0,73	28,5	0,00	0,0
835	34,46	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	1,63	102,6	0,41	25,6	0,00	0,0	0,00	0,0	1,63	102,6	1,63	102,6	0,00	0,0	0,71	45,1	0,00	0,0
875	36,16	0,35	22,6	0,00	0,0	0,00	0,0	3,55	225,5	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,35	22,6	2,48	157,9	0,71	45,1	0,71	45,1	0,00	0,0
915	37,01	4,04	476,7	0,00	0,0	0,00	0,0	9,97	1175,8	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,81	95,3	1,35	158,9	0,54	63,6	0,81	95,3	0,00	0,0
955	38,20	1,52	88,8	0,00	0,0	0,00	0,0	3,94	230,8	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	1,52	88,8	1,21	71,0	0,91	53,3	0,00	0,0
995	39,18	1,06	38,0	1,06	38,0	0,00	0,0	2,48	88,6	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	1,06	38,0	1,77	63,3	1,77	63,3	1,06	38,0	0,00	0,0
1035	39,93	0,54	35,4	0,00	0,0	0,00	0,0	1,36	88,5	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	2,17	141,6	0,54	35,4	0,27	17,7	0,00	0,0	0,00	0,0
1075	41,39	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,39	25,6	0,00	0,0	0,39	25,6	0,00	0,0	0,78	51,2	3,50	230,4	0,00	0,0	1,17	76,8	0,00	0,0
1115	42,88	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	1,57	102,6	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	1,57	102,6	2,76	179,6	0,00	0,0	0,39	25,7	0,00	0,0
1155	43,39	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,84	129,2	1,26	193,9	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0
1195	46,02	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,97	52,5	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	1,29	70,0	1,62	87,5	0,00	0,0	0,97	52,5	0,00	0,0
1235	46,61	0,00	0,0	0,29	19,7	0,00	0,0	1,75	118,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	2,33	157,4	1,75	118,0	0,00	0,0	0,87	59,0	0,00	0,0
1275	48,55	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	2,05	257,2	0,00	0,0	0,34	42,9	0,00	0,0	0,68	85,7	0,00	0,0	0,34	42,9	0,68	85,7	0,00	0,0
1315	52,73	0,27	8,0	0,27	8,0	0,00	0,0	1,08	32,1	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	3,78	112,2	1,35	40,1	0,00	0,0	1,35	40,1	0,00	0,0
1355	55,08	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,58	65,4	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,87	98,1	0,87	98,1	0,00	0,0	0,29	32,7	0,00	0,0
1395	60,35	0,82	14,2	0,00	0,0	0,00	0,0	1,65	28,5	0,00	0,0	1,65	28,5	0,00	0,0	0,41	7,1	0,41	7,1	0,00	0,0	0,82	14,2	0,00	0,0
1435	62,11	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	1,79	134,8	0,20	15,0	1,39	104,8	0,00	0,0

Seite 5 von 5

Teufe (cm)		Spiniferites bentorii		Spiniferites bulboides		Spiniferites membranaceus		Spiniferites mirabilis		Spiniferites pachydermus		Spiniferites perforatus		Spiniferites ramosus		Spiniferites spp.		Stelladinium reitzi		Stelladinium robustum		Trinovantechinum applanatum		Voladinium nanhaiense	
		%	Ind./g Sed.	%	Ind./g Sed.	%	Ind./g Sed.	%	Ind./g Sed.	%	Ind./g Sed.	%	Ind./g Sed.	%	Ind./g Sed.	%	Ind./g Sed.	%	Ind./g Sed.	%	Ind./g Sed.	%	Ind./g Sed.	%	Ind./g Sed.
0	2,00	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	106,8	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	106,8	1,39	267,0	4,17	320,4	0,00	0,00	0,00	106,8	
15	3,65	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,00	0,93	224,7	0,93	149,8	0,00	0,00	0,00	149,8	
35	5,85	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	77,3	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,00	1,94	386,4	0,65	77,3	0,00	0,00	0,00	154,6	
55	8,05	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	49,8	1,75	99,5	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	2,63	149,3	0,88	49,8	0,00	0,00	0,00	49,8	
75	10,25	0,00	0,0	1,92	193,1	0,00	0,0	0,0	41,83	4199,0	0,00	0,00	0,00	0,48	48,3	2,40	241,3	2,40	241,3	0,96	96,5	2,40	241,3	0,48	48,3
95	11,45	0,00	0,0	0,45	8,7	0,00	0,0	0,00	27,03	519,4	0,00	0,00	0,00	0,90	17,3	1,80	34,6	2,70	51,9	0,45	8,7	0,90	17,3	0,00	0,0
115	11,96	0,00	0,0	1,62	55,1	0,00	0,0	0,00	28,74	978,0	0,00	0,00	0,00	2,02	68,9	1,21	41,3	0,81	27,5	0,40	13,8	0,40	13,8	0,00	0,0
135	12,47	0,00	0,0	0,74	15,7	0,00	0,0	1,11	23,5	549,1	0,00	0,00	0,00	2,59	54,9	1,85	39,2	0,00	0,0	0,37	7,8	0,00	0,00	0,74	15,7
155	12,59	0,00	0,0	2,27	44,2	0,45	8,8	2,27	44,2	8,64	168,0	0,00	0,00	4,55	88,4	4,55	88,4	1,82	35,4	0,91	17,7	3,18	61,9	0,45	8,8
175	12,71	0,00	0,0	3,02	90,2	0,00	0,0	1,51	45,1	23,12	691,6	0,00	0,00	2,01	60,1	7,04	210,5	0,50	15,0	0,00	0,00	0,50	15,0	0,00	0,0
195	13,15	0,00	0,0	0,36	25,3	1,09	76,0	1,09	76,0	151,9	0,00	0,00	0,36	25,3	2,53	3,27	227,9	0,73	50,6	1,45	101,3	0,73	50,6	0,36	25,3
215	14,22	0,00	0,0	1,28	59,9	0,43	20,0	0,43	20,0	17,02	799,2	0,00	0,00	2,55	119,9	3,83	179,8	1,28	59,9	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,0
235	15,82	0,00	0,0	1,70	28,9	0,43	7,2	0,85	14,4	4,26	72,2	0,00	0,00	2,55	43,3	2,98	50,5	0,85	14,4	0,43	7,2	0,00	0,00	0,43	7,2
255	16,27	0,00	0,0	3,66	38,7	0,61	6,4	3,05	32,2	1,22	12,9	0,00	0,00	0,61	6,4	2,44	25,8	0,61	6,4	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,0
275	16,49	0,00	0,0	2,02	27,2	0,81	10,9	4,44	59,9	6,05	81,7	0,00	0,00	1,61	21,8	5,24	70,8	0,00	0,0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,0
295	16,71	0,00	0,0	2,55	41,3	1,45	23,6	5,45	88,6	2,91	47,3	0,00	0,00	2,18	35,4	4,00	65,0	0,00	0,0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,0
315	16,93	0,00	0,0	0,00	0,0	0,82	16,6	3,29	66,2	1,65	33,1	0,00	0,00	0,00	0,0	2,06	41,4	0,41	8,3	0,41	8,3	0,00	0,00	0,41	8,3
355	17,15	0,00	0,0	0,00	0,0	0,87	47,8	2,18	119,4	0,00	0,00	0,00	0,00	0,44	23,9	2,18	119,4	0,00	0,0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,0
395	19,70	0,00	0,0	0,39	24,0	1,16	72,0	2,33	144,0	0,78	48,0	0,00	0,00	0,39	24,0	2,71	168,0	0,78	48,0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,0
435	21,04	0,00	0,0	0,82	56,9	0,82	56,9	4,12	284,4	0,82	56,9	0,00	0,00	0,00	0,0	4,53	312,9	0,41	28,4	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,0
475	22,38	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	1,22	132,7	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,0	2,45	265,3	2,04	221,1	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,0
515	23,72	0,00	0,0	2,04	131,6	0,82	52,6	1,22	79,0	1,63	105,3	0,00	0,00	1,63	105,3	2,45	157,9	0,00	0,0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,82	52,6
555	25,12	0,38	26,6	9,43	665,3	0,75	53,2	2,26	159,7	1,51	106,5	0,00	0,00	4,15	292,8	4,91	346,0	0,38	26,6	0,38	26,6	0,00	0,00	0,75	53,2
595	26,72	0,00	0,0	1,92	150,8	0,32	25,1	0,32	25,1	0,32	25,1	0,00	0,00	0,96	75,4	2,24	176,0	1,28	100,5	0,32	25,1	0,00	0,00	0,00	0,0
635	28,18	0,00	0,0	0,32	20,8	0,32	20,8	2,52	166,3	0,63	41,6	0,00	0,00	0,63	41,6	1,26	83,1	0,00	0,0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,0
675	29,15	0,55	22,8	1,10	45,7	0,00	0,0	2,76	114,2	2,21	91,4	0,00	0,00	0,00	0,0	1,10	45,7	0,00	0,0	0,55	22,8	0,00	0,00	0,00	0,0
715	30,11	0,32	12,0	0,63	23,9	1,26	47,9	2,21	83,7	6,31	239,3	0,95	11377,6	0,00	0,0	1,58	59,8	0,32	12,0	0,32	12,0	0,00	0,00	0,00	0,0
755	30,70	0,00	0,0	0,75	45,9	0,00	0,0	1,89	114,7	5,28	321,1	0,00	0,00	0,00	0,0	1,51	91,8	0,00	0,0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,0
795	32,74	0,00	0,0	0,37	14,3	0,00	0,0	1,10	42,8	1,83	71,3	0,00	0,00	1,47	57,0	0,00	0,0	0,73	28,5	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,0
835	34,46	0,00	0,0	0,81	51,3	0,00	0,0	2,03	128,2	8,13	512,8	0,00	0,00	0,41	25,6	0,41	25,6	0,00	0,0	0,41	25,6	0,00	0,00	0,00	0,0
875	36,16	0,00	0,0	0,35	22,6	0,71	45,1	0,00	0,0	6,38	405,9	0,35	6359,4	1,06	67,7	1,77	112,8	0,00	0,0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,0
915	37,01	0,00	0,0	0,27	31,8	0,00	0,0	0,27	31,8	11,86	1398,2	0,00	0,00	0,27	31,8	0,81	95,3	1,08	127,1	0,27	31,8	0,00	0,00	0,00	0,0
955	38,20	0,00	0,0	1,52	88,8	0,30	17,8	1,21	71,0	2,73	159,8	0,30	5858,8	2,12	124,3	0,91	53,3	0,61	35,5	0,61	35,5	0,00	0,00	0,00	0,0
995	39,18	0,00	0,0	1,77	63,3	0,71	25,3	3,55	126,6	3,90	139,2	0,00	0,00	2,48	88,6	2,13	75,9	1,06	38,0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,0
1035	39,93	0,54	35,4	1,09	70,8	0,54	35,4	2,45	159,2	2,72	176,9	0,27	6511,4	0,27	17,7	1,09	70,8	0,00	0,0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,0
1075	41,39	0,39	25,6	0,78	51,2	0,39	25,6	1,56	102,4	3,11	204,8	0,00	0,00	0,39	25,6	1,56	102,4	0,39	25,6	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,0
1115	42,88	0,00	0,0	1,18	77,0	0,00	0,0	2,36	153,9	7,48	487,5	0,00	0,00	1,57	102,6	0,79	51,3	0,00	0,0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,0
1155	43,39	0,00	0,0	1,26	193,9	0,00	0,0	1,26	193,9	5,46	840,0	0,00	0,00	0,00	0,0	2,10	323,1	2,52	387,7	0,00	0,00	0,00	0,00	0,42	64,6
1195	46,02	0,32	17,5	0,97	52,5	0,00	0,0	1,29	70,0	3,56	192,4	0,00	0,00	0,65	35,0	1,29	70,0	0,00	0,0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,0
1235	46,61	0,00	0,0	3,79	255,8	0,29	19,7	9,91	668,9	4,66	314,8	0,29	6748,3	0,58	39,3	3,50	236,1	1,46	98,4	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,0
1275	48,55	0,00	0,0	0,68	85,7	0,00	0,0	3,07	385,8	5,46	685,9	0,00	0,00	0,34	42,9	1,02	128,6	0,00	0,0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,0
1315	52,73	0,00	0,0	0,27	8,0	0,00	0,0	2,16	64,1	4,59	136,3	0,27	2965,6	0,54	16,0	0,54	16,0	0,00	0,0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,0
1355	55,08	0,00	0,0	0,29	32,7	0,00	0,0	1,45	163,5	6,38	719,6	0,00	0,00	0,29	32,7	2,03	229,0	2,32	261,7	0,58	65,4	0,00	0,00	0,00	0,0
1395	60,35	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	1,65	28,5	5,76	99,6	0,41	1728,9	0,41	15,0	1,23	21,3	0,00	0,0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,0
1435	62,11	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	2,78	209,7	0,40	30,0	0,00	0,00	0,20	15,0	1,39	104,8	0,40	30,0	0,20	15,0	0,00	0,00	0,00	0,0

Tiefe (cm)	Alter (ky)	Zählliste Organische Dinoflagellatenzysten														Seite 2 von 5										
		"Echinidinium" sp. 1 ("longispina")		"Echinidinium" spp.		Impagidinium aculeatum		Impagidinium paradoxum		Impagidinium patulum		Impagidinium plicatum		Impagidinium sphaericum		Impagidinium striatum		Impagidinium variseptum		Impagidinium velorum		Lejeuneecysta oliva				
		%	Ind./g Sed.	%	Ind./g Sed.	%	Ind./g Sed.	%	Ind./g Sed.	%	Ind./g Sed.	%	Ind./g Sed.	%	Ind./g Sed.	%	Ind./g Sed.	%	Ind./g Sed.	%	Ind./g Sed.	%	Ind./g Sed.			
0	5,8	0,00	0,0	0,43	3,6	1,72	14,3	0,00	0,0	0,43	3,6	0,00	0,0	0,00	0,0	0,43	3,6	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	
1	6,0	1,05	25,6	1,05	6,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	1,05	25,6	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	
8	7,0	0,85	29,0	0,85	29,0	1,71	58,0	1,71	58,0	1,71	58,0	1,71	58,0	1,71	58,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	
12	7,3	0,56	13,3	1,13	26,6	3,39	79,9	1,13	26,6	1,13	26,6	0,00	0,0	3,30	77,6	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	
20	8,3	0,00	0,0	1,10	25,9	20,88	491,2	0,00	0,0	3,30	77,6	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	
28	9,3	0,45	5,8	0,00	0,0	15,18	198,3	1,34	17,5	1,79	23,3	1,34	17,5	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,45	5,8	
36	10,2	0,42	6,0	0,42	6,0	11,86	168,3	1,27	18,0	2,97	42,1	2,97	42,1	0,85	12,0	0,85	12,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	
40	10,6	0,65	9,8	0,65	9,8	8,79	131,8	1,30	19,5	0,98	14,6	1,30	19,5	0,98	14,6	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	
50	11,8	0,00	0,0	0,40	18,0	4,03	180,5	0,00	0,0	0,81	36,1	1,61	72,2	0,40	18,0	0,40	18,0	0,40	18,0	0,40	18,0	0,40	18,0	0,40	18,0	
60	13,0	0,00	0,0	0,74	18,2	6,67	163,4	0,00	0,0	1,11	27,2	0,00	0,0	0,00	0,0	0,37	9,1	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	
80	15,3	0,78	22,0	0,39	11,0	7,06	197,9	0,00	0,0	0,39	11,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	
120	21,7	0,00	0,0	0,00	0,0	3,89	216,4	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,78	43,3	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	
140	25,8	0,25	25,8	0,50	51,6	0,25	25,8	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,50	51,6	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	
151	28,1	2,00	55,4	0,80	22,2	0,00	0,0	0,40	11,1	0,40	11,1	0,00	0,0	0,00	0,0	1,20	33,3	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	
60	31,7	2,45	76,3	0,00	0,0	6,12	190,8	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,41	12,7	0,82	25,4	0,00	0,0	0,00	0,0	0,41	12,7	
189	35,8	1,67	25,6	0,00	0,0	4,58	70,3	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	1,25	19,2	2,92	44,7	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	
209	39,9	2,62	57,7	0,00	0,0	5,57	122,6	1,31	28,8	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,66	14,4	0,00	0,0	0,00	0,0	0,33	7,2	
229	44,0	0,41	25,0	0,41	25,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	
249	48,1	0,38	14,9	1,50	59,7	1,88	74,6	0,38	14,9	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	
269	52,2	0,00	0,0	1,89	37,9	2,26	45,5	1,13	22,8	0,38	7,6	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	
301	58,8	0,00	0,0	0,89	24,9	1,78	49,9	1,78	49,9	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,44	12,5	1,33	37,4	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	
340	67,8	0,22	6,0	0,66	17,9	1,55	41,7	1,10	29,8	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,44	11,9	0,22	2700,2	0,00	0,0	0,00	0,0	
380	79,7	0,00	0,0	1,27	27,7	3,18	69,2	0,64	13,8	1,27	27,7	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	
390	84,3	0,00	0,0	0,46	7,7	6,18	103,7	1,37	23,1	0,92	15,4	0,00	0,0	0,00	0,0	0,46	7,7	0,00	0,0	0,46	3357,6	0,00	0,0	0,00	0,0	
410	89,0	0,00	0,0	0,00	0,0	3,04	240,9	0,68	53,5	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	
440	93,8	0,00	0,0	0,28	16,7	4,25	250,2	0,85	50,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,57	33,4	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	
420	98,5	0,00	0,0	0,28	8,0	8,24	231,5	0,28	8,0	0,28	8,0	0,85	24,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,28	8,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	
430	103,1	0,00	0,0	0,00	0,0	6,16	301,7	1,17	57,5	0,29	14,4	0,88	43,1	0,59	28,7	0,59	28,7	0,29	14,4	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	
440	107,7	0,00	0,0	0,36	5,5	10,39	158,7	1,43	21,9	0,72	10,9	2,87	43,8	1,79	27,4	1,79	27,4	0,36	5,5	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	
451	112,8	0,00	0,0	0,00	0,0	4,50	109,2	0,69	16,8	0,00	0,0	0,69	16,8	0,35	8,4	0,35	8,4	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	
460	116,9	0,00	0,0	0,00	0,0	0,90	47,5	0,30	15,8	0,00	0,0	0,90	47,5	0,90	47,5	0,90	47,5	0,30	15,8	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	
470	120,2	0,00	0,0	0,00	0,0	3,02	54,4	0,60	10,9	0,00	0,0	0,60	10,9	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	
480	123,3	0,41	4,6	0,00	0,0	2,49	27,3	0,41	4,6	0,00	0,0	7,88	86,5	0,41	4,6	0,41	4,6	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,41	4,6	
484	124,1	0,00	0,0	0,43	6,9	3,46	55,0	0,43	6,9	0,43	6,9	7,79	123,7	0,00	0,0	0,43	6,9	0,43	6,9	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	
488	124,7	0,00	0,0	0,35	4,9	1,42	19,6	1,06	14,7	0,35	4,9	1,77	29,4	0,00	0,0	0,35	4,9	0,44	6,7	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	
492	125,3	0,00	0,0	0,34	2,8	7,43	61,2	1,69	13,9	1,69	13,9	7,77	63,9	1,69	13,9	1,69	13,9	1,35	11,1	0,00	0,0	0,68	5,6	0,00	0,0	
496	125,9	0,00	0,0	0,00	0,0	11,65	219,2	0,75	14,1	1,13	21,2	7,14	134,4	0,38	7,1	0,00	0,0	0,38	1881,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	
500	126,5	0,00	0,0	0,00	0,0	5,38	47,7	0,73	6,5	2,69	23,9	5,13	45,5	1,96	17,3	0,24	2,2	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,24	2,2	
504	127,2	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	70,9	0,32	2,6	1,59	13,1	6,05	49,9	0,32	2,6	0,64	5,2	0,00	0,0	0,64	5,2	0,00	0,0	0,00	0,0	
508	127,8	0,00	0,0	0,00	0,0	3,93	60,5	0,44	6,7	0,44	6,7	3,93	60,5	0,44	6,7	0,44	6,7	0,44	6,7	0,00	0,0	1,31	20,2	0,00	0,0	
512	128,4	0,00	0,0	0,77	9,9	2,06	26,3	0,26	3,3	0,00	0,0	1,80	23,0	0,77	9,9	0,26	3,3	0,00	0,0	0,52	6,6	0,00	0,0	0,00	0,0	
516	129,0	0,00	0,0	0,00	0,0	3,95	59,9	0,00	0,0	0,00	0,0	1,32	20,0	0,66	10,0	0,66	10,0	0,33	5,0	0,00	0,0	0,33	5,0	0,00	0,0	
520	129,6	0,00	0,0	0,95	12,5	2,22	29,2	0,00	0,0	0,63	8,4	0,63	8,4	0,32	4,2	0,32	4,2	0,63	8,4	0,00	0,0	0,63	8,4	0,00	0,0	
527	130,7	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	180,5	0,33	12,9	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	
570	137,8	0,00	0,0	0,75	24,0	9,70	311,7	0,37	12,0	0,00	0,0	1,12	36,0	0,00	0,0	0,75	24,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	
590	141,2	0,00	0,0	0,25	6,8	7,81	211,7	0,76	20,5	0,76	20,5	7,81	211,7	0,76	20,5	0,25	6,8	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	
610	144,7	0,00	0,0	0,00	0,0	10,39	230,7	0,52	11,5	0,00	0,0	2,60	57,7	0,26	5,8	0,26	5,8	0,26	5,8	0,00	0,0	2220,6	0,52	11,5	0,00	0,0

Tiefe (cm)	Alter (ky)	Zählliste Organische Dinoflagellatenzysten												Seite 3 von 5									
		<i>Lejoneicysta sabrina</i>		<i>Lejoneicysta</i> spp.		<i>Lingulodinium machaerophorum</i>		<i>Nematospaeropsis labyrinthus</i>		<i>Operculodinium centrocarpum</i>		<i>Operculodinium centrocarpum</i> (short)		<i>Operculodinium israelianum</i>		<i>Operculodinium jamaichenii</i>		Zyste von <i>Pentapleurodinium datei</i>		Zyste von <i>Polyberkos kofoidii</i>		<i>Polysphaeridium zoharyi</i>	
		%	Ind./g Sed.	%	Ind./g Sed.	%	Ind./g Sed.	%	Ind./g Sed.	%	Ind./g Sed.	%	Ind./g Sed.	%	Ind./g Sed.	%	Ind./g Sed.	%	Ind./g Sed.	%	Ind./g Sed.	%	Ind./g Sed.
0	5,8	0,00	0,0	0,00	0,0	37,07	306,8	3,02	25,0	0,43	3,6	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0
1	6,0	0,00	0,0	0,00	0,0	24,21	588,3	1,05	25,6	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0
8	7,0	0,00	0,0	0,00	0,0	44,44	1508,4	2,56	87,0	0,85	29,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0
12	7,3	0,00	0,0	0,00	0,0	37,29	879,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0
20	8,3	0,00	0,0	0,00	0,0	19,78	465,4	2,20	51,7	1,10	25,9	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0
28	9,3	0,00	0,0	0,00	0,0	20,98	274,2	1,79	23,3	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0
36	10,2	0,00	0,0	0,00	0,0	39,83	564,9	1,69	24,0	0,42	6,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0
40	10,6	0,00	0,0	0,00	0,0	50,16	751,5	1,63	24,4	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,33	4,9
50	11,8	0,00	0,0	0,81	36,1	55,24	2472,5	1,21	54,1	0,81	36,1	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0
60	13,0	0,00	0,0	0,37	9,1	55,56	1361,3	1,48	36,3	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0
80	15,3	0,00	0,0	0,00	0,0	34,51	967,7	0,78	22,0	1,18	33,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,39	11,0	0,00	0,0
120	21,7	0,00	0,0	0,00	0,0	29,57	1644,6	0,78	43,3	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0
140	25,8	0,00	0,0	0,00	0,0	60,40	6296,9	0,74	77,4	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,50	51,6	0,50	51,6
151	28,1	0,00	0,0	0,40	11,1	12,80	354,7	1,60	44,3	1,60	44,3	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	2,00	55,4
60	31,7	0,00	0,0	0,41	12,7	9,80	305,3	0,82	25,4	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,41	12,7
189	35,8	0,00	0,0	0,00	0,0	18,75	287,5	1,25	19,2	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	1,25	19,2	0,42	6,4	6,67	102,2
209	39,9	0,00	0,0	0,00	0,0	26,56	584,0	2,62	57,7	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,33	7,2	0,00	0,0	1,64	36,1
229	44,0	0,00	0,0	0,00	0,0	24,48	1475,5	1,66	100,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,41	6026,9	0,00	0,0	6,64	400,1
249	48,1	0,00	0,0	0,00	0,0	37,22	1476,5	4,14	164,1	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,38	14,9	0,00	0,0
269	52,2	0,00	0,0	0,00	0,0	12,45	250,4	3,40	68,3	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	4,53	91,1
301	58,8	0,00	0,0	0,00	0,0	12,89	361,5	6,22	174,5	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	4,44	124,7
340	67,8	0,00	0,0	0,00	0,0	30,68	828,5	0,22	6,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,66	17,9
380	79,7	0,00	0,0	0,00	0,0	24,48	533,1	3,18	69,2	0,64	13,8	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,64	13,8	0,00	0,0	2,23	48,5
390	84,3	0,00	0,0	0,00	0,0	34,78	583,9	2,97	49,9	0,23	3,8	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,23	3,8	0,00	0,0	0,46	7,7
400	89,0	0,00	0,0	0,00	0,0	59,12	4685,1	0,34	26,8	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	1,01	80,3
410	93,8	0,00	0,0	0,00	0,0	44,19	2602,6	0,28	16,7	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	1,42	83,4
420	98,5	0,00	0,0	0,00	0,0	23,30	654,7	2,27	63,9	0,28	8,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,28	8,0
430	103,1	0,00	0,0	0,00	0,0	10,56	517,2	3,52	172,4	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,59	28,7	0,00	0,0	0,29	14,4
440	107,7	0,00	0,0	0,00	0,0	23,30	355,7	2,87	43,8	0,36	5,5	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	1,08	16,4	0,00	0,0	0,00	0,0
451	112,8	0,00	0,0	0,00	0,0	34,26	831,3	1,04	25,2	0,35	8,4	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,35	2426,7	0,00	0,0	0,00	0,0
460	116,9	0,00	0,0	0,00	0,0	47,16	2502,5	0,60	31,7	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,30	15,8	0,00	0,0	0,30	15,8
470	120,2	0,00	0,0	0,00	0,0	36,25	652,4	0,60	10,9	0,60	10,9	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,30	5,4	0,00	0,0	0,00	0,0
480	123,3	0,41	4,6	0,00	0,0	10,37	113,8	3,32	36,4	0,41	4,6	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	1,24	13,7	0,00	0,0	2,49	27,3
484	124,1	0,00	0,0	1,30	20,6	3,03	48,1	3,90	61,9	0,87	13,7	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,87	13,7	0,00	0,0	3,03	48,1
488	124,7	0,00	0,0	0,71	9,8	5,32	73,6	3,19	44,2	0,35	4,9	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,35	1383,7	0,35	4,9	6,38	88,3
492	125,3	0,00	0,0	0,34	2,8	8,11	66,7	2,70	22,2	0,68	5,6	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	1,01	8,3	0,00	0,0	7,77	63,9
496	125,9	0,00	0,0	0,38	7,1	20,30	381,9	6,77	127,3	0,38	7,1	0,38	7,1	0,00	0,0	0,00	0,0	0,38	7,1	0,00	0,0	0,00	0,0
500	126,5	0,73	6,5	0,00	0,0	33,25	294,9	5,62	49,9	0,98	8,7	0,24	2,2	0,00	0,0	0,00	0,0	1,22	10,8	0,00	0,0	2,49	4,3
504	127,2	0,32	2,6	0,32	2,6	17,52	144,4	3,18	26,2	0,64	5,2	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,96	7,9	0,00	0,0	2,55	21,0
508	127,8	1,75	26,9	0,00	0,0	38,86	598,5	1,75	26,9	0,87	13,4	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0
512	128,4	0,26	3,3	1,03	13,2	28,61	365,2	1,55	19,7	2,32	29,6	0,26	3,3	0,26	3,3	0,26	3,3	1,29	16,5	0,00	0,0	0,00	0,0
516	129,0	0,66	10,0	0,33	5,0	26,97	409,4	1,64	25,0	1,32	20,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,99	15,0	0,00	0,0	0,33	5,0
520	129,6	0,63	8,4	0,32	4,2	22,54	296,4	2,22	29,2	0,32	12,5	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,32	4,2	0,00	0,0	0,63	8,4
527	130,7	0,00	0,0	0,33	12,9	36,21	1405,1	0,33	12,9	0,33	12,9	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0
570	137,8	0,00	0,0	0,75	24,0	14,55	467,6	1,87	59,9	0,75	24,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,37	12,0
590	141,2	0,00	0,0	0,25	6,8	49,12	1331,4	0,25	6,8	0,25	6,8	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,25	6,8	0,00	0,0	0,00	0,0
610	144,7	0,26	5,8	0,00	0,0	45,19	1003,6	1,30	28,8	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	1,04	23,1	0,00	0,0	0,00	0,0

Tiefe (cm)	Alter (ky)	Zählliste Organische Dinoflagellatensystemen												Seite 5 von 5					
		<i>Spiniferites perforatus</i>		<i>Spiniferites ramosus</i>		<i>Spiniferites</i> spp.		<i>Stelladinium reidii</i>		<i>Stelladinium robustum</i>		<i>Tectatodinium psilatium</i>		<i>Trinvariantodinium applanatum</i>		<i>Votadinium cavatum</i>		<i>Votadinium nashataense</i>	
		%	Ind./g Sed.	%	Ind./g Sed.	%	Ind./g Sed.	%	Ind./g Sed.	%	Ind./g Sed.	%	Ind./g Sed.	%	Ind./g Sed.	%	Ind./g Sed.	%	Ind./g Sed.
0	5,8	0,00	0,0	11,21	92,8	2,16	17,8	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0
1	6,0	0,00	0,0	18,95	460,4	4,21	102,3	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	1,05	25,6	0,00	0,0
8	7,0	0,00	0,0	12,82	435,1	3,42	116,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0
12	7,3	0,00	0,0	22,03	519,4	3,95	93,2	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,56	13,3	0,00	0,0
20	8,3	0,00	0,0	10,99	258,5	6,59	155,1	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	1,10	25,9	0,00	0,0
28	9,3	0,00	0,0	2,23	29,2	2,68	35,0	0,00	0,0	0,45	5,8	0,00	0,0	0,45	5,8	0,00	0,0	0,00	0,0
36	10,2	0,00	0,0	2,97	42,1	2,97	42,1	0,42	6,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,85	12,0	0,00	0,0	0,00	0,0
40	10,6	0,00	0,0	2,61	39,0	1,95	29,3	0,33	4,9	0,00	0,0	0,00	0,0	1,30	19,5	0,00	0,0	0,00	0,0
50	11,8	0,00	0,0	4,84	216,6	2,42	108,3	1,21	54,1	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0
60	13,0	0,00	0,0	2,59	63,5	4,81	118,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,74	18,2	0,00	0,0	0,00	0,0
80	15,3	0,00	0,0	1,18	33,0	2,75	77,0	1,18	33,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,78	22,0	0,00	0,0	0,00	0,0
120	21,7	0,00	0,0	0,00	0,0	2,72	151,5	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	6,23	346,2	0,00	0,0	0,00	0,0
140	25,8	0,00	0,0	1,98	206,5	2,72	283,9	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	6,19	645,2	0,00	0,0	0,00	0,0
151	28,1	0,00	0,0	0,00	0,0	0,80	22,2	0,40	11,1	0,00	0,0	0,00	0,0	2,80	77,6	0,00	0,0	0,00	0,0
60	31,7	0,00	0,0	0,41	12,7	2,45	76,3	2,04	63,6	1,22	38,2	0,00	0,0	0,82	25,4	0,00	0,0	0,00	0,0
189	35,8	0,00	0,0	0,83	12,8	0,42	6,4	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	1,25	19,2	0,00	0,0	0,00	0,0
209	39,9	0,00	0,0	0,98	21,6	0,66	14,4	3,61	79,3	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0
229	44,0	0,00	0,0	1,24	75,0	0,00	0,0	1,24	75,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,41	25,0	0,00	0,0	0,00	0,0
249	48,1	0,00	0,0	1,50	59,7	2,26	89,5	1,88	74,6	0,00	0,0	0,00	0,0	0,38	14,9	0,00	0,0	0,00	0,0
269	52,2	0,00	0,0	1,89	37,9	0,00	0,0	4,15	83,5	0,00	0,0	0,00	0,0	0,38	7,6	0,00	0,0	0,00	0,0
301	58,8	0,00	0,0	0,89	24,9	0,00	0,0	3,56	99,7	0,89	24,9	0,00	0,0	0,89	24,9	0,00	0,0	0,00	0,0
340	67,8	0,00	0,0	3,97	107,3	1,32	35,8	0,66	17,9	0,00	0,0	0,00	0,0	0,22	6,0	0,00	0,0	0,00	0,0
380	79,7	0,00	0,0	2,87	62,3	2,23	48,5	0,32	6,9	0,32	6,9	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0
390	84,3	0,23	1678,8	3,89	65,3	2,29	38,4	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,46	7,7	0,00	0,0	0,00	0,0
400	89,0	0,00	0,0	3,72	294,5	1,69	133,9	0,34	26,8	0,00	0,0	0,00	0,0	0,34	26,8	0,00	0,0	0,00	0,0
410	93,8	0,00	0,0	3,97	233,6	1,70	100,1	0,28	16,7	0,00	0,0	0,00	0,0	0,28	16,7	0,00	0,0	0,00	0,0
420	98,5	0,00	0,0	4,55	127,7	3,41	95,8	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,57	16,0	0,00	0,0	0,00	0,0
430	103,1	0,00	0,0	3,23	158,0	3,23	158,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,29	14,4	0,00	0,0	0,00	0,0
440	107,7	0,00	0,0	3,94	60,2	3,58	54,7	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,36	5,5
451	112,8	0,35	2426,7	6,92	167,9	4,15	100,8	1,73	42,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0
460	116,9	0,30	5305,9	9,25	491,0	5,07	269,3	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0
470	120,2	0,00	0,0	3,32	59,8	4,53	81,6	0,91	16,3	0,60	10,9	0,00	0,0	0,91	16,3	0,00	0,0	0,00	0,0
480	123,3	0,00	0,0	1,24	13,7	2,07	22,8	0,41	4,6	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0
484	124,1	0,00	0,0	0,00	0,0	1,30	20,6	0,87	13,7	0,00	0,0	0,00	0,0	0,43	6,9	0,00	0,0	0,00	0,0
488	124,7	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	3,90	54,0	1,77	24,5	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0
492	125,3	0,00	0,0	2,03	16,7	6,76	55,6	0,68	5,6	0,00	0,0	0,00	0,0	0,68	5,6	0,00	0,0	0,00	0,0
496	125,9	0,00	0,0	3,01	56,6	2,63	49,5	0,00	0,0	0,00	0,0	0,38	7,1	0,38	7,1	0,00	0,0	0,00	0,0
500	126,5	0,00	0,0	2,69	23,9	3,42	30,4	0,24	2,2	0,00	0,0	1,22	10,8	0,24	2,2	0,00	0,0	0,00	0,0
504	127,2	0,00	0,0	0,32	2,6	3,18	26,2	0,00	0,0	0,00	0,0	0,64	5,2	0,32	2,6	0,00	0,0	0,00	0,0
508	127,8	0,00	0,0	0,44	6,7	2,18	33,6	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0
512	128,4	0,00	0,0	0,77	9,9	3,87	49,4	0,77	9,9	0,00	0,0	1,03	13,2	0,26	3,3	0,00	0,0	0,00	0,0
516	129,0	0,00	0,0	0,66	10,0	3,62	54,9	0,66	10,0	0,00	0,0	1,32	20,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0
520	129,6	0,00	0,0	0,95	12,5	1,27	16,7	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,32	4,2	0,00	0,0
527	130,7	0,00	0,0	0,00	0,0	2,33	90,2	0,33	12,9	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0
570	137,8	0,00	0,0	0,00	0,0	2,99	95,9	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0
590	141,2	0,00	0,0	0,76	20,5	3,02	81,9	0,00	0,0	0,25	6,8	0,50	13,7	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0
610	144,7	0,00	0,0	0,52	11,5	1,04	23,1	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,26	5,8	0,00	0,0	0,00	0,0

Seite 1 von 5

Profil ODP Leg 117 - 723A Zählliste Organische Dinoflagellatenzysten

Tiefe (cm)	Alter (ky)	Zysten gesamt		<i>Algaspheridium?</i> spp.		<i>Bitectadinium</i> <i>spongium</i>		<i>Bitectadinium</i> <i>teplikiense</i>		<i>Brigantedinium</i> <i>cartacoense</i>		<i>Brigantedinium</i> <i>simplex</i>		<i>Brigantedinium</i> spp.		<i>"Echinidinium"</i> <i>aculeatum</i>		<i>"Echinidinium"</i> <i>delicatum</i>		<i>"Echinidinium"</i> <i>granulatum</i>		<i>"Echinidinium"</i> <i>sp.1</i> <i>("longispina")</i>		
		PG-Ratio	Ind./g Sed.	%	Ind./g Sed.	%	Ind./g Sed.	%	Ind./g Sed.	%	Ind./g Sed.	%	Ind./g Sed.	%	Ind./g Sed.	%	Ind./g Sed.	%	Ind./g Sed.	%	Ind./g Sed.	%	Ind./g Sed.	%
3	1,53		54027,0	0,48	258,5	1,91	1034,0	0,00	0,0	0,96	517,0	0,00	0,0	64,59	34897,8	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,0
39	3,84	5,97	31245,3	0,46	144,7	2,78	867,9	0,00	0,0	0,93	289,3	2,78	867,9	78,24	24446,6	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,0
79	5,85	6,48	45564,9	0,46	210,0	2,76	1259,9	0,00	0,0	0,92	420,0	1,84	339,8	78,80	35906,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,92	420,0	0,0
119	6,55	2,22	34420,7	0,00	0,0	1,46	503,7	0,00	0,0	0,00	0,0	0,98	335,8	59,02	20316,6	0,49	167,9	0,00	0,0	0,49	167,9	0,00	0,0	0,0
159	7,78	1,64	22169,5	0,00	0,0	2,23	494,9	0,00	0,0	0,45	99,0	0,45	99,0	56,25	12470,4	0,00	0,0	0,00	0,0	0,89	197,9	0,45	99,0	0,0
179	8,40	1,24	25907,6	0,00	0,0	1,58	409,6	0,00	0,0	0,00	0,0	0,40	102,4	49,01	12697,8	0,00	0,0	0,00	0,0	0,40	102,4	0,00	0,0	0,0
199	9,02	1,33	27305,9	0,00	0,0	1,48	403,0	0,00	0,0	0,37	100,8	0,00	0,0	49,82	13602,6	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,0
229	9,94	1,12	23513,8	0,00	0,0	2,73	642,0	0,00	0,0	0,34	80,3	0,00	0,0	47,78	11235,2	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,0
249	10,55	0,76	22318,6	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,31	69,3	0,93	207,9	35,09	7832,3	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,31	69,3	0,0
279	11,48	1,44	13905,0	0,00	0,0	0,46	63,5	0,00	0,0	0,91	127,0	4,11	571,4	46,58	6476,3	0,00	0,0	0,46	63,5	0,46	63,5	0,46	63,5	0,0
301	12,15	1,06	13778,0	0,00	0,0	1,17	160,8	0,00	0,0	1,17	160,8	0,39	53,6	41,63	5736,4	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,0
319	12,69	1,54	12691,1	0,00	0,0	4,58	580,6	0,00	0,0	1,31	165,9	1,31	165,9	49,67	6304,1	0,00	0,0	0,65	82,9	0,00	0,0	0,00	0,0	0,0
339	13,28	1,00	7144,2	0,00	0,0	3,87	276,5	0,00	0,0	0,00	0,0	2,90	207,4	38,06	2719,4	0,00	0,0	0,32	23,0	0,00	0,0	0,97	69,1	0,0
369	14,17	6,79	9801,7	0,00	0,0	2,76	271,0	0,00	0,0	0,46	45,2	3,23	316,2	81,57	7994,9	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,0
379	14,47	3,77	17010,1	0,00	0,0	1,69	287,3	0,00	0,0	1,01	172,4	4,05	689,6	70,27	11953,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,34	57,5	0,0
399	15,07	0,97	7175,3	0,00	0,0	3,30	236,5	0,00	0,0	0,00	0,0	2,20	157,7	39,56	2838,6	0,00	0,0	0,37	26,3	0,00	0,0	0,37	26,3	0,0
444	16,41	1,52	6023,5	0,00	0,0	1,34	80,7	0,00	0,0	0,27	16,1	0,80	48,4	51,21	3084,4	1,07	64,6	0,27	16,1	0,00	0,0	0,54	32,3	0,0
474	17,30	2,87	8228,0	0,00	0,0	3,05	251,2	0,38	8228,0	0,00	0,0	1,91	157,0	71,37	5872,6	0,38	31,4	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,0
549	19,33	2,30	7999,1	0,00	0,0	1,44	115,1	1,08	23997,3	0,72	57,5	5,04	402,8	61,15	4891,5	0,00	0,0	0,36	28,8	0,00	0,0	0,00	0,0	0,0
699	22,11	3,94	11161,7	0,00	0,0	0,42	47,1	0,00	0,0	1,27	141,3	6,33	706,4	67,09	7488,3	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,0
805	25,44	3,30	6818,2	0,00	0,0	2,27	155,0	0,00	0,0	0,91	62,0	3,18	216,9	75,91	5175,6	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,0
879	27,41	9,39	10977,5	0,00	0,0	3,77	413,4	0,00	0,0	0,84	91,9	2,93	321,5	74,48	8175,7	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,0
1029	51,00	5,71	13506,5	0,00	0,0	4,68	632,2	0,00	0,0	0,00	0,0	5,11	689,7	75,32	10173,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,0
1104	53,20	4,18	9645,8	0,00	0,0	4,83	466,0	0,00	0,0	0,00	0,0	3,38	326,2	75,82	7315,9	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,0
1179	58,20	8,94	12055,8	0,00	0,0	1,26	151,6	0,00	0,0	0,00	0,0	3,77	454,9	81,13	9781,1	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,0
1254	61,28	10,62	10142,8	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,40	40,2	3,57	362,2	78,97	8009,6	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,0
1329	63,99	0,99	4476,7	0,00	0,0	0,61	27,1	0,00	0,0	0,00	0,0	2,42	108,5	38,79	1736,4	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,0
1404	66,70	5,26	6402,7	0,00	0,0	2,43	155,6	0,00	0,0	1,74	111,2	4,51	289,0	74,31	4757,5	0,00	0,0	0,00	0,0	0,34	41,1	0,00	0,0	22,2
1559	72,64	4,26	11912,5	0,00	0,0	1,38	164,3	0,00	0,0	1,38	164,3	2,41	287,5	75,52	8996,0	0,00	0,0	0,34	41,1	0,00	0,0	0,00	0,0	0,0
1700	79,05	4,91	16600,3	0,00	0,0	1,54	255,4	0,00	0,0	1,92	319,2	4,23	702,3	73,85	12258,7	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,0
1779	85,41	2,17	24770,5	0,00	0,0	1,00	246,9	0,00	0,0	0,00	0,0	4,32	1069,8	62,46	15471,3	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,0
1879	92,53	1,50	27112,7	0,00	0,0	1,34	363,1	0,00	0,0	0,45	121,0	1,79	484,2	54,46	14766,7	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,0
1979	99,20	2,87	14447,9	0,00	0,0	1,58	227,9	0,00	0,0	0,32	45,6	2,21	319,0	67,82	9799,1	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,0
2129	111,95	12,60	19335,8	0,00	0,0	0,71	136,6	0,00	0,0	0,71	136,6	2,83	546,6	75,97	14689,7	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,0
2229	123,00	0,64	24148,4	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,32	76,7	33,02	7972,8	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,0
2289	124,82	1,11	4722,5	0,00	0,0	0,55	25,8	0,00	0,0	0,27	12,9	3,55	167,7	44,54	2103,2	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,55	25,8	0,0
2351	126,70	3,34	5005,4	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,74	37,1	7,41	370,8	61,11	3058,8	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,0
2379	127,55	5,45	6536,2	0,00	0,0	0,39	25,3	0,78	13072,4	2,33	152,0	3,49	228,0	66,28	4332,1	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,39	25,3	0,0
2409	128,45	5,73	4429,5	0,00	0,0	0,00	0,0	0,40	4429,5	2,41	106,7	5,22	231,3	68,27	3024,2	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,0
2449	129,67	10,42	11114,5	0,00	0,0	0,34	37,4	1,35	44457,8	4,38	486,5	13,80	1534,3	64,65	7185,1	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,0
2469	130,27	6,97	8607,3	0,00	0,0	0,00	0,0	1,18	25822,0	2,76	237,2	11,81	1016,6	67,32	5794,7	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,0

Tiefe (cm)	Alter (ky)	"Echinidinium" spp.		"Echinidinium transparentum"		Impagidinium aculeatum		Impagidinium paradoxum		Impagidinium patulum		Impagidinium plicatum		Impagidinium sphaerium		Impagidinium striatatum		Impagidinium velorum		Lejeaneocysta oliva		Lejeaneocysta sabrina		
		%	Ind./g Sed.	%	Ind./g Sed.	%	Ind./g Sed.	%	Ind./g Sed.	%	Ind./g Sed.	%	Ind./g Sed.	%	Ind./g Sed.	%	Ind./g Sed.	%	Ind./g Sed.	%	Ind./g Sed.	%	Ind./g Sed.	
3	1,53	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,0
39	3,84	0,46	144,7	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,46	144,7
79	5,85	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,0
119	6,55	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,49	167,9	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,49	167,9	0,0
179	7,78	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,0
199	8,40	0,00	0,0	0,00	0,0	0,40	102,4	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,0
229	9,02	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,0
249	9,94	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,34	80,3	80,3
279	10,55	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,31	69,3	69,3
301	11,48	0,00	0,0	0,91	127,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,46	63,5	63,5
319	12,15	0,00	0,0	0,39	53,6	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,39	53,6
339	12,69	1,31	165,9	0,65	82,9	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,65	82,9	1,31	165,9	0,00	0,0	0,00	1,31	165,9
359	13,28	1,29	92,2	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,97	69,1
369	14,17	0,46	45,2	0,00	0,0	0,46	45,2	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,00	0,0
379	14,47	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,68	114,9	57,5
399	15,07	1,10	78,8	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	1,10	78,8	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,00	0,0
444	16,41	1,34	80,7	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,54	32,3	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,80	48,4
474	17,30	0,38	31,4	0,00	0,0	0,76	62,8	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,00	0,0
549	19,33	0,36	28,8	0,00	0,0	0,72	57,5	0,00	0,0	0,36	28,8	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,36	28,8
609	22,11	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,00	0,0
699	25,44	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,45	31,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	1,36	93,0	93,0
879	27,41	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,00	0,0
1029	51,00	0,43	57,5	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,43	57,5	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,00	0,0
1104	53,20	0,00	0,0	0,00	0,0	0,48	46,6	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,00	0,0
1179	58,20	0,63	75,8	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,63	75,8	75,8
1254	61,28	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,40	40,2	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,79	80,5
1329	63,99	0,00	0,0	0,00	0,0	0,61	27,1	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,00	0,0
1404	66,70	1,39	88,9	0,00	0,0	1,04	66,7	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,35	22,2	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,35	22,2	22,2
1559	72,64	1,03	123,2	0,00	0,0	1,03	123,2	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,00	0,0
1700	79,05	0,38	63,8	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,00	0,0
1779	83,41	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,00	0,0
1879	92,53	0,00	0,0	0,00	0,0	2,68	726,2	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,00	0,0
1979	99,20	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,32	45,6
2129	111,95	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,35	68,3
2229	123,00	0,32	76,7	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,00	0,0
2289	124,82	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,55	25,8	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,00	0,0
2351	126,70	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,74	37,1	37,1
2379	127,55	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	1,16	76,0	25,3
2409	128,45	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	1,61	71,2	17,8
2449	129,67	0,00	0,0	0,00	0,0	0,67	74,8	0,00	0,0	0,00	0,0	0,34	37,4	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,00	0,0
2469	130,27	0,00	0,0	0,00	0,0	0,79	67,8	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,00	0,0

Seite 2 von 5

Profil ODP Leg 117 - 723A Zählliste Organische Dinoflagellatenzysten

Tiefe (cm)	Alter (ks)	Zählliste Organische Dinoflagellatenzysten												Seite 3 von 5								
		<i>Lejeuneicysta</i> spp.		<i>Lingulodinium</i> <i>machaerophorum</i>		<i>Nematosphaeropsis</i> <i>labyrinthus</i>		<i>Operculodinium</i> <i>centrocarpum</i> (short)		<i>Operculodinium</i> <i>israelitanum</i>		<i>Operculodinium</i> <i>jantacheni</i>		<i>Pentapleurodinium</i> <i>dalei</i>		<i>Zyete von</i> <i>Protoperdinium</i> <i>americanum</i>		<i>Zyete von</i> <i>Protoperdinium</i> <i>thorianum</i>		<i>Zyete von</i> <i>Polykrinos</i> <i>kofoidi</i>		
		%	Ind./g Sed.	%	Ind./g Sed.	%	Ind./g Sed.	%	Ind./g Sed.	%	Ind./g Sed.	%	Ind./g Sed.	%	Ind./g Sed.	%	Ind./g Sed.	%	Ind./g Sed.	%	Ind./g Sed.	
3	1,53	0,00	0,0	0,00	0,0	2,87	1551,0	0,96	517,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,0
39	3,84	0,93	289,3	0,00	0,0	4,17	1301,9	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,0
79	5,85	0,46	210,0	0,00	0,0	2,76	1259,9	1,38	629,9	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,0
119	6,55	0,00	0,0	0,00	0,0	2,44	839,5	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,0
159	7,78	0,00	0,0	0,00	0,0	0,45	99,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,0
179	8,40	0,00	0,0	0,00	0,0	0,79	204,8	0,40	102,4	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,0
199	9,02	1,48	403,0	0,37	100,8	0,00	0,0	0,00	0,0	0,37	100,8	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,0
229	9,94	0,00	0,0	0,00	0,0	0,68	160,5	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,0
249	10,55	0,00	0,0	0,00	0,0	0,93	207,9	1,55	346,6	0,31	69,3	0,00	0,0	0,31	22318,6	0,00	0,0	0,31	69,3	0,00	0,0	0,0
279	11,48	0,46	63,5	0,46	63,5	0,91	127,0	0,00	0,0	1,37	190,5	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,0
301	12,15	1,56	214,4	0,00	0,0	0,39	53,6	0,00	0,0	0,39	53,6	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,0
319	12,69	0,65	82,9	0,00	0,0	0,65	82,9	0,65	82,9	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,0
339	13,28	0,00	0,0	0,00	0,0	4,52	322,6	1,94	138,3	0,65	46,1	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,0
369	14,17	0,00	0,0	0,00	0,0	0,92	90,3	0,92	90,3	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,0
379	14,47	0,34	57,5	0,00	0,0	0,34	57,5	0,34	57,5	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,0
399	15,07	0,00	0,0	0,00	0,0	13,92	998,8	0,73	52,6	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,0
444	16,41	0,00	0,0	0,00	0,0	8,31	500,6	0,27	16,1	0,27	16,1	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,0
474	17,30	0,00	0,0	0,00	0,0	4,58	376,9	1,15	94,2	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,0
549	19,33	0,00	0,0	0,00	0,0	4,32	345,3	0,00	0,0	0,36	28,8	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,0
699	22,11	0,00	0,0	0,00	0,0	15,19	1695,5	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,0
805	25,44	0,45	31,0	0,00	0,0	2,73	186,0	1,82	124,0	0,91	62,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,0
879	27,41	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	1,26	137,8	1,26	137,8	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,0
1029	51,00	0,00	0,0	0,00	0,0	3,40	459,8	1,70	229,9	0,43	57,5	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,0
1104	53,20	0,00	0,0	0,00	0,0	2,42	233,0	0,48	46,6	0,97	93,2	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,0
1179	58,20	0,00	0,0	0,00	0,0	1,89	227,5	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,0
1254	61,28	0,00	0,0	0,00	0,0	0,79	80,5	0,79	80,5	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,0
1329	63,99	0,00	0,0	0,00	0,0	3,64	162,8	3,94	176,4	0,30	13,6	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,0
1404	66,70	0,00	0,0	0,00	0,0	2,08	133,4	0,69	44,5	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,0
1559	72,64	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,34	41,1	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,0
1700	79,05	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	1,54	255,4	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,0
1779	85,41	0,00	0,0	0,00	0,0	1,66	411,5	1,00	246,9	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,0
1879	92,53	0,00	0,0	0,00	0,0	0,45	121,0	1,79	484,2	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,0
1979	99,20	0,00	0,0	0,00	0,0	1,58	227,9	0,95	136,7	0,32	45,6	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,0
2129	111,95	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	1,06	205,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,0
2229	123,00	0,00	0,0	0,00	0,0	0,32	76,7	0,95	230,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,0
2289	124,82	0,00	0,0	0,00	0,0	2,46	116,1	3,55	167,7	0,55	25,8	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,0
2351	126,70	0,37	18,5	0,00	0,0	2,96	148,3	1,48	74,2	0,37	18,5	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,0
2379	127,55	1,55	101,3	0,00	0,0	3,88	253,3	1,94	126,7	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,0
2409	128,45	1,20	53,4	0,00	0,0	3,21	142,3	0,00	0,0	0,40	17,8	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,0
2449	129,67	0,00	0,0	0,00	0,0	2,02	224,5	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,0
2469	130,27	0,39	33,9	0,00	0,0	2,36	203,3	0,00	0,0	0,39	33,9	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,0

		Zählliste Organische Dinoflagellatenzysten														Seite 4 von 5								
Tiefe (cm)	Alter (ky)	<i>Polysphaeridium zoharyi</i>		<i>Pyxidinosps reticulata</i>		<i>Quinquecusps concreta</i>		<i>Selenopemphix nephroides</i>		<i>Selenopemphix nephroides var. 1</i>		<i>Selenopemphix quanta</i>		<i>Spiniferites bentorii</i>		<i>Spiniferites bulloides</i>		<i>Spiniferites membranaceus</i>		<i>Spiniferites mirabilis</i>		<i>Spiniferites pachydermus</i>		
		%	Ind./g Sed.	%	Ind./g Sed.	%	Ind./g Sed.	%	Ind./g Sed.	%	Ind./g Sed.	%	Ind./g Sed.	%	Ind./g Sed.	%	Ind./g Sed.	%	Ind./g Sed.	%	Ind./g Sed.	%	Ind./g Sed.	
3	1,53	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00
39	3,84	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00
79	5,85	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	1,38	629,9	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00
119	6,55	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	4,39	1511,2	0,49	167,9	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00
159	7,78	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	2,68	593,8	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00
179	8,40	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	2,77	716,8	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00
199	9,02	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	5,17	1410,6	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00
229	9,94	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	3,07	722,3	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00
249	10,55	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	4,66	1039,7	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00
279	11,48	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	3,20	444,5	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00
301	12,15	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	3,89	536,1	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00
319	12,69	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	3,27	414,7	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00
444	16,41	0,80	48,4	0,00	0,0	0,00	0,0	0,38	31,4	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00
474	17,30	0,36	28,8	0,00	0,0	0,00	0,0	0,36	28,8	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00
549	19,33	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,42	47,1	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00
699	22,11	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,34	57,5	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00
805	25,44	1,36	93,0	0,00	0,0	0,00	0,0	1,36	93,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00
879	27,41	10,88	1194,2	0,00	0,0	0,00	0,0	0,42	45,9	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00
1029	51,00	2,98	402,3	0,00	0,0	0,00	0,0	0,43	57,5	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00
1179	58,20	0,97	93,2	0,00	0,0	0,00	0,0	0,48	46,6	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00
1179	58,20	1,89	227,5	0,00	0,0	0,00	0,0	0,63	75,8	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00
1254	61,28	1,98	201,2	0,40	40,2	0,00	0,0	1,59	161,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00
1329	63,99	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	3,94	176,4	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00
1404	66,70	0,35	22,2	0,00	0,0	0,00	0,0	0,35	22,2	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00
1559	72,64	0,34	41,1	0,00	0,0	0,00	0,0	0,34	41,1	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00
1700	79,05	1,15	191,5	0,00	0,0	0,00	0,0	0,77	127,7	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00
1779	85,41	0,66	164,6	0,00	0,0	0,00	0,0	0,33	82,3	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00
1879	92,53	3,13	847,3	0,00	0,0	0,00	0,0	1,34	363,1	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00
1979	99,20	1,26	182,3	0,00	0,0	0,00	0,0	1,26	182,3	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00
2129	111,95	0,35	68,3	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00
2229	123,00	3,49	843,3	0,00	0,0	0,00	0,0	0,63	153,3	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00
2289	124,82	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00
2351	126,70	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	1,85	92,7	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00
2379	127,55	0,39	25,3	0,00	0,0	0,00	0,0	0,39	228,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00
2409	128,45	0,80	35,6	0,00	0,0	0,00	0,0	0,40	17,8	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00
2449	129,67	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00
2469	130,27	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,39	33,9	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00

Seite 5 von 5

Teufe (cm)	Alter (ky)	Zählliste Organische Dinoflagellatenzysten																	
		<i>Spiniferites perforatus</i>		<i>Spiniferites ramosus</i>		<i>Spiniferites</i> spp.		<i>Stelladinium reidii</i>		<i>Stelladinium robustum</i>		<i>Tectadodinium psilatum</i>		<i>Trineovantedinium applanatum</i>		<i>Votadinium cabatum</i>		<i>Votadinium nanhaiense</i>	
		%	Ind./g Sed.	%	Ind./g Sed.	%	Ind./g Sed.	%	Ind./g Sed.	%	Ind./g Sed.	%	Ind./g Sed.	%	Ind./g Sed.	%	Ind./g Sed.	%	Ind./g Sed.
3	1,53	0,00	0,0	1,91	1034,0	2,39	1292,5	0,96	517,0	0,48	258,5	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0
39	3,84	0,00	0,0	3,70	1157,2	1,39	434,0	0,93	289,3	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0
79	5,85	0,00	0,0	1,38	629,9	2,30	1049,9	0,46	210,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,46	210,0	0,46	210,0	0,0
119	6,55	0,00	0,0	7,80	2686,5	4,39	1511,2	2,44	839,5	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,49	167,9	0,00	0,0	0,0
159	7,78	0,00	0,0	1,79	395,9	1,34	296,9	0,89	197,9	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,00	0,0	0,00	0,0	0,0
179	8,40	0,00	0,0	3,56	921,6	4,74	1228,8	1,98	512,0	0,79	204,8	0,00	0,0	0,00	0,00	0,0	0,00	0,0	0,0
199	9,02	0,00	0,0	2,21	604,6	2,21	604,6	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,00	0,0	0,00	0,0	0,0
229	9,94	0,00	0,0	1,71	401,3	2,05	481,5	0,68	160,5	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,00	0,0	0,00	0,0	0,0
249	10,55	0,31	22318,6	1,55	346,6	0,93	207,9	0,62	138,6	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,00	0,0	0,00	0,0	0,0
279	11,48	0,00	0,0	1,37	190,5	0,46	63,5	0,46	63,5	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,00	0,0	0,00	0,46	63,5
301	12,15	0,00	0,0	1,95	268,1	0,78	107,2	0,78	107,2	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,00	0,0	0,00	0,39	53,6
319	12,69	0,00	0,0	2,61	331,8	3,27	414,7	0,65	82,9	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,00	0,0	0,00	0,00	0,0
339	13,28	0,00	0,0	5,16	368,7	1,94	138,3	1,29	92,2	0,32	23,0	0,00	0,0	0,32	23,0	0,00	0,0	0,32	23,0
369	14,17	0,00	0,0	0,00	0,0	0,46	45,2	0,46	45,2	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,00	0,0	0,00	0,00	0,0
379	14,47	0,00	0,0	0,68	114,9	1,01	172,4	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,34	57,5	0,00	0,00	0,0
399	15,07	0,00	0,0	7,69	551,9	4,76	341,7	0,00	0,0	0,37	26,3	0,00	0,0	0,00	0,00	0,0	0,00	0,00	0,0
444	16,41	0,00	0,0	7,24	436,0	2,41	145,3	0,54	32,3	0,00	0,0	0,00	0,0	0,27	16,1	0,00	0,0	0,00	0,0
474	17,30	0,00	0,0	2,67	219,8	1,91	157,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,38	31,4	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0
549	19,33	0,00	0,0	0,36	28,8	0,80	143,9	3,96	316,5	0,00	0,0	1,08	86,3	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0
699	22,11	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,84	94,2	0,42	47,1	0,00	0,0	0,00	0,00	0,0	0,00	0,00	0,0
805	25,44	0,00	0,0	8,18	557,9	0,91	62,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,00	0,0	0,00	0,00	0,0
879	27,41	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,42	45,9	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,00	0,0	0,00	0,00	0,0
1029	51,00	0,00	0,0	0,43	57,5	0,43	57,5	0,85	114,9	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,00	0,0	0,00	0,00	0,0
1104	53,20	0,00	0,0	0,97	93,2	2,42	233,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,00	0,0	0,00	0,00	0,0
1179	58,20	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,63	75,8	0,00	0,00	0,0
1254	61,28	0,00	0,0	0,79	80,5	1,19	120,7	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,00	0,0	0,00	0,79	80,5
1329	63,99	0,00	0,0	6,36	284,9	2,42	108,5	0,30	13,6	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,00	0,0	0,00	0,00	0,0
1404	66,70	0,00	0,0	1,04	66,7	1,39	88,9	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,00	0,0	0,00	0,00	0,0
1559	72,64	0,00	0,0	1,38	164,3	1,72	205,4	0,34	41,1	0,34	41,1	0,00	0,0	0,00	0,00	0,0	0,00	0,00	0,0
1700	79,05	0,00	0,0	0,00	0,0	1,15	191,5	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,00	0,0	0,00	0,00	0,0
1779	85,41	0,00	0,0	2,33	576,1	1,66	411,5	0,00	0,0	0,33	82,3	0,00	0,0	0,00	0,00	0,0	0,00	0,00	0,0
1879	92,53	0,00	0,0	0,45	121,0	1,34	363,1	0,45	121,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,00	0,0	0,00	0,00	0,0
1979	99,20	0,00	0,0	2,21	319,0	2,84	410,2	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,00	0,0	0,00	0,00	0,0
2129	111,95	0,00	0,0	0,00	0,0	0,71	136,6	0,71	136,6	1,06	205,0	0,00	0,0	0,00	0,00	0,0	0,00	0,00	0,0
2229	123,00	0,00	0,0	0,63	153,3	0,95	230,0	0,32	76,7	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,00	0,0	0,00	0,00	0,0
2289	124,82	0,00	0,0	3,55	167,7	2,19	103,2	0,55	25,8	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,00	0,0	0,00	0,00	0,0
2351	126,70	0,00	0,0	4,07	203,9	1,11	55,6	0,74	37,1	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,00	0,0	0,00	0,00	0,0
2379	127,55	0,00	0,0	0,39	25,3	0,78	50,7	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,00	0,0	0,00	0,00	0,0
2409	128,45	0,00	0,0	1,61	71,2	2,01	88,9	0,00	0,0	0,40	17,8	0,00	0,0	0,00	0,00	0,0	0,00	0,00	0,0
2449	129,67	0,00	0,0	1,01	112,3	0,67	74,8	0,67	74,8	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,00	0,0	0,00	0,00	0,0
2469	130,27	0,00	0,0	1,18	101,7	1,57	135,5	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,00	0,0	0,00	0,00	0,0

Tabellen / Zähllisten
- Daten der Grauwertmessungen

Teufe (cm)	Helligkeit (L*)		Teufe (cm)	Helligkeit (L*)		Teufe (cm)	Helligkeit (L*)		Teufe (cm)	Helligkeit (L*)		Teufe (cm)	Helligkeit (L*)				
	a*	b*		a*	b*		a*	b*		a*	b*		a*	b*			
0	46,58	2,21	15,65	48,42	-0,72	13,07	50,13	-0,77	11,25	48,03	-0,99	11,73	500	46,25	-0,87	11,20	
2,5	46,92	2,25	15,74	49,93	-0,75	12,28	50,44	-0,72	10,86	49,26	-1,01	11,36	502,5	46,93	-0,97	10,89	
5	50,36	1,29	15,98	48,15	-0,64	12,87	50,54	-0,78	10,57	380	49,78	-1,07	11,23	505	46,37	-0,91	11,23
7,5	53,90	0,44	15,47	48,90	-0,73	12,93	51,44	-0,77	10,38	382,5	50,09	-1,04	11,18	507,5	45,99	-0,94	11,41
10	55,03	0,05	13,90	48,18	-0,87	13,04	51,51	-0,92	10,68	385	52,64	-1,02	10,85	510	46,26	-0,93	11,20
12,5	54,52	0,09	14,16	48,02	-0,74	13,14	51,80	-0,85	10,58	387,5	51,71	-0,97	11,11	512,5	48,66	-1,10	10,42
15	54,87	-0,24	12,26	47,37	-0,71	13,08	51,33	-0,84	10,32	390	52,87	-0,96	10,70	515	49,12	-1,10	10,04
17,5	55,45	-0,40	11,87	47,33	-0,62	13,20	52,18	-0,87	10,33	392,5	54,04	-0,78	10,37	517,5	48,93	-1,03	9,98
20	55,08	-0,50	11,59	47,12	-0,64	13,10	51,72	-0,72	10,03	395	53,94	-0,78	10,11	520	49,19	-1,12	10,11
22,5	55,38	-0,30	12,00	46,67	-0,55	12,78	50,82	-0,89	10,82	397,5	52,92	-0,86	11,45	522,5	48,57	-0,98	10,29
25	55,43	-0,36	11,74	47,87	-0,71	12,39	49,68	-0,83	10,66	400	52,40	-0,77	11,19	525	48,19	-0,90	10,05
27,5	55,92	-0,36	10,52	47,83	-0,71	12,71	49,98	-0,87	10,98	402,5	51,88	-0,84	11,28	527,5	48,78	-0,90	9,91
30	53,36	-0,51	10,64	47,92	-0,65	12,58	50,86	-0,92	10,81	405	53,18	-0,67	11,00	530	50,02	-0,93	9,76
32,5	54,59	-0,25	10,50	48,70	-0,72	13,14	50,21	-0,84	10,80	407,5	51,80	-0,81	11,37	532,5	49,49	-0,92	9,93
35	52,32	0,03	10,24	49,49	-0,61	12,79	50,26	-0,80	10,67	410	51,44	-0,80	11,74	535	51,67	-0,85	9,48
37,5	52,64	0,04	10,03	50,08	-0,77	12,81	50,99	-0,84	10,97	412,5	51,24	-0,85	11,41	537,5	49,85	-0,76	10,00
40	51,87	-0,10	10,23	51,52	-0,83	12,14	50,86	-0,85	10,56	415	50,77	-0,78	11,53	540	50,11	-0,77	9,68
42,5	51,30	-0,57	11,63	51,07	-0,78	11,58	50,86	-0,63	10,17	417,5	51,07	-0,77	11,32	542,5	50,02	-0,70	9,62
45	51,64	-0,25	10,27	50,42	-0,89	11,58	50,31	-0,81	10,47	420	51,07	-0,70	11,32	545	49,91	-0,48	9,45
47,5	52,77	-0,40	10,57	49,49	-0,71	11,06	50,03	-0,79	10,62	422,5	51,32	-0,68	11,31	547,5	50,20	-0,38	9,31
50	52,65	-0,45	11,45	50,49	-0,82	12,07	50,17	-0,83	11,38	425	51,68	-0,64	11,11	550	49,80	-0,37	9,33
52,5	52,54	-0,37	10,81	50,87	-0,91	11,74	49,86	-0,88	11,66	427,5	52,31	-0,52	10,67	552,5	49,89	-0,17	9,18
55	53,71	-0,40	11,08	50,66	-0,76	11,57	50,36	-0,90	11,55	430	51,47	-0,70	10,81	555	50,05	-0,27	8,99
57,5	53,37	-0,36	10,93	50,49	-0,73	11,48	48,48	-0,64	11,88	432,5	49,15	-0,44	9,59	557,5	51,59	-0,32	8,45
60	53,80	-0,47	10,89	49,42	-0,79	11,74	49,03	-0,87	11,93	435	52,54	-0,41	10,18	560	52,03	-0,32	8,57
62,5	53,97	-0,41	11,43	48,63	-0,73	12,32	48,59	-0,86	11,89	437,5	52,54	-0,59	10,17	562,5	51,87	-0,39	8,63
65	54,40	-0,50	10,83	48,31	-0,73	11,44	49,85	-0,87	11,49	440	52,40	-0,56	10,34	565	51,97	-0,92	9,37
67,5	54,14	-0,52	10,85	49,35	-0,63	11,62	50,36	-0,88	11,14	442,5	52,87	-0,54	10,37	567,5	50,77	-0,74	9,25
70	52,78	-0,63	11,09	46,76	-0,58	12,73	50,01	-0,85	11,01	445	53,14	-0,47	10,22	570	50,77	-0,82	9,00
72,5	55,12	-0,61	11,19	47,32	-0,61	12,66	49,59	-0,93	11,13	447,5	53,67	-0,48	9,74	572,5	50,84	-0,94	9,19
75	55,53	-0,55	11,69	47,34	-0,60	12,82	49,31	-0,88	11,46	450	52,17	-0,82	10,48	575	50,47	-1,22	9,37
77,5	54,76	-0,52	11,04	48,03	-0,59	12,65	49,27	-0,86	11,28	452,5	50,42	-0,79	10,87	577,5	50,37	-1,08	9,06
80	53,15	-0,82	11,70	48,09	-0,65	12,68	48,21	-0,87	11,50	455	51,05	-0,78	10,68	580	49,79	-1,01	9,45
82,5	53,70	-0,53	11,86	48,92	-0,75	12,03	48,50	-0,92	11,81	457,5	50,95	-0,62	10,11	582,5	49,30	-1,06	9,98
85	53,25	-0,47	11,48	49,68	-0,69	12,12	47,17	-0,68	11,88	460	51,09	-0,80	10,61	585	49,52	-1,04	10,09
87,5	53,42	-0,55	11,56	49,07	-0,64	12,46	44,57	-0,50	12,24	462,5	51,28	-0,83	10,53	587,5	50,35	-1,00	9,29
90	53,44	-0,53	11,09	50,33	-0,70	12,12	46,49	-0,76	12,30	465	50,48	-0,83	10,80	590	49,58	-1,02	9,03
92,5	52,37	-0,10	10,60	50,23	-0,67	11,60	42,40	-0,55	12,33	467,5	51,21	-0,97	10,74	592,5	48,08	-1,17	9,07
95	52,33	-0,25	10,98	52,10	-0,60	10,09	44,43	-0,66	12,14	470	51,20	-0,80	10,59	595	48,61	-1,02	9,47
97,5	51,76	-0,49	11,40	50,37	-0,65	10,92	44,74	-0,76	12,10	472,5	50,68	-0,78	10,45	597,5	47,70	-0,94	9,78
100	50,58	-0,69	11,55	49,50	-0,69	11,83	47,11	-0,74	10,77	475	50,52	-0,76	10,52	600	48,70	-1,07	9,96
102,5	50,71	-0,54	11,36	50,00	-0,71	11,36	45,56	-0,90	8,93	477,5	50,27	-0,88	10,58	602,5	49,86	-1,04	9,68
105	51,04	-0,56	11,53	49,23	-0,68	11,66	49,14	-0,79	9,82	480	49,58	-0,95	10,52	605	49,68	-1,09	9,41
107,5	51,96	-0,63	11,56	49,40	-0,74	11,68	49,19	-0,85	10,89	482,5	49,24	-0,98	10,10	607,5	49,61	-0,99	9,89
110	50,64	-0,54	12,02	50,08	-0,66	11,81	48,42	-0,94	11,40	485	49,18	-0,91	10,36	610	49,99	-1,04	9,73
112,5	50,64	-0,62	12,32	49,64	-0,73	11,58	48,99	-0,76	11,63	487,5	49,47	-0,97	10,03	612,5	50,66	-0,83	9,88
115	49,64	-0,66	12,29	50,24	-0,67	11,32	48,47	-0,90	11,59	490	48,69	-1,07	10,27	615	51,13	-0,85	9,75
117,5	50,73	-0,62	11,65	50,02	-0,68	11,43	48,28	-0,94	11,69	492,5	49,65	-0,91	9,72	617,5	51,25	-0,80	9,97
120	47,73	-0,61	12,80	49,93	-0,70	11,77	47,29	-0,85	12,06	495	49,36	-0,94	9,85	620	50,08	-0,47	10,03
122,5	47,32	-0,78	12,93	50,45	-0,65	11,19	47,28	-0,87	11,93	497,5	47,18	-0,95	10,65	622,5	50,48	-0,50	10,10

* Datenerhebung: H. Schulz (unveröffentlicht)

Profil SONNE 90 - 94KL		Grauwertdaten (CIE Farbsystem)*				Seite 2 von 2					
Teufe (cm)	Helligkeit (L*)	a*	b*	Teufe (cm)	Helligkeit (L*)	a*	b*	Teufe (cm)	Helligkeit (L*)	a*	b*
750	52,26	-1,28	11,88	875	50,83	-1,00	9,92	1000	49,22	-0,97	9,65
752,5	51,87	-1,11	11,71	877,5	49,65	-0,91	10,14	1002,5	49,25	-0,89	9,37
755	50,86	-1,20	12,01	880	50,07	-0,85	9,83	1005	48,97	-0,84	9,69
757,5	50,24	-1,30	11,83	882,5	49,69	-0,89	10,01	1007,5	47,97	-0,85	10,23
760	47,96	-0,94	12,62	885	48,95	-1,07	10,64	1010	48,70	-0,81	10,11
762,5	45,62	-0,82	13,17	887,5	49,03	-1,05	10,16	1012,5	47,35	-0,79	10,53
765	45,28	-0,57	12,68	890	49,97	-0,88	9,75	1015	48,38	-0,71	10,09
767,5	43,44	-0,41	12,42	892,5	48,36	-0,79	10,29	1017,5	48,15	-0,73	10,25
770	43,65	-0,42	12,71	895	47,93	-0,89	10,41	1020	48,09	-0,76	9,92
772,5	43,28	-0,57	13,05	897,5	48,24	-0,65	10,63	1022,5	47,12	-0,72	10,43
775	43,19	-0,61	12,96	900	48,48	-0,93	10,86	1025	47,27	-0,75	10,53
777,5	42,84	-0,67	13,08	902,5	45,81	-0,69	11,50	1027,5	45,80	-0,82	10,78
780	43,08	-0,73	12,76	905	46,65	-0,78	11,13	1030	48,25	-0,84	9,79
782,5	42,41	-0,77	12,82	907,5	48,75	-0,87	10,60	1032,5	47,04	-0,82	10,35
785	45,67	-1,27	12,47	910	49,01	-0,84	10,29	1035	49,08	-0,90	10,16
787,5	45,54	-1,00	12,76	912,5	49,54	-0,85	9,85	1037,5	49,37	-0,98	9,51
790	43,54	-0,85	12,58	915	49,05	-0,86	10,25	1040	49,44	-0,86	9,37
792,5	42,13	-0,60	12,32	917,5	48,43	-0,84	10,04	1042,5	49,75	-0,92	9,64
795	43,07	-0,67	12,27	920	47,51	-0,85	10,71	1045	49,85	-0,81	9,31
797,5	44,30	-0,58	12,63	922,5	48,12	-0,80	10,71	1047,5	49,24	-0,88	9,43
800	45,58	-0,77	12,68	925	48,46	-0,78	10,41	1050	48,46	-0,81	9,55
802,5	46,63	-0,91	12,54	927,5	48,40	-0,93	10,58	1052,5	50,26	-0,77	8,75
805	46,28	-0,85	12,48	930	48,08	-0,88	10,53	1055	49,19	-0,65	9,26
807,5	46,19	-0,84	12,52	932,5	47,70	-0,94	10,79	1057,5	49,63	-0,51	8,75
810	48,62	-1,05	12,30	935	46,79	-0,83	10,78	1060	50,36	-0,40	8,68
812,5	49,78	-1,12	11,93	937,5	46,68	-0,78	11,05	1062,5	49,47	-0,37	8,74
815	50,20	-1,18	11,73	940	43,79	-0,52	10,95	1065	49,23	-0,06	8,61
817,5	50,60	-1,13	11,41	942,5	44,18	-0,44	11,18	1067,5	51,02	0,02	8,36
820	51,86	-1,18	10,37	945	44,43	-0,41	11,26	1070	51,58	-0,49	8,73
822,5	51,36	-1,17	10,70	947,5	45,43	-0,54	11,24	1072,5	50,84	-0,88	8,71
825	51,23	-1,15	10,67	950	48,59	-0,74	10,83	1075	49,24	-1,23	8,15
827,5	51,78	-1,06	10,66	952,5	51,81	-0,97	9,67	1077,5	51,28	-0,53	9,62
830	51,37	-0,95	10,97	955	51,62	-1,19	9,88	1080	46,11	-0,49	7,50
832,5	52,39	-1,01	10,21	957,5	52,22	-0,98	9,57	1082,5	42,67	-0,51	5,51
835	52,39	-1,16	10,49	960	51,50	-1,10	9,79	1085	39,36	-0,63	5,46
837,5	52,65	-0,92	10,01	962,5	52,12	-1,04	9,80				
840	52,37	-1,04	10,81	965	51,10	-0,90	9,61				
842,5	52,13	-1,05	10,61	967,5	51,24	-0,70	9,47				
845	52,92	-0,83	9,94	970	52,11	-0,91	9,69				
847,5	53,27	-0,83	9,76	972,5	51,49	-0,75	9,35				
850	52,67	-0,91	9,75	975	50,59	-0,94	9,75				
852,5	52,60	-0,93	9,56	977,5	50,80	-0,92	9,44				
855	53,11	-0,85	9,00	980	51,11	-0,91	9,35				
857,5	53,09	-0,85	9,12	982,5	51,09	-0,85	9,13				
860	52,47	-0,83	9,39	985	51,38	-0,85	8,64				
862,5	51,84	-0,84	9,65	987,5	51,54	-0,94	8,88				
865	52,39	-0,80	9,35	990	51,12	-1,05	9,09				
867,5	51,09	-0,96	9,79	992,5	50,63	-0,97	9,49				
870	51,71	-0,93	9,58	995	50,83	-0,89	9,36				
872,5	50,40	-0,92	10,01	997,5	49,55	-1,00	9,79				

* Datenerhebung: H. Schulz (unveröffentlicht)

Teufe (cm)	Helligkeit (L*)	a*	b*	Teufe (cm)	Helligkeit (L*)	a*	b*	Teufe (cm)	Helligkeit (L*)	a*	b*	Teufe (cm)	Helligkeit (L*)	a*	b*
0	36,87	0,18	9,74	125	46,60	-0,46	8,75	250	57,08	-2,77	11,45	375	38,48	-0,95	10,15
2,5	36,86	0,08	9,27	127,5	47,14	-0,52	9,62	252,5	57,19	-2,80	11,63	377,5	38,82	-0,96	10,61
5	38,09	0,12	9,78	130	47,80	-0,39	8,56	255	57,97	-2,72	11,89	380	37,77	-0,89	10,06
7,5	36,96	0,01	10,28	132,5	48,38	-0,95	8,70	257,5	58,37	-2,72	11,62	382,5	39,49	-1,13	10,79
10	37,67	0,48	9,45	135	48,40	-1,02	8,74	260	57,83	-2,74	11,66	385	40,23	-1,38	11,06
12,5	37,42	0,07	9,93	137,5	49,04	-2,31	8,13	262,5	57,74	-2,77	11,66	387,5	39,40	-1,29	10,93
15	37,42	0,17	9,43	140	48,95	-2,15	8,36	265	57,56	-2,76	11,43	390	40,39	-1,24	11,09
17,5	37,54	0,10	9,01	142,5	48,86	-2,41	7,59	267,5	58,47	-2,61	11,42	392,5	39,86	-1,24	10,41
20	36,87	0,08	9,23	145	48,63	-2,42	8,51	270	55,27	-1,45	12,56	395	39,92	-1,37	11,07
22,5	36,78	-0,05	9,51	147,5	49,34	-2,34	7,35	272,5	56,40	-2,74	11,34	397,5	40,04	-1,46	10,84
25	37,60	-0,01	9,61	150	50,14	-2,45	7,47	275	56,21	-2,60	11,82	400	40,01	-1,43	11,24
27,5	37,28	0,06	9,28	152,5	50,59	-2,22	7,09	277,5	56,71	-2,67	12,08	402,5	40,76	-1,59	11,12
30	35,80	-0,13	9,03	155	49,39	-2,49	8,47	280	54,22	-2,52	11,62	405	40,14	-1,45	11,34
32,5	36,11	-0,10	8,90	157,5	48,87	-2,58	8,83	282,5	53,51	-2,64	11,69	407,5	40,12	-1,40	11,22
35	34,47	-0,10	8,95	160	49,07	-2,46	9,00	285	52,50	-2,46	11,70	410	39,07	-1,36	10,64
37,5	33,52	0,00	8,68	162,5	48,83	-2,48	8,81	287,5	52,32	-2,46	11,56	412,5	40,43	-1,13	10,83
40	34,89	0,00	8,36	165	48,97	-2,52	9,01	290	51,62	-2,35	11,39	415	40,75	-1,53	11,74
42,5	33,90	0,03	8,71	167,5	48,82	-2,40	8,81	292,5	51,18	-2,44	11,62	417,5	40,48	-1,35	10,79
45	34,97	-0,01	8,17	170	49,20	-2,48	8,68	295	51,27	-2,37	12,37	420	40,84	-1,53	11,27
47,5	34,41	-0,25	8,97	172,5	48,50	-2,50	8,69	297,5	48,14	-2,19	11,25	422,5	42,30	-1,32	9,65
50	34,46	-0,06	8,54	175	47,69	-2,45	9,03	300	48,78	-2,34	11,60	425	40,39	-1,05	10,65
52,5	34,80	-0,18	8,91	177,5	48,37	-2,32	9,05	302,5	48,27	-2,16	11,80	427,5	40,36	-1,44	11,20
55	33,97	-0,19	9,42	180	47,86	-2,52	9,42	305	48,50	-1,38	11,37	430	39,61	-0,01	9,20
57,5	33,90	-0,15	8,96	182,5	46,57	-2,06	10,89	307,5	46,82	-1,96	11,16	432,5	37,49	-0,01	9,20
60	34,15	-0,06	9,34	185	46,20	-2,43	9,88	310	45,27	-1,89	11,43	435	38,77	-0,44	9,76
62,5	34,21	-0,12	9,90	187,5	46,39	-2,33	9,32	312,5	45,76	-1,93	11,52	437,5	38,50	-0,54	9,84
65	38,05	-0,18	10,64	190	43,98	-2,20	10,50	315	44,19	-1,94	11,62	440	40,32	-0,90	10,80
67,5	38,50	-0,10	10,24	192,5	44,82	-2,08	10,08	317,5	44,07	-1,83	11,43	442,5	40,35	-1,11	10,70
70	40,92	-0,30	10,40	195	42,95	-2,03	10,98	320	44,39	-1,88	11,57	445	40,69	-1,25	11,14
72,5	42,67	-0,28	10,06	197,5	42,95	-2,02	11,08	322,5	43,56	-1,94	11,29	447,5	41,36	-1,17	11,13
75	42,80	-0,36	10,31	200	42,34	-1,89	11,04	325	45,16	-2,08	11,77	450	41,31	-1,03	10,39
77,5	42,65	-0,29	10,89	202,5	42,90	-2,21	10,94	327,5	44,37	-2,05	11,68	452,5	39,89	-0,97	10,64
80	42,91	-0,33	10,35	205	42,43	-2,15	11,34	330	43,49	-1,64	11,36	455	39,21	-0,75	10,33
82,5	43,95	-0,25	10,07	207,5	43,17	-2,10	10,45	332,5	40,54	-1,29	10,72	457,5	39,56	-1,04	10,58
85	44,74	-0,21	10,01	210	43,14	-1,95	10,50	335	40,01	-1,36	10,76	460	39,25	-0,75	10,43
87,5	43,96	0,16	10,06	212,5	42,80	-1,95	10,94	337,5	40,43	-1,41	11,04	462,5	38,57	-1,01	11,14
90	44,25	0,03	10,33	215	42,57	-1,95	10,81	340	40,81	-1,30	10,58	465	37,75	-0,90	10,34
92,5	44,07	-0,27	10,46	217,5	42,08	-1,91	11,27	342,5	40,20	-1,24	10,63	467,5	38,67	-1,02	10,94
95	44,60	0,05	9,75	220	41,04	-1,62	10,45	345	39,84	-1,01	10,19	470	39,87	-1,08	10,71
97,5	46,50	-0,37	9,73	222,5	41,73	-1,84	10,88	347,5	39,94	-1,22	10,43	472,5	36,15	-0,63	10,12
100	46,92	-0,22	9,30	225	42,53	-1,87	10,79	350	42,86	-1,81	11,21	475	38,48	-0,82	10,23
102,5	47,46	-0,25	9,66	227,5	42,75	-2,13	11,68	352,5	39,15	-1,16	10,64	477,5	35,94	-0,89	10,02
105	47,07	-0,46	9,36	230	54,64	-2,83	12,78	355	38,61	-0,76	10,52	480	39,02	-0,94	10,88
107,5	47,72	-0,54	8,81	232,5	56,60	-2,85	12,84	357,5	38,16	-0,56	10,63	482,5	37,71	-0,86	10,57
110	46,90	-0,37	9,27	235	57,47	-2,83	12,17	360	38,97	-1,02	10,36	485	38,65	-0,95	10,86
112,5	46,90	-0,37	9,41	237,5	55,53	-2,71	12,22	362,5	40,51	-1,06	10,33	487,5	38,42	-1,05	10,67
115	47,09	-0,47	9,51	240	56,79	-2,80	12,47	365	39,70	-0,44	11,44	490	37,83	-0,73	10,54
117,5	46,90	-0,55	9,06	242,5	56,86	-2,92	12,51	367,5	38,11	-1,00	10,63	492,5	37,85	-0,98	10,58
120	47,01	-0,40	9,55	245	56,80	-2,71	11,68	370	38,85	-1,15	11,29	495	38,09	-0,80	10,61
122,5	46,76	-0,55	8,89	247,5	57,03	-2,71	12,01	372,5	39,22	-1,12	10,89	497,5	39,60	-1,07	11,32

* Datenerhebung: H. Schulz (unveröffentlicht)

Profil SONNE 90 - 111 KL												Grauwertdaten (CIE Farbsystem)*												Seite 2 von 2											
Teufe (cm)	Helligkeit (L*)	a*	b*	Teufe (cm)	Helligkeit (L*)	a*	b*	Teufe (cm)	Helligkeit (L*)	a*	b*	Teufe (cm)	Helligkeit (L*)	a*	b*	Teufe (cm)	Helligkeit (L*)	a*	b*	Teufe (cm)	Helligkeit (L*)	a*	b*												
750	38,47	-0,87	9,30	875	41,50	-1,72	10,54	1000	54,51	-2,75	9,95	1125	38,37	-1,19	10,18	1250	37,41	-0,80	8,86	1375	45,95	-1,96	11,20												
752,5	39,41	-0,96	9,44	877,5	42,94	-1,88	10,69	1002,5	50,30	-2,69	10,78	1127,5	38,75	-1,24	10,22	1252,5	37,20	-0,59	7,99	1377,5	48,24	-2,23	11,10												
755	40,59	-1,05	9,61	880	42,75	-1,81	10,84	1005	50,28	-2,59	10,00	1130	38,90	-1,16	10,18	1255	35,91	-0,46	7,79	1380	54,52	-2,59	10,61												
757,5	40,43	-1,05	9,65	882,5	41,23	-1,74	10,74	1007,5	51,74	-2,67	10,38	1132,5	36,87	-0,98	9,94	1257,5	34,13	-0,47	8,12	1382,5	53,62	-2,70	11,11												
760	38,38	-0,51	10,18	885	41,96	-1,62	10,77	1010	50,38	-2,49	10,90	1135	38,05	-0,98	9,59	1260	33,78	-0,60	8,44	1385	56,28	-2,85	10,05												
762,5	39,39	-1,08	9,91	887,5	40,90	-1,62	10,75	1012,5	48,22	-2,36	10,56	1137,5	37,41	-1,00	10,13	1262,5	36,53	-0,78	9,09	1387,5	56,29	-2,87	10,39												
765	39,90	-1,10	9,83	890	41,05	-1,60	10,72	1015	46,98	-2,25	10,39	1140	37,07	-1,06	10,15	1265	32,82	-0,39	7,62	1390	57,02	-2,85	10,19												
767,5	41,38	-1,05	10,22	892,5	38,19	-1,30	10,39	1017,5	46,31	-2,12	10,50	1142,5	37,63	-0,87	10,21	1267,5	33,07	-0,20	7,03	1392,5	56,66	-2,88	10,56												
770	38,50	-0,73	9,67	895	37,31	-1,18	10,60	1020	47,62	-2,27	10,75	1145	37,19	-0,83	9,61	1270	33,08	-0,44	8,39	1395	55,86	-2,81	10,30												
772,5	39,15	-0,87	9,77	897,5	37,09	-1,04	10,69	1022,5	45,42	-2,02	10,62	1147,5	35,41	-0,34	7,51	1272,5	33,72	-0,42	8,22	1397,5	56,09	-2,80	10,08												
775	37,49	-0,77	9,68	900	36,35	-0,96	10,59	1025	43,44	-1,91	10,57	1150	34,43	-0,37	8,73	1275	34,21	-0,42	8,43	1400	56,24	-2,82	10,11												
777,5	36,30	-0,51	10,08	902,5	34,82	-0,56	9,99	1027,5	41,48	-1,59	10,39	1152,5	36,61	-0,56	8,99	1277,5	33,92	-0,47	8,77	1402,5	55,79	-2,76	10,20												
780	35,70	-0,36	8,68	905	36,22	-0,90	10,00	1030	44,66	-1,81	10,76	1155	34,45	-0,46	8,83	1280	34,34	-0,45	8,69	1405	56,12	-2,72	10,20												
782,5	34,38	-0,22	9,35	907,5	36,17	-0,86	10,33	1032,5	40,30	-1,43	10,85	1157,5	32,24	-0,41	7,89	1282,5	34,57	-0,61	9,06	1407,5	54,72	-2,77	10,21												
785	36,27	-0,51	9,65	910	37,61	-1,11	10,45	1035	40,02	-1,30	10,44	1160	31,21	-0,28	7,22	1285	34,22	-0,40	8,51	1410	54,12	-2,67	10,15												
787,5	42,05	-1,53	9,97	912,5	37,68	-1,15	10,10	1037,5	40,03	-1,15	10,52	1162,5	31,53	-0,32	7,54	1287,5	34,91	-0,64	9,08	1412,5	52,25	-2,56	9,79												
790	42,16	-1,36	10,38	915	38,19	-0,75	9,34	1040	37,69	-0,86	9,77	1165	31,22	-0,18	6,98	1290	34,79	-0,61	9,13	1415	49,46	-2,28	10,22												
792,5	41,71	-1,48	9,64	917,5	37,94	-0,82	9,77	1042,5	34,05	-0,48	8,75	1167,5	30,84	-0,31	6,65	1292,5	35,11	-0,53	8,65	1417,5	42,42	-1,75	11,08												
795	42,05	-1,56	9,84	920	36,17	-0,82	9,74	1045	37,53	-0,68	9,65	1170	30,01	-0,29	6,06	1295	35,59	-0,62	9,04	1420	42,26	-1,61	10,93												
797,5	42,61	-1,53	9,59	922,5	37,50	-0,88	9,60	1047,5	36,97	-0,71	9,28	1172,5	29,88	-0,14	6,54	1297,5	36,85	-0,68	8,93	1422,5	38,90	-1,01	10,21												
800	41,16	-1,35	9,66	925	37,57	-1,08	9,94	1050	39,54	-0,77	9,12	1175	31,24	-0,31	7,60	1300	36,28	-0,42	8,75	1425	45,46	-2,07	10,35												
802,5	40,40	-1,32	9,87	927,5	37,78	-1,05	9,75	1052,5	38,07	-1,00	10,10	1177,5	34,57	-0,63	8,65	1302,5	36,75	-0,65	9,13	1427,5	45,67	-2,30	9,77												
805	40,12	-1,18	9,82	930	37,67	-0,93	9,42	1055	35,79	-0,80	7,25	1180	39,81	-1,24	10,14	1305	37,26	-0,63	9,27	1430	50,44	-1,80	6,96												
807,5	40,29	-1,02	10,48	932,5	38,97	-1,10	9,59	1057,5	36,28	-0,82	10,30	1182,5	41,85	-1,78	10,92	1307,5	37,51	-0,98	9,73	1432,5	44,32	-2,04	9,15												
810	38,45	-0,79	10,51	935	35,87	-0,86	9,85	1060	34,54	-0,66	10,15	1185	42,39	-1,72	9,72	1310	38,03	-0,76	10,04	1435	42,62	-1,92	9,54												
812,5	36,73	-0,57	9,49	937,5	35,54	-0,72	10,10	1062,5	32,92	-0,19	8,53	1187,5	44,06	-1,98	9,85	1312,5	43,25	-1,49	10,02	1437,5	42,42	-1,67	9,23												
815	36,01	-0,60	9,57	940	36,51	-1,05	10,51	1065	32,96	-0,17	8,35	1190	44,41	-1,75	9,44	1315	43,43	-1,87	10,32	1440	41,73	-1,55	9,57												
817,5	36,85	-0,76	8,92	942,5	37,28	-0,87	9,79	1067,5	32,41	0,00	7,25	1192,5	44,41	-1,96	10,36	1317,5	43,55	-1,98	10,36																
820	39,47	-1,11	9,38	945	37,42	-0,96	9,03	1070	33,75	-0,15	8,80	1195	42,44	-1,66	10,10	1320	44,54	-1,78	10,31																
822,5	40,74	-1,37	9,92	947,5	37,81	-0,93	9,55	1072,5	38,11	-1,06	10,60	1197,5	42,00	-1,63	10,43	1322,5	43,38	-1,73	10,82																
825	41,27	-1,47	9,69	950	37,86	-1,12	9,34	1075	39,13	-1,21	10,88	1200	42,77	-1,37	8,94	1325	40,42	-1,11	10,59																
827,5	43,91	-1,60	9,96	952,5	38,48	-0,78	8,25	1077,5	38,94	-1,08	10,22	1202,5	41,07	-1,60	10,44	1327,5	40,66	-1,26	10,48																
830	42,23	-1,55	9,87	955	36,59	-0,96	9,84	1080	39,56	-1,32	10,80	1205	42,55	-1,78	10,28	1330	41,90	-1,36	10,21																
832,5	40,77	-1,32	9,93	957,5	42,13	-1,96	10,51	1082,5	39,31	-1,23	10,87	1207,5	42,93	-1,87	10,48	1332,5	40,27	-1,18	10,21																
835	40,42	-1,22	9,72	960	44,07	-1,94	10,85	1085	38,03	-0,94	10,66	1210	43,35	-1,86	10,13	1335	35,92	-0,66	9,50																
837,5	39,96	-1,11	9,65	962,5	46,44	-2,26	10,63	1087,5	37,06	-0,92	10,40	1212,5	43,51	-1,95	9,88	1337,5	41,48	-1,33	10,46																
840	40,90	-1,10	9,43	965	45,88	-2,21	9,90	1090	36,73	-0,82	10,26	1215	42,83	-1,86	9,94	1340	43,14	-1,58	10,33																
842,5	39,71	-0,91	9,41	967,5	47,00	-2,44	10,30	1092,5	35,79	-0,67	9,67	1217,5	42,54	-1,81	9,96	1342,5	42,05	-1,50	10,56																
845	41,75	-0,97	7,52	970	48,01	-2,54	10,41	1095	34,41	-0,47	9,45	1220	42,36	-1,72	9,84	1345	42,30	-1,32	10,10																
847,5	34,59	-0,68	8,47	972,5	48,18	-2,51	10,29	1097,5	32,85	-0,35	8,09	1222,5	40,73	-1,75	10,17	1347,5	39,53	-0,92	10,28																
850	34,37	-0,47	8,68	975	48,90	-2,51	9,90	1100	33,85	-0,27	8,73	1225	42,34	-1,69	9,86	1350	37,54	-0,70	10,27																
852,5	33,94	-0,45	8,75	977,5	48,45	-2,41	9,66	1102,5	32,72	-0,34	8,21	1227,5	41,66	-1,46	9,77	1352,5	36,82	-0,79	10,45																
855	34,12	-0,41	8,47	980	47,04	-2,28	10,10	1105	31,96	-0,31	8,25	1230	40,20	-1,47	9,85	1355	36,77	-0,54	9,50																
857,5	34,75	-0,56	9,82	982,5	48,76	-2,58	10,40	1107,5	32,26	-0,28	7,94	1232,5	41,20	-1,59	9,91	1357,5	36,28	-0,51	9,42																
860	36,64	-0,82	9,94	985	50,24	-2,48	9,48	1110	32,17	-0,26	8,09	1235	40,97	-1,61	9,97	1360	36,66	-0,51	9,87																
862,5	40,14	-1,25	10,02	987,5	48,99	-2,46	9,99	1112,5	32,56	-0,25	8,14	1237,5	40,55	-1,39	9,71	1362,5	40,78	-1,33	10,55																
865	47,83	-2,08	10,31	990	48,82	-2,52	9,86	1115	37,72	-0,94	9,59	1240	40,42	-1,39	9,72	1365	44,67	-1,72	10,54																
867,5	42,95	-1,65	10,21	992,5	48,70	-2,49	9,90	1117,5	38,36	-1,23	10,08	1242,5	39,15	-1,25	9,83	1367,5	44,65	-1,83	10,43																
870	43,38	-1,66	10,72	995	48,72	-2,41	10,16	1120	38,23	-1,17	9,95	1245	40,52	-1,43	10,31	1370	40,69	-1,07	9,95																
872,5	42,47	-1,89	10,60	997,5	50,61	-1,87	7,70	1122,5	37,74	-1,14	10,05	1247,5	39,27	-1,12	9,28	1372,5	37,36	-0,85	10,36																

* Datenerhebung: H. Schulz (unverflicht)

Profil/ODP Leg 117 - 722B Grauwertdaten (CIE Farbsystem)											
Teufe (cm)	Helligkeit (L*)	a*	b*	Teufe (cm)	Helligkeit (L*)	a*	b*	Teufe (cm)	Helligkeit (L*)		
0	67,00	-0,90	13,05	125	56,81	-0,57	11,57	250	52,98	-0,62	12,42
2,5	67,00	-0,90	13,05	127,5	57,09	-0,59	11,64	252,5	54,93	-0,81	12,23
5	64,67	-0,83	12,22	130	58,25	-0,52	11,15	255	54,48	-0,73	12,68
7,5	66,02	-1,16	12,72	132,5	57,50	-0,48	11,10	257,5	55,88	-0,80	12,45
10	64,67	-1,12	12,82	135	55,81	-0,56	11,64	260	57,45	-1,04	13,45
12,5	64,97	-0,77	10,24	137,5	55,05	-0,41	11,60	262,5	55,42	-0,87	12,97
15	64,81	-0,80	11,53	140	51,76	-0,38	11,72	265	55,18	-0,84	13,02
17,5	64,37	-0,70	10,05	142,5	57,04	-0,50	10,90	267,5	55,35	-0,81	13,31
20	63,38	-0,77	9,69	145	54,68	-0,62	11,32	270	56,20	-0,84	12,36
22,5	61,33	-0,76	9,85	147,5	53,82	-0,44	11,18	272,5	56,59	-1,06	13,25
25	61,44	-0,69	9,99	150	55,10	-0,31	9,67	275	58,63	-1,22	12,14
27,5	61,22	-0,72	9,70	152,5	59,40	-1,13	9,98	277,5	61,24	-1,36	12,14
30	60,32	-0,81	9,96	155	58,89	-1,06	10,59	280	60,19	-1,44	11,99
32,5	60,73	-0,63	9,66	157,5	56,27	-0,93	11,03	282,5	59,92	-1,11	12,15
35	61,85	-0,57	10,40	160	56,58	-0,78	10,79	285	60,00	-1,17	12,15
37,5	60,68	-0,37	9,88	162,5	54,50	-0,84	11,25	287,5	58,19	-1,22	12,03
40	64,71	-0,03	10,32	165	57,03	-0,34	10,43	290	62,40	-0,97	11,24
42,5	62,19	-0,37	10,45	167,5	55,55	-0,69	11,27	292,5	57,46	-1,04	12,15
45	62,94	-0,59	11,10	170	55,17	-0,66	11,57	295	61,15	-0,96	11,88
47,5	62,86	-0,58	11,43	172,5	56,96	-0,86	11,06	297,5	60,96	-1,29	12,25
50	60,30	-0,18	10,86	175	57,62	-0,97	11,06	300	59,94	-0,87	11,13
52,5	61,64	-0,67	10,95	177,5	58,97	-0,98	10,56	302,5	62,00	-1,28	9,78
55	60,28	-0,56	10,93	180	56,12	-1,02	11,72	305	62,26	-1,39	9,93
57,5	63,74	-0,27	10,50	182,5	58,37	-0,92	10,90	307,5	61,81	-1,19	10,01
60	61,03	-0,41	10,80	185	56,01	-0,83	11,46	310	60,88	-1,40	9,22
62,5	63,64	-0,16	9,74	187,5	58,68	-0,53	10,62	312,5	61,69	-1,26	9,23
65	61,85	-0,34	9,39	190	58,59	-0,93	10,34	315	63,05	-1,16	9,02
67,5	62,01	-0,02	9,53	192,5	57,04	-1,04	11,39	317,5	62,18	-1,16	9,37
70	60,95	-0,22	10,54	195	56,16	-0,94	11,68	320	60,14	-1,36	9,98
72,5	58,30	-0,45	11,59	197,5	55,65	-1,07	10,99	322,5	60,68	-1,32	10,18
75	54,86	-0,17	11,73	200	55,49	-0,71	12,00	325	59,98	-1,19	10,25
77,5	54,77	-0,37	11,98	202,5	53,91	-0,51	12,18	327,5	58,45	-1,18	10,36
80	54,05	-0,27	11,23	205	53,38	-0,40	12,49	330	60,67	-1,16	10,56
82,5	54,06	-0,22	11,64	207,5	57,38	-0,72	11,98	332,5	59,34	-1,09	11,07
85	54,27	-0,16	11,52	210	56,79	-0,69	11,83	335	59,88	-1,19	10,76
87,5	51,73	-0,07	11,68	212,5	56,40	-0,77	12,01	337,5	59,26	-1,30	11,23
90	54,10	-0,37	11,95	215	53,93	-0,66	11,86	340	60,52	-1,24	10,59
92,5	54,98	-0,08	11,28	217,5	54,65	-0,66	11,60	342,5	60,16	-1,27	11,20
95	55,21	-0,29	11,39	220	55,35	-1,02	11,70	345	56,04	-1,09	11,63
97,5	55,60	-0,36	11,67	222,5	54,62	-0,64	11,46	347,5	56,80	-0,94	11,27
100	53,13	-0,32	11,72	225	55,86	-0,73	11,27	350	54,59	-0,83	11,94
102,5	55,86	-0,26	12,12	227,5	54,32	-0,53	10,80	352,5	54,21	-0,63	11,77
105	55,91	-0,42	11,37	230	52,07	-0,38	9,99	355	61,71	-1,28	11,24
107,5	54,45	-0,07	11,32	232,5	49,04	-0,29	11,60	357,5	59,70	-1,03	10,82
110	54,96	-0,31	11,41	235	49,11	-0,51	11,70	360	56,77	-0,92	12,42
112,5	54,51	-0,36	11,93	237,5	48,51	-0,05	10,28	362,5	57,95	-0,86	12,38
115	55,09	-0,33	11,12	240	55,42	-0,66	10,56	365	58,78	-1,02	12,28
117,5	52,67	-0,45	12,28	242,5	57,44	-1,15	11,66	367,5	57,48	-0,93	11,66
120	58,60	-0,57	11,77	245	56,29	-1,05	12,19	370	56,99	-1,03	11,80
122,5	58,39	-0,54	11,44	247,5	54,12	-0,67	12,35	372,5	57,74	-0,97	11,74

Profil ODP Leg. 117 - 723A		Grauwertdaten (CIE Farbsystem)		Seite 1 von 4			
Teufe (cm)	Helligkeit (L*)	a*	b*	Teufe (cm)	Helligkeit (L*)	a*	b*
0	44,87	-0,55	7,01	375	47,10	-0,23	6,31
2,5	44,87	-0,55	7,01	377,5	48,74	-0,19	5,87
5	42,40	-0,68	7,52	380	48,05	-0,55	6,82
7,5	43,09	-0,15	7,68	382,5	45,21	-0,35	7,99
10	40,20	-0,33	6,99	385	46,78	-0,40	7,68
12,5	40,07	-0,35	7,33	387,5	46,24	-0,55	8,52
15	37,86	-0,39	7,50	390	50,80	-0,27	7,26
17,5	36,79	-0,25	7,83	392,5	46,48	-0,61	8,12
20	34,99	-0,23	7,99	395	47,46	-0,50	7,79
22,5	39,85	-0,02	5,67	397,5	48,63	-0,43	7,15
25	36,27	0,16	7,21	400	46,89	-0,51	8,09
27,5	34,76	0,15	7,79	402,5	44,12	-0,38	8,81
30	36,73	0,11	7,13	405	44,15	-0,03	5,83
32,5	38,00	-0,14	6,15	407,5	46,81	-0,37	7,16
35	33,02	0,08	8,66	410	46,41	-0,59	8,51
37,5	35,19	0,01	7,88	412,5	44,22	-0,54	8,34
40	41,76	0,26	4,07	415	44,74	-0,60	8,06
42,5	37,20	0,03	6,32	417,5	45,16	-0,47	6,49
45	39,08	0,05	6,28	420	47,54	-0,67	8,61
47,5	40,15	0,34	4,82	422,5	47,16	-0,61	8,62
50	38,82	0,08	5,54	425	47,14	-0,45	7,52
52,5	36,66	0,21	6,48	427,5	49,79	-0,62	7,73
55	35,06	0,32	7,04	430	46,42	-0,83	9,62
57,5	33,77	0,23	7,12	432,5	47,31	-0,70	8,61
60	42,94	-0,05	4,22	435	44,68	-0,74	9,33
62,5	37,66	0,10	5,92	437,5	45,96	-0,52	8,63
65	38,57	0,14	5,14	440	47,86	-0,77	8,60
67,5	36,33	0,25	6,30	442,5	47,11	-0,40	8,87
70	33,83	0,16	7,34	445	43,11	-0,56	9,59
72,5	43,86	0,06	4,76	447,5	44,29	0,05	9,83
75	36,63	-0,37	8,75	450	45,72	-0,72	8,28
77,5	37,16	0,55	6,59	452,5	44,18	-0,44	7,11
80	39,33	-0,02	5,86	455	45,00	-1,33	8,03
82,5	36,98	0,15	7,78	457,5	45,00	-1,38	7,78
85	36,79	-0,05	7,64	460	45,00	-1,06	7,67
87,5	36,42	0,06	7,66	462,5	45,24	-1,19	8,90
90	32,54	0,11	9,67	465	46,21	-0,78	7,14
92,5	35,80	0,21	7,29	467,5	49,31	-0,81	7,86
95	36,10	0,17	7,85	470	46,88	-0,97	8,81
97,5	38,19	-0,12	7,17	472,5	47,07	-0,77	8,51
100	33,13	0,11	9,62	475	45,83	-0,78	8,09
102,5	38,85	0,18	5,24	477,5	48,45	-0,85	7,08
105	34,17	0,08	8,64	480	49,54	-0,60	6,93
107,5	43,03	0,21	4,37	482,5	48,60	-0,36	6,86
110	34,33	0,09	8,00	485	46,08	-0,68	7,40
112,5	41,27	0,62	4,63	487,5	47,59	-0,49	6,57
115	34,90	0,32	7,04	490	42,58	-0,72	8,42
117,5	38,82	0,35	5,74	492,5	48,97	-0,52	6,22
120	38,15	0,13	5,71	495	42,69	-0,64	7,87
122,5	37,27	0,14	6,90	497,5	47,00	-0,44	6,95
62,5	45,56	-0,66	7,17	500	45,81	0,15	6,71
627,5	48,97	-0,60	6,61	502,5	45,97	-0,48	6,30
630	47,82	-0,53	6,25	505	46,94	-0,36	6,06
632,5	43,80	-0,65	7,80	507,5	42,49	-0,29	7,70
635	44,50	-0,58	7,36	510	44,64	-0,41	7,22
637,5	43,15	-0,31	6,97	512,5	48,77	-0,21	5,35
640	42,45	-0,44	7,61	515	40,81	-0,41	8,32
642,5	41,52	-0,48	7,52	517,5	41,19	-0,30	7,45
645	47,33	-0,30	5,99	520	45,86	-0,14	5,98
647,5	39,82	-0,26	7,72	522,5	45,32	-0,02	6,24
650	41,32	-0,37	7,26	525	44,38	-0,32	6,46
652,5	41,44	-0,25	6,99	527,5	41,11	-0,35	7,10
655	42,53	0,37	6,26	530	43,44	-0,28	7,09
657,5	44,15	0,07	5,59	532,5	42,56	-0,48	6,90
660	42,17	-0,11	7,66	535	41,52	-0,12	6,97
662,5	44,22	-0,33	6,42	537,5	40,63	-0,50	8,25
665	45,44	0,02	5,15	540	40,57	-0,53	7,61
667,5	40,06	-0,40	7,15	542,5	41,59	-0,41	7,50
670	45,98	-0,28	5,53	545	44,23	-0,03	6,65
672,5	44,61	-0,40	6,40	547,5	42,18	0,05	7,19
675	45,68	-0,36	6,26	550	44,07	-0,17	6,76
677,5	43,17	-0,45	7,06	552,5	42,99	0,19	6,59
680	41,50	-0,14	7,31	555	44,18	-0,17	6,51
682,5	42,26	-0,19	6,87	557,5	43,17	-0,04	7,38
685	42,96	0,52	5,98	560	43,59	-0,32	7,51
687,5	42,58	-0,28	6,00	562,5	41,73	-0,29	7,70
690	41,02	0,26	5,77	565	41,59	-0,32	7,13
692,5	43,18	-0,10	6,07	567,5	41,75	-0,51	7,89
695	43,48	-0,05	5,38	570	40,32	-0,16	7,18
697,5	43,63	0,15	4,61	572,5	46,16	-0,34	6,06
700	38,89	-0,12	5,04	575	43,67	-0,32	6,16
702,5	39,23	-0,07	5,85	577,5	45,95	0,69	5,76
705	38,45	-0,02	5,7	580	45,24	0,07	6,39
707,5	39,58	0,2	5,24	582,5	46,85	-0,47	5,98
710	37,27	0,06	4,54	585	43,09	-0,45	6,88
712,5	38,64	0,05	4,69	587,5	44,87	-0,50	7,64
715	43,31	0,23	4,44	590	41,35	-0,27	6,97
717,5	41,58	0,42	4,36	592,5	46,45	-0,30	6,18
720	38,2	0,23	3,66	595	47,11	0,53	6,40
722,5	37,33	-0,02	4,68	597,5	43,09	-0,45	6,88
725	39,44	-0,24	6,51	600	44,87	-0,50	7,64
727,5	40,47	0,13	6,18	602,5	47,00	-0,61	6,74
730	41,59	-0,32	7,29	605	47,25	-0,98	8,24
732,5	43,59	-0,13	5,82	607,5	48,33	-1,07	7,97
735	46,47	-0,22	5,71	610	45,74	-0,88	7,89
737,5	45,65	-0,17	5,46	612,5	45,34	-1,23	8,46
740	46,23	-0,35	6,23	615	45,01	-1,10	8,37
742,5	48,05	-0,22	5,91	617,5	44,75	-1,11	8,36
745	45,59	-0,16	5,24	620	46,85	-0,99	7,48
747,5	45,65	-0,28	5,55	622,5	43,10	-0,75	7,83

Teufe (cm)	Helligkeit (L*)	a*	b*	Teufe (cm)	Helligkeit (L*)	a*	b*	Teufe (cm)	Helligkeit (L*)	a*	b*	Teufe (cm)	Helligkeit (L*)	a*	b*
750	46,46	-0,29	6,24	1000	46,37	0,06	2,60	1125	36,92	0,21	5,48	1250	40,45	0,84	6,86
752,5	46,50	-1,06	7,75	1002,5	35,36	0,11	3,69	1127,5	39,05	0,24	5,38	1252,5	41,22	0,74	6,81
755	47,10	-1,40	8,15	1005	35,44	0,33	4,29	1130	37,45	-0,01	5,75	1255	39,36	0,48	6,58
757,5	48,49	-1,29	8,16	1007,5	39,10	0,12	1,80	1132,5	38,32	0,03	5,50	1257,5	40,27	0,25	6,51
760	47,59	-0,84	7,13	1010	32,51	0,64	2,33	1135	37,07	-0,02	5,38	1260	45,04	0,14	5,39
762,5	47,62	-0,72	6,68	1012,5	37,27	0,06	2,85	1137,5	42,44	-0,04	4,26	1262,5	38,91	0,09	6,54
765	45,12	-0,71	7,94	1015	36,11	0,42	3,88	1140	41,42	-0,20	4,65	1265	40,29	0,00	6,59
767,5	43,96	-0,86	7,83	1017,5	36,83	0,14	3,47	1142,5	40,94	0,11	4,56	1267,5	39,88	0,15	6,20
770	45,63	-0,35	6,78	1020	41,27	0,12	2,97	1145	38,29	0,02	5,16	1270	43,07	0,10	5,74
772,5	41,62	-0,43	7,72	1022,5	43,89	0,06	2,78	1147,5	42,75	0,03	4,27	1272,5	38,45	0,21	6,45
775	41,66	-0,49	7,03	1025	39,44	0,19	3,11	1150	37,99	-0,08	5,09	1275	39,04	0,31	5,31
777,5	43,90	-0,59	7,00	1027,5	39,50	0,12	2,83	1152,5	38,72	-0,04	5,64	1277,5	39,52	0,31	5,38
780	45,70	-0,47	6,60	1030	40,13	0,08	3,80	1155	41,01	0,04	4,84	1280	40,07	0,24	6,43
782,5	37,14	-0,10	5,93	1032,5	40,47	0,17	5,42	1157,5	41,96	0,21	4,79	1282,5	44,22	0,06	6,55
785	38,77	0,08	5,35	1035	40,23	-0,09	6,34	1160	39,75	0,12	5,23	1285	41,70	0,07	7,00
787,5	40,45	-0,11	5,97	1037,5	40,83	-0,29	6,49	1162,5	38,34	-0,03	5,45	1287,5	41,05	0,01	6,86
790	39,69	0,23	6,05	1040	40,96	-0,54	7,31	1165	38,82	-0,05	5,49	1290	42,28	-0,09	6,87
792,5	40,36	0,09	5,68	1042,5	42,21	-0,34	6,82	1167,5	36,78	0,07	4,69	1292,5	40,91	0,09	5,97
795	38,20	0,09	5,32	1045	40,96	-0,31	6,53	1170	36,85	0,12	4,80	1295	38,71	-0,04	5,25
797,5	41,70	0,17	4,38	1047,5	39,44	-0,50	6,60	1172,5	38,20	-0,14	5,73	1297,5	44,32	-0,12	6,18
800	41,17	0,01	4,07	1050	44,88	-0,35	5,01	1175	37,59	-0,04	4,67	1300	44,52	-0,06	6,41
802,5	37,26	0,20	4,91	1052,5	48,15	-0,89	7,07	1177,5	38,03	-0,11	5,66	1302,5	47,14	-0,33	6,87
805	39,11	0,35	4,78	1055	48,00	-0,96	6,43	1180	38,90	-0,06	5,96	1305	44,93	-0,27	7,20
807,5	42,39	0,30	4,17	1057,5	46,72	-1,33	7,64	1182,5	42,21	-0,02	6,53	1307,5	45,95	-0,53	7,45
810	37,96	0,32	3,99	1060	46,90	-0,64	6,74	1185	41,87	-0,26	7,45	1310	50,59	-0,40	6,41
812,5	42,26	0,04	4,42	1062,5	45,02	-0,79	6,77	1187,5	43,50	-0,22	6,93	1312,5	46,07	-0,46	6,68
815	40,27	0,22	5,55	1065	44,93	0,00	6,39	1190	42,40	-0,17	7,38	1315	43,91	-0,57	8,08
817,5	40,43	-0,04	5,71	1067,5	44,27	-0,53	6,57	1192,5	42,44	-0,16	6,89	1317,5	43,10	-0,16	7,85
820	39,68	-0,16	6,00	1070	42,61	-0,46	6,28	1195	44,62	-0,20	6,89	1320	44,78	-0,54	8,10
822,5	42,74	-0,12	5,20	1072,5	41,89	-0,50	6,40	1197,5	45,08	-0,27	6,63	1322,5	45,23	-0,53	8,02
825	38,12	-0,21	6,11	1075	42,54	-0,43	5,97	1200	46,00	-0,48	6,53	1325	48,23	-0,58	7,50
827,5	39,95	-0,01	5,38	1077,5	43,93	-0,35	5,37	1202,5	50,74	-1,30	7,78	1327,5	45,26	-0,42	7,47
830	40,60	0,04	5,17	1080	42,60	-0,41	5,56	1205	49,50	-1,64	7,48	1330	49,69	-0,42	6,52
832,5	40,02	0,13	5,33	1082,5	38,59	-0,17	5,49	1207,5	49,22	-0,75	8,11	1332,5	49,68	-0,51	6,48
835	42,74	-0,11	4,41	1085	36,80	0,01	4,43	1210	49,41	-1,05	7,44	1335	49,68	-0,62	7,07
837,5	41,39	0,12	4,85	1087,5	37,27	0,00	4,59	1212,5	47,29	-1,10	8,04	1337,5	49,31	-0,59	6,81
840	40,24	0,07	5,01	1090	40,71	0,19	3,85	1215	45,05	-0,62	7,89	1340	46,69	-0,35	6,77
842,5	39,58	0,06	5,12	1092,5	41,73	0,02	3,77	1217,5	44,37	-0,73	6,54	1342,5	45,01	-0,52	8,21
845	37,72	0,05	5,64	1095	38,30	0,66	6,04	1220	45,56	-0,69	6,78	1345	46,30	-0,44	7,71
847,5	39,23	0,04	5,32	1097,5	40,41	0,00	4,31	1222,5	47,05	-0,75	7,70	1347,5	45,00	-0,19	7,63
850	39,34	-0,06	4,79	1100	45,48	-0,06	3,39	1225	48,97	-0,77	7,75	1350	48,45	-0,34	6,24
852,5	40,82	0,10	5,26	1102,5	38,30	-0,02	4,72	1227,5	43,18	-0,72	8,12	1352,5	48,00	-1,59	7,29
855	40,43	-0,01	5,71	1105	39,22	0,04	5,28	1230	44,16	-0,34	7,37	1355	49,62	-1,81	9,27
857,5	40,72	0,27	5,09	1107,5	38,39	0,10	4,79	1232,5	42,26	-0,36	7,64	1357,5	50,82	-1,51	8,74
860	42,74	0,22	4,80	1110	39,35	0,05	5,18	1235	41,15	-0,27	7,98	1360	48,50	-1,55	8,57
862,5	36,92	0,17	4,72	1112,5	39,13	0,14	4,93	1237,5	41,86	-0,31	7,49	1362,5	47,56	-1,04	8,14
865	38,56	0,30	5,22	1115	39,25	0,27	4,85	1240	40,54	-0,05	6,90	1365	46,39	-1,14	8,81
867,5	40,08	-0,03	5,94	1117,5	37,31	0,00	5,00	1242,5	40,67	0,89	6,86	1367,5	50,87	-0,32	6,24
870	42,93	-0,18	6,07	1120	44,82	-0,09	4,19	1245	42,21	0,92	6,44	1370	45,67	-0,14	5,24
872,5	41,02	-0,13	6,48	1122,5	39,45	0,13	5,10	1247,5	41,95	0,75	6,60	1372,5	44,79	0,00	5,83
875	42,20	-0,16	7,20	1125	42,50	0,00	6,40	1250	42,50	0,00	6,40	1375	42,50	0,00	6,40
877,5	47,67	-0,14	6,49	1127,5	35,36	0,11	3,69	1252,5	39,05	0,24	5,38	1377,5	41,22	0,74	6,81
880	49,29	-0,48	7,01	1130	37,45	-0,01	5,75	1255	39,36	0,48	6,58	1380	47,29	-0,48	7,01
882,5	46,88	-0,36	6,52	1132,5	38,32	0,03	5,50	1257,5	40,27	0,25	6,51	1382,5	46,88	-0,36	6,52
885	45,86	-0,56	7,75	1135	37,07	-0,02	5,38	1260	45,04	0,14	5,39	1385	45,86	-0,56	7,75
887,5	43,10	-0,21	7,15	1137,5	42,44	-0,04	4,26	1262,5	38,91	0,09	6,54	1387,5	43,10	-0,21	7,15
890	43,32	-0,28	7,56	1140	41,42	-0,20	4,65	1265	40,29	0,00	6,59	1390	43,32	-0,28	7,56
892,5	44,66	-0,32	6,81	1142,5	40,94	0,11	4,56	1267,5	39,88	0,15	6,20	1392,5	44,66	-0,32	6,81
895	42,24	-0,09	6,75	1145	38,29	0,02	5,16	1270	43,07	0,10	5,74	1395	42,24	-0,09	6,75
897,5	43,72	-0,08	6,83	1147,5	42,75	0,03	4,27	1272,5	38,45	0,21	6,45	1397,5	43,72	-0,08	6,83
900	40,15	-0,17	7,75	1150	37,99	-0,08	5,09	1275	39,04	0,31	5,31	1400	40,15	-0,17	7,75
902,5	42,66	-0,09	7,17	1152,5	38,72	-0,04	5,64	1277,5	39,52	0,31	5,38	1402,5	42,66	-0,09	7,17
905	45,88	-0,10	6,17	1155	41,01	0,04	4,84	1280	40,07	0,24	6,43	1405	45,88	-0,10	6,17
907,5	43,24	0,32	7,86	1157,5	41,96	0,21	4,79	1282,5	44,22	0,06	6,55	1407,5	43,24	0,32	7,86
910	41,23	-0,27	7,30	1160	39,75	0,12	5,23	1285	41,70	0,07	7,00	1410	41,23	-0,27	7,30
912,5	42,72	0,35	7,31	1162,5	38,34	-0,03	5,45	1287,5	41,05	0,01	6,86	1412,5	42,72	0,35	7,31
915	45,46	-0,04	6,21	1165	38,82	-0,05	5,49	1290	42,28	-0,09	6,87	1415	45,46	-0,04	6,21
917,5	41,50	-0,16	7,04	1167,5	36,78	0,07	4,69	1292,5	40,91	0,09	5,97	1417,5	41,50	-0,16	7,04
920	44,69	-0,32	6,54	1170	36,85	0,12	4,80	1295	38,71	-0,04	5,25	1420	44,69	-0,32	6,54
922,5	43,41	-0,16	6,90	1172,5	38,20	-0,14	5,73	1297,5	44,32	-0,12	6,18	1422,5	43,41	-0,16	6,90
925	41,94	-0,13	6,72	1175	37,59	-0,04	4,67	1300	44,52	-0,06	6,41	1425	41,94	-0,13	6,72
927,5	41,44	-0,17	6,69	1177,5	38,03	-0,11	5,66	1302,5	47,14	-0,33	6,87	1427,5	41,44	-0,17	6,69
930	42,76	-0,06	6,66	1180	38,90	-0,06	5,96	1305	44,93	-0,27	7,20	1430	42,76	-0,06	6,66
932,5	43,53	-0,32	7,39	1182,5	42,21	-0,02	6,53	1307,5	45,95	-0,53	7,45	1432,5	43,53	-0,32	7,39
935	40,83	-0,11	6,12	1185	41,87	-0,26	7,45	1310	50,59	-0,40	6,41	1435	40,83	-0,11	6,12
937,5	43,10	-0,05	6,78	1187,5	43,50	-0,22	6,93	1312,5	46,07	-0,46	6,68	1437,5	43,10	-0,05	6,78
940	43,72	0,44	6,47	1190	42,40	-0,17	7,38	1315	43,91	-0,57	8,08	1440	43,72	0,44	6,47

Profil ODP Leg. 117 - 723A		Grauwertdaten (CIE Farbsystem)		Seite 3 von 4			
Teufe (cm)	Helligkeit (L*)	a*	b*	Teufe (cm)	Helligkeit (L*)	a*	b*
1500	42,00	0,12	3,32	1750	41,00	-0,32	4,68
1502,5	43,00	0,20	4,52	1752,5	39,87	-0,05	4,78
1505	43,00	0,12	3,70	1755	41,49	-0,05	5,35
1507,5	43,12	0,28	3,72	1757,5	43,29	0,08	4,36
1510	38,69	-0,16	6,00	1760	40,65	-0,05	5,42
1512,5	37,73	0,47	4,03	1762,5	39,54	-0,08	5,18
1515	41,10	0,14	4,58	1765	41,95	-0,37	7,01
1517,5	38,39	-0,01	4,14	1767,5	40,92	-0,07	6,93
1520	43,07	0,09	4,10	1770	39,78	-0,20	6,86
1522,5	44,84	0,31	4,89	1772,5	38,30	0,21	5,55
1525	42,61	0,06	5,62	1775	42,10	-0,27	6,32
1527,5	42,41	-0,06	5,86	1777,5	39,52	-0,21	6,91
1530	44,25	0,41	5,20	1780	41,82	-0,35	6,93
1532,5	42,97	0,00	5,84	1782,5	42,64	-0,05	5,76
1535	40,49	0,36	6,74	1785	38,92	-0,33	6,24
1537,5	38,77	-0,08	6,08	1787,5	40,76	0,09	4,95
1540	39,19	-0,11	6,88	1790	41,12	-0,38	5,70
1542,5	37,82	0,59	5,32	1792,5	43,78	-0,06	4,66
1545	40,10	0,12	5,65	1795	41,92	-0,12	5,42
1547,5	43,35	0,06	6,25	1797,5	39,33	0,05	5,70
1550	37,97	0,06	6,52	1800	41,44	-0,04	6,37
1552,5	38,98	-0,04	5,79	1802,5	41,08	-0,16	6,17
1555	40,20	0,15	6,23	1805	37,92	-0,28	6,49
1557,5	39,42	-0,11	6,27	1807,5	40,64	0,07	5,65
1560	43,00	-0,11	6,79	1810	40,67	-0,30	6,73
1562,5	43,35	0,03	5,00	1812,5	41,87	-0,07	5,65
1565	40,67	0,13	4,81	1815	40,82	-0,04	6,24
1567,5	39,87	0,19	5,44	1817,5	39,04	-0,03	5,89
1570	40,10	0,33	5,04	1820	39,00	-0,11	6,42
1572,5	40,38	0,21	5,85	1822,5	41,55	-0,19	5,63
1575	40,11	0,11	6,33	1825	40,30	0,11	5,45
1577,5	40,25	-0,02	6,08	1827,5	39,35	-0,10	6,08
1580	44,58	0,00	5,32	1830	40,65	-0,02	5,47
1582,5	39,91	-0,05	6,14	1832,5	39,01	-0,15	6,14
1585	38,31	0,19	6,49	1835	39,34	0,00	5,59
1587,5	38,38	0,03	5,30	1837,5	39,78	-0,02	5,96
1590	39,70	0,47	6,24	1840	40,22	0,12	5,50
1592,5	39,47	0,12	5,81	1842,5	40,25	0,03	5,20
1595	40,29	0,18	5,72	1845	42,94	0,09	5,08
1597,5	39,79	0,14	5,57	1847,5	39,13	0,09	6,00
1600	44,85	0,21	4,56	1850	40,34	0,74	6,16
1602,5	35,44	-0,06	6,37	1852,5	40,57	1,43	6,53
1605	41,09	0,33	5,41	1855	40,23	1,04	6,31
1607,5	42,15	0,01	5,00	1857,5	41,21	-0,08	6,54
1610	41,86	0,01	5,46	1860	39,81	0,23	5,81
1612,5	39,22	0,06	5,49	1862,5	40,48	-0,05	6,35
1615	39,62	0,40	5,20	1865	39,30	0,11	5,83
1617,5	37,94	-0,07	5,83	1867,5	42,11	0,12	5,58
1620	37,63	0,13	5,63	1870	39,96	0,17	5,53
1622,5	41,39	0,00	4,77	1872,5	40,25	-0,14	5,85
1625	40,54	0,19	4,85	1875	41,00	0,06	4,05
1627,5	38,15	-0,07	5,35	1877,5	40,13	-0,15	5,48
1630	39,71	0,23	4,84	1880	41,49	-0,05	5,35
1632,5	42,65	0,18	4,14	1882,5	43,29	0,08	4,36
1635	40,44	0,18	4,56	1885	40,65	-0,05	5,42
1637,5	42,64	0,08	4,46	1887,5	39,54	-0,08	5,18
1640	40,30	0,27	5,01	1890	41,95	-0,37	7,01
1642,5	35,58	-0,33	5,40	1892,5	40,92	-0,07	6,93
1645	37,34	-0,28	5,20	1895	41,55	-0,20	6,86
1647,5	37,28	-0,02	5,53	1897,5	46,80	-0,38	5,66
1650	37,94	0,17	4,79	1900	42,10	-0,27	6,32
1652,5	41,75	-0,16	4,86	1902,5	39,52	-0,21	6,91
1655	40,31	0,00	4,23	1905	41,82	-0,35	6,93
1657,5	39,68	-0,09	5,23	1907,5	42,64	-0,05	5,76
1660	39,99	-0,13	4,47	1910	38,92	-0,33	6,24
1662,5	42,44	0,38	3,94	1912,5	40,76	0,09	4,95
1665	40,43	-0,15	5,29	1915	41,12	-0,38	5,70
1667,5	41,90	-0,09	4,70	1917,5	43,78	-0,06	4,66
1670	40,25	0,40	5,12	1920	41,92	-0,12	5,42
1672,5	41,56	-0,03	5,21	1922,5	39,33	0,05	5,70
1675	40,24	0,08	5,90	1925	38,75	0,04	6,19
1677,5	38,03	-0,10	6,33	1927,5	39,40	0,00	5,64
1680	44,51	-0,17	5,10	1930	38,57	-0,07	5,33
1682,5	45,53	-0,94	6,76	1932,5	39,62	0,11	5,60
1685	44,84	-0,78	7,32	1935	38,62	0,09	4,45
1687,5	44,39	-0,55	7,57	1937,5	40,15	-0,03	5,32
1690	41,65	-0,50	6,27	1940	37,10	0,12	4,83
1692,5	42,23	-0,04	6,32	1942,5	38,01	0,03	5,40
1695	40,33	-0,18	6,65	1945	38,69	0,03	5,73
1697,5	41,95	0,09	5,21	1947,5	38,80	0,04	5,00
1700	42,67	0,23	5,83	1950	38,98	-0,11	5,39
1702,5	46,05	-0,03	5,04	1952,5	39,72	0,18	5,44
1705	38,46	-0,14	6,97	1955	39,30	-0,05	5,17
1707,5	45,94	-0,2	5,74	1957,5	37,77	0,08	5,17
1710	41,23	-0,16	6,24	1960	39,61	0,05	4,83
1712,5	39,98	0	6,27	1962,5	41,59	0,13	4,19
1715	40,53	-0,09	6,45	1965	39,35	0,09	4,55
1717,5	42,3	-0,13	7,28	1967,5	37,25	0,18	4,58
1720	38,11	-0,21	6,58	1970	38,44	-0,01	4,76
1722,5	39,03	-0,09	5,57	1972,5	37,78	0,06	4,59
1725	43,06	0,41	5,02	1975	37,90	0,15	4,50
1727,5	40,27	0,07	6,72	1977,5	40,13	-0,15	5,48
1730	42,67	-0,1	6,27	1980	43,06	0,34	3,80
1732,5	45,28	-0,08	5,69	1982,5	41,00	0,06	4,05
1735	43,72	0,09	6,92	1985	37,00	0,44	3,73
1737,5	41,35	0,03	6,72	1987,5	44,76	0,37	4,07
1740	44,2	-0,2	7,8	1990	41,90	-0,08	3,76
1742,5	41,6	0,4	6,93	1992,5	36,99	0,36	3,87
1745	40,18	-0,06	7,21	1995	41,12	0,18	3,77
1747,5	42,88	-0,13	7,21	1997,5	44,45	0,03	3,82

Profil ODP Leg 117 - 723A		Grauwerdaten (CIE Farbsystem)		Seite 4 von 4			
Teufe (cm)	Helligkeit (L*)	a*	b*	Teufe (cm)	Helligkeit (L*)	a*	b*
2250	45,10	0,39	6,61	2375	46,45	-0,11	6,58
2252,5	44,57	-0,11	6,60	2377,5	43,29	-0,31	7,86
2255	41,35	-0,11	6,89	2380	44,52	-0,19	8,12
2257,5	42,25	-0,22	7,45	2382,5	46,36	-0,51	6,97
2260	42,52	-0,10	7,80	2385	49,25	-0,28	6,13
2262,5	43,93	-0,36	8,50	2387,5	46,50	-0,36	5,48
2265	44,23	-0,14	7,09	2390	45,08	0,10	5,46
2267,5	49,45	-0,10	6,91	2392,5	39,57	-0,34	6,52
2270	49,26	-0,25	6,94	2395	37,88	-0,04	5,25
2272,5	44,53	-0,38	8,00	2397,5	36,64	0,21	4,50
2275	46,27	-0,36	8,81	2400	39,30	0,07	6,18
2277,5	43,86	-0,42	7,91	2402,5	40,40	-0,12	6,43
2280	45,05	-0,31	8,14	2405	38,86	0,05	6,09
2282,5	42,88	-0,26	8,17	2407,5	36,79	0,91	4,49
2285	43,05	-0,25	7,53	2410	41,20	0,03	5,97
2287,5	47,70	-0,23	7,67	2412,5	39,94	0,09	5,89
2290	47,66	-0,15	7,56	2415	41,08	0,26	5,88
2292,5	45,19	-0,37	8,32	2417,5	42,35	0,13	5,57
2295	48,20	-0,24	7,05	2420	41,41	0,09	6,50
2297,5	48,27	-0,26	6,40	2422,5	48,14	-0,25	6,38
2300	48,14	-0,49	7,28	2425	42,13	0,00	5,64
2302,5	51,52	-0,06	6,88	2427,5	41,04	0,04	8,03
2305	47,58	-0,52	8,39	2430	42,10	0,07	5,87
2307,5	46,80	-0,65	8,54	2432,5	39,23	0,28	4,96
2310	47,98	-0,45	6,94	2435	37,28	0,26	4,51
2312,5	42,87	-0,36	8,18	2437,5	42,92	-0,22	5,32
2315	45,69	-0,38	7,47	2440	42,56	-0,40	6,18
2317,5	48,11	-0,19	6,91	2442,5	39,61	-0,04	6,90
2320	43,90	-0,25	7,72	2445	45,92	-0,14	6,04
2322,5	46,57	-0,26	7,21	2447,5	45,76	-0,11	4,08
2325	45,89	-0,15	7,04	2450	46,00	-0,19	4,99
2327,5	48,46	-0,36	6,72				
2330	46,60	-0,24	6,90				
2332,5	44,25	-0,07	7,40				
2335	47,30	-0,21	7,00				
2337,5	47,19	-0,10	6,68				
2340	46,09	-0,10	6,33				
2342,5	43,84	-0,05	6,72				
2345	42,42	-0,11	6,48				
2347,5	48,04	-0,20	6,82				
2350	47,54	-0,22	7,19				
2352,5	45,53	-0,26	7,75				
2355	43,41	-0,24	7,86				
2357,5	46,46	-0,11	6,44				
2360	43,76	-0,18	7,52				
2362,5	46,48	-0,07	6,32				
2365	46,01	-0,03	6,28				
2367,5	40,17	-0,19	7,25				
2370	39,33	-0,14	7,91				
2372,5	44,21	-0,14	7,49				

Tabellen / Zähllisten
- Diversitäts- und Sedimentparameter

Profil SONNE 90 - 94KL Diversitäts- und Sedimentparameter					
Teufe (cm)	Shannon-Index	Äquitabilität	Artenzahl*	Trockenraum-dichte	TOC-Gehalt
0	1,857	0,893	8		0,71
11	1,772	0,613	18	0,81	0,51
21	1,686	0,583	18	0,79	0,44
31	1,964	0,725	15	0,88	0,38
41	1,878	0,607	22	0,93	0,32
51	2,143	0,693	22	0,96	0,32
61	1,498	0,529	17	0,87	0,4
71	1,518	0,507	20	0,95	0,37
81	1,683	0,594	17	1,09	0,31
91	1,851	0,653	17	1,25	0,31
101	1,816	0,641	17	1,22	0,37
111	1,917	0,640	20	1,14	0,42
121	1,724	0,597	18	1,02	0,6
141	1,585	0,548	18	1,00	0,69
161	1,656	0,585	17	1,06	0,71
181	1,758	0,608	18	1,09	0,42
201	1,861	0,621	20	0,89	0,79
221	1,894	0,643	19	1,17	0,38
241	1,626	0,543	20	1,07	0,47
261	2,006	0,670	20	1,08	0,38
281	0,523	0,204	13	1,08	0,5
301	1,791	0,598	20	1,05	0,42
321	1,577	0,546	18	1,10	0,53
361	2,077	0,682	21	1,12	0,51
381	1,640	0,568	18	1,01	0,61
401	1,732	0,588	19	1,11	0,39
421	1,805	0,613	19	1,01	0,44
451	1,897	0,656	18	1,23	0,26
481	1,770	0,612	18	1,14	0,39
511	1,830	0,622	19	1,14	0,7
531	1,600	0,565	17	1,12	0,54
551	1,368	0,483	17	1,01	0,51
571	2,349	0,772	21	1,21	0,31
591	1,813	0,640	17	1,15	0,59
611	2,109	0,730	18	1,15	0,49
631	2,023	0,675	20	1,11	0,36
651	2,258	0,754	20	1,14	0,32
671	1,461	0,516	17	1,17	0,59
691	1,531	0,565	15	1,18	0,5
701	1,693	0,611	16	1,02	0,54
711	2,027	0,689	19	0,92	0,45
750	1,600	0,565	17	1,17	0,4
Kurzstatistik					
	Shannon-Index	Äquitabilität	Artenzahl*	Trockenraum-dichte	TOC-Gehalt
MIN	0,523	0,204	8	0,79	0,26
MAX	2,349	0,772	22	1,25	0,79
MITTELWERT	1,733	0,596	18	1,06	0,46
* bezogen auf die qualitative Datenerhebung (s. Kap. 3.3)					

Profil SONNE 90 - 111KL Diversitäts- und Sedimentparameter					
Teufe (cm)	Shannon-Index	Äquitabilität	Artenzahl*	Trockenraum-dichte	TOC-Gehalt
0	1,402	0,460	21		
15	0,785	0,290	15		2,40
35	0,767	0,299	13		3,19
55	0,582	0,265	9	0,36	3,33
75	1,746	0,583	20	0,74	1,38
95	2,039	0,650	23	0,85	1,18
115	2,267	0,688	27	1,01	1,03
135	2,377	0,721	27	0,95	0,98
155	2,663	0,762	33	0,88	0,97
175	2,041	0,670	21	0,90	1,00
195	2,072	0,609	30	0,77	1,36
215	1,690	0,564	20	0,59	1,41
235	1,647	0,512	25	0,75	0,60
255	1,696	0,557	21	0,81	0,52
275	1,855	0,630	19	0,86	0,76
295	1,682	0,553	21	0,95	0,95
315	1,475	0,443	28	0,91	1,22
355	0,845	0,298	17	0,85	2,12
395	1,278	0,408	23	0,93	1,85
435	0,956	0,337	17	0,91	2,36
475	0,646	0,239	15	0,79	2,15
515	1,151	0,415	16	0,96	1,34
555	1,760	0,554	24	0,87	2,39
595	1,122	0,363	22	0,77	2,67
635	1,150	0,367	23	0,85	1,81
675	1,454	0,485	20	0,77	1,11
715	1,774	0,517	31	0,91	1,14
755	1,370	0,426	25	0,95	1,72
795	1,581	0,504	23	0,98	1,48
835	1,605	0,487	27	1,00	1,75
875	1,533	0,482	24	0,97	1,56
915	1,845	0,554	28	0,86	2,22
955	1,712	0,499	31	0,77	2,61
995	2,284	0,659	32	1,03	0,98
1035	1,347	0,409	27	1,09	1,83
1075	1,506	0,452	28	1,01	2,01
1115	1,340	0,455	19	0,95	2,33
1155	1,081	0,381	17	0,93	3,20
1195	1,438	0,432	28	1,20	1,42
1235	2,085	0,613	30	1,24	1,65
1275	1,184	0,395	20	0,94	3,27
1315	1,685	0,496	30	1,22	1,30
1355	1,075	0,353	21	0,95	2,57
1395	1,653	0,543	21	1,18	0,79
1435	1,074	0,365	19	1,34	1,40
Kurzstatistik					
	Shannon-Index	Äquitabilität	Artenzahl*	Trockenraum-dichte	TOC-Gehalt
MIN	0,582	0,239	9	0,36	0,52
MAX	2,663	0,762	33	1,34	3,33
MITTELWERT	1,516	0,483	23	0,91	1,67
* bezogen auf die qualitative Datenerhebung (s. Kap. 3.3)					

Profil ODP Leg 117 - 722B Diversitäts- und Sedimentparameter					
Teufe (cm)	Shannon-Index	Äquitabilität	Artenzahl*	Trockenraum-dichte	TOC-Gehalt
0	1,877	0,626	20	0,76	
1	2,074	0,732	17	0,76	1,07
8	1,891	0,642	19	0,81	
12	2,053	0,697	19	0,81	
20	2,170	0,822	14	0,81	0,75
28	2,241	0,725	22	0,85	
36	2,162	0,690	23	0,85	
40	1,951	0,614	24	0,89	0,78
50	1,741	0,572	21	0,93	
60	1,664	0,576	18	0,93	0,75
80	1,816	0,564	25	0,98	0,91
120	1,681	0,606	16	0,90	0,88
140	1,477	0,478	22	0,91	1,11
151	1,809	0,543	28	0,95	
169	1,735	0,546	24	0,91	0,91
189	1,791	0,588	21	0,88	1,03
209	1,667	0,588	17	0,88	1,12
229	1,416	0,511	16	0,92	1,11
249	1,420	0,524	15	0,86	1,05
269	1,771	0,565	23	0,84	1,12
301	2,063	0,667	22	1,02	0,79
340	1,878	0,583	25	0,88	0,75
380	2,125	0,669	24	0,93	0,57
390	2,130	0,654	26	0,97	
400	1,591	0,550	18	0,91	0,53
410	1,905	0,626	21	0,85	
420	2,091	0,677	22	0,93	0,72
430	2,145	0,675	24	1,01	
440	2,385	0,716	28	0,98	0,76
451	2,079	0,673	22	0,96	
460	1,899	0,606	23	0,92	0,66
470	2,059	0,640	25	0,90	
480	2,341	0,718	26	0,90	0,40
484	2,223	0,691	25	0,90	
488	2,164	0,664	26	0,94	
492	2,667	0,819	26	0,99	
496	2,446	0,751	26	0,99	
500	2,480	0,729	30	0,99	0,64
504	2,430	0,729	28	0,98	
508	1,923	0,632	21	0,98	
512	2,188	0,626	33	0,97	
516	1,972	0,598	27	0,97	
520	1,850	0,550	29	0,97	1,14
527	1,593	0,562	17	0,89	
570	1,749	0,584	20	1,03	0,67
590	1,732	0,552	23	0,99	0,63
610	1,590	0,522	21	1,06	0,75
Kurzstatistik					
	Shannon-Index	Äquitabilität	Artenzahl*	Trockenraum-dichte	TOC-Gehalt
MIN	1,416	0,478	14	0,76	0,40
MAX	2,667	0,822	33	1,06	1,14
MITTELWERT	1,947	0,626	23	0,92	0,80
* bezogen auf die qualitative Datenerhebung (s. Kap. 3.3)					

Profil ODP Leg 117 - 723A Diversitäts- und Sedimentparameter					
Teufe (cm)	Shannon-Index	Äquitabilität	Artenzahl*	Trockenraum-dichte	TOC-Gehalt
3	1,216	0,461	14		5,80
39	1,027	0,389	14	0,76	
79	1,076	0,372	18	0,76	
119	1,675	0,580	18	0,81	4,80
159	1,285	0,475	15	0,81	
179	1,573	0,567	16	0,81	
199	1,345	0,525	13	0,85	2,51
229	1,399	0,494	17	0,85	
249	1,355	0,460	19	0,40	
279	1,528	0,494	22	0,40	
301	1,444	0,482	20	0,40	
319	1,824	0,590	22	0,40	
339	2,054	0,638	25	0,40	
369	0,883	0,335	14	0,90	
379	1,181	0,394	20	0,90	
399	2,078	0,682	21	0,90	3,50
444	1,859	0,577	25	0,90	
474	1,260	0,445	17	0,90	1,49
549	1,627	0,512	24	0,90	1,80
699	1,223	0,464	14	1,10	
805	1,445	0,491	19	1,10	1,56
879	1,042	0,419	12	1,10	
1029	1,093	0,414	14	0,80	2,73
1104	1,096	0,415	14	0,80	3,56
1179	0,884	0,345	13	0,80	5,05
1254	0,944	0,333	17	0,80	2,25
1329	2,128	0,723	19	0,80	
1404	1,246	0,403	22	0,80	1,68
1559	1,152	0,406	17	0,80	2,27
1700	1,077	0,434	12	1,00	4,77
1779	1,287	0,475	15	1,00	3,59
1879	1,385	0,512	15	1,00	
1979	1,395	0,492	17	0,90	3,38
2129	0,955	0,362	14	0,90	3,95
2229	1,155	0,408	17	0,90	
2289	1,885	0,610	22	1,10	2,18
2351	1,700	0,558	21	1,10	0,71
2379	1,580	0,504	23	1,10	
2409	1,487	0,488	21	1,10	1,23
2449	1,360	0,480	17	1,10	
2469	1,363	0,472	18	1,10	1,66
Kurzstatistik					
	Shannon-Index	Äquitabilität	Artenzahl*	Trockenraum-dichte	TOC-Gehalt
MIN	0,883	0,333	12	0,40	0,71
MAX	2,128	0,723	25	1,10	5,05
MITTELWERT	1,380	0,479	18	0,85	2,64
* bezogen auf die qualitative Datenerhebung (s. Kap. 3.3)					



CURRICULUM VITAE

Thomas Jurkschat wurde am 21.02.1968 in Hannover geboren. Nach Abschluss des Abiturs (Allgemeine Hochschulreife) im Juni 1988 an der Ricarda-Huch-Schule in Hannover leistete er seinen Grundwehrdienst beim Flugabwehrregiment 2 in Langenhagen-Evershorst ab, bevor er zum Wintersemester 1990 das Studium der Geologie / Paläontologie am Geologisch-Paläontologischen Institut der Universität Hannover aufnahm.

In seiner Diplomarbeit, die von Prof. R. Fischer (Uni Hannover) und Prof. D. Michalzik (jetzt Uni Bochum) betreut wurde, führte er neben der geologischen Kartierung der nördlichen Umgebung der Stadt Lorca (Provinz Murcia, Spanien) eine paläoökologische und biostratigraphische Untersuchung an Diatomeen aus dem obersten Miozän des Lorca-Beckens durch. Die Diplomhauptprüfung wurde im März 1996 nach 11 Semestern abgelegt.

Im Anschluss daran begann er im September 1996 mit seiner Promotion bei Prof. R. Fischer an der Universität Hannover über die Veränderungen der organischen Dinoflagellatengemeinschaften des nördlichen Arabischen Meeres während des Spätquartär. In der Zeit vom März 1997 bis April 1999 sowie vom Januar bis Dezember 2000 war Thomas Jurkschat wissenschaftlicher Mitarbeiter (DFG Projekt Fe 240/3-1) an der Bundesanstalt für Geowissenschaften und Rohstoffe in Hannover. Während dieser Zeit ließ er sich vom November bis September 1999 von seiner Tätigkeit an der BGR beurlauben und nahm er an der Forschungsfahrt Sonne 136 (Fahrtleiter: Prof. Dr. J. Thiede, AWI Bremerhaven) mit dem Untersuchungsschwerpunkt der Veränderungen der quartären Wassermassen in der südlichen Tasman-See und im südlichen Indischen Ozean (SW Pazifischer Sektor) teil.

Seit Mai 2000 ist Thomas Jurkschat als Geologe beim Ing.-Büro Schmidt und Partner, Bielefeld, tätig.