

Copyright ©

Es gilt deutsches Urheberrecht.

Das Werk bzw. der Inhalt darf zum eigenen Gebrauch kostenfrei heruntergeladen, konsumiert, gespeichert oder ausgedruckt, aber nicht im Internet bereitgestellt oder an Außenstehende weitergegeben werden ohne die schriftliche Einwilligung des Urheberrechtsinhabers. Es ist nicht gestattet, Kopien oder gedruckte Fassungen der freien Onlineversion zu veräußern.

German copyright law applies.

Copyright and Moral Rights for this thesis are retained by the author and/or other copyright owners. The work or content may be downloaded, consumed, stored or printed for your own use but it may not be distributed via the internet or passed on to external parties without the formal permission of the copyright holders. It is prohibited to take money for copies or printed versions of the free online version.

Z 945

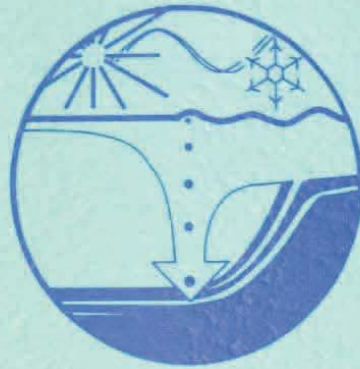
66b

BERICHTE

aus dem

SONDERFORSCHUNGSBEREICH 313

"SEDIMENTATION IM EUROPÄISCHEN NORDMEER"



Nr. 9

Zur Sedimentationsgeschichte von biogenem Opal im
nördlichen Nordatlantik und dem Europäischen Nordmeer
(DSDP/ODP-Bohrungen 408, 642, 643, 644, 646 und 647).

von

G. BOHRMANN

Z 945

7666

Ber. Sonderforschungsbereich 313, Univ. Kiel

Nr. 9

S. 1-221

21.6.1988



Nr.9

**Zur Sedimentationsgeschichte von biogenem Opal im
nördlichen Nordatlantik und dem Europäischen
Nordmeer (DSDP/ODP-Bohrungen 408, 642, 643, 644, 646 und 647).**

G. BOHRMANN *



*) Geologisch- Paläontologisches Institut und Museum der Universität, Olshausenstr. 40, D-2300 Kiel 1, Federal Republic of Germany.

Aktuelle Anschrift: Alfred-Wegener-Institut für Polar- und Meeresforschung, Postfach 120161 - Columbusstraße, D-2850 Bremerhaven, Federal Republic of Germany.

SUMMARY:

Biogenic opal in sediments from 6 DSDP/ODP sites in the Norwegian-Greenland Sea and northern North Atlantic was investigated. Abundance, diagenesis, and quantitative distribution patterns of the opal were analyzed in order to make inferences concerning the paleoceanography.

Opal-CT precipitation was found at Site 647 in the Labrador Sea and at Site 643 on the Vöring Plateau. Several mineral types, e.g., clinoptilolite, pyrite and glauconite are related to the diagenesis of biogenic opal. In Eocene sediments of the Labrador Sea Fe-rich smectites were formed by low-temperature combination of Fe-oxyhydroxides and biogenic silica during early diagenesis. The authigenic smectites therefore, document biogenic silica accumulation around the lower/middle Eocene boundary. In sediment sections where biogenic silica was still preserved as amorphous opal-A, the opal content was measured and biogenic silica accumulation rates (AR_{OPAL}) were calculated. Based on AR_{OPAL} and microscopic observations supported by supplementary depositional indicators (e.g., TOC values, carbonate content) the following paleoceanographic conclusions can be drawn:

High AR_{OPAL} of 1400 g/cm²/my between 35.5-34.5 Ma (early Oligocene) document high surface water fertility in the Labrador Sea which corresponds to the enhanced abyssal circulation in the North Atlantic. The NGS had a fertility maximum during the early and early middle Miocene when the accumulation rate of biogenic opal was 1000-2000 g/cm²/my. The siliceous sediments on the Vöring Plateau were formed under strongly reduced deep water exchange to the North Atlantic (NA) and reduced surface water inflow from the NA. The pattern of deposition changed drastically in the NGS around 14-13 Ma owing to the establishment of the Iceland-Scotland overflow which allowed the transport of deep water from the NGS to the NA. The onset of overflow is marked by hiatuses which were encountered at the Vöring Plateau Sites of the NGS, and at Site 408, south of the Greenland Scotland Ridge in the northern NA. Drift sedimentation started in the NA with the initiation of overflow water. At the same time Atlantic surface water started to flow into the NGS which resulted in an increase in carbonate deposition. Periods of higher AR_{OPAL} alternate with periods of higher $AR_{CARBONATE}$. In general, siliceous deposits in the NGS (around 9 Ma and between 5.4-4.8 Ma) represent times of decreased deep water and surface water exchange, whereas carbonate intervals (13.6-8.5, 5.8-5.4, 4.8-2.5 Ma) are documented by increased water mass exchange. Drift sedimentation on the Eirik Ridge started between 7.5-7.0 Ma with the onset of the Denmark Strait overflow and lead to changes in bottom-water characteristics in the Labrador Sea. Opal sedimentation there commenced with the onset of a cold surface current (East Greenland current) around 4 Ma. Biogenic opal at Site 646 was produced by seasonal ice-edge blooms. Cyclic variations in AR_{OPAL} were caused by movements of the oceanic polar front due to climatic changes. Since 2.5 Ma biogenic opal accumulation in the NGS depends strongly on Norwegian coastal current.

INHALTSVERZEICHNIS:

	ZUSAMMENFASSUNG	1
1	EINFÜHRUNG	2
1.1	AUFGABENSTELLUNG.....	3
1.2	PALÄO-OZEANOGRAPHISCHE FRAGESTELLUNGEN.....	3
1.3	BOHRLOKATIONEN UND REGIONALE GEOLOGIE.....	4
1.3.1	DSDP-Bohrung 408.....	8
1.3.2	ODP-Bohrungen 642-644 auf dem Vöring Plateau.....	8
1.3.3	ODP-Bohrung 646.....	11
1.3.4	ODP-Bohrung 647.....	11
1.4	HYDROGRAPHIE DES UNTERSUCHUNGSGEBIETES.....	13
1.4.1	Zirkulation der Oberflächenwassermassen.....	13
1.4.2	Wassermassen und Zirkulation in der Tiefe.....	16
2	METHODEN	19
2.1.	QUANTIFIZIERUNG VON BIOGENOPAL IN TIEFSEESSEDIMENTEN.....	19
2.1.1	Abschätz- und Auszählmethoden.....	20
2.1.2	Röntgenographische Methoden.....	20
2.1.2.1	Semiquantitative Abschätzung des Opalreflektionsbandes.....	20
2.1.2.2	Opalbestimmung über Cristobalit-Peak nach thermischer Behandlung.....	21
2.1.3	Opalbestimmung mittels Extraktionsmethoden.....	23
2.1.4	Infrarotbestimmung.....	23
2.1.5	Normative Kalkulationen.....	24
2.1.6	Opalbestimmung durch Dichtentrennung.....	25
2.1.6.1	Analysengang der Opalbestimmung.....	25
2.1.6.2	Dichteeinstellung der Schwereflüssigkeit.....	26
2.1.6.3	Fehlerbetrachtung.....	27
2.2	ERGÄNZENDE UNTERSUCHUNGEN.....	29
2.2.1	Mikroskopische Analysen.....	29
2.2.2	Röntgendiffraktometrie.....	29
2.2.3	Karbonat- und TOC-Bestimmungen.....	29
2.3	BILANZIERUNG DES SEDIMENTEINTRAGES.....	30
2.3.1	Aufstellung von Alters/Tiefen-Kurven und Ermittlung der linearen Sedimentationsraten.....	30
2.3.2	Berechnung von Akkumulationsraten.....	30
3	STRATIGRAPHIE UND SEDIMENTATIONS RATEN	32
3.1	BOHRUNG 408.....	32
3.2	LEG 104 BOHRUNGEN.....	32
3.2.1	Bohrung 642.....	34
3.2.2	Bohrung 643.....	34
3.2.3	Bohrung 644.....	37
3.3	LEG 105 BOHRUNGEN.....	42
3.3.1	Bohrung 646.....	42

3.3.2	Bohrung 647	42
4	DER BIOGENOPAL DER UNTERSUCHTEN SEDIMENTE.	43
4.1	DIE KOMPONENTEN DER OPALFRAKTION	43
4.1.1	Diatomeen	43
4.1.2	Silicoflagellaten	44
4.1.3	Ebriacccn.	44
4.1.4	Actiniscidien	46
4.1.5	Chrysophycecn-Zysten	46
4.1.6	Radiolarien.	46
4.1.7	Poriferen-Spicula	46
4.1.8	Phytolithe.	47
4.2	VORKOMMEN VON BIOGENOPAL, ZUSAMMENSETZUNG UND OPALGEHALTE DER UNTERSUCHTEN SEDIMENTE.	47
4.2.1	Bohrung 647	47
4.2.2	Bohrung 642 und 643	50
4.2.3	Bohrung 408	59
4.2.4	Bohrung 646	62
4.2.5	Bohrung 644	65
4.2.6	Vergleich der Opalgehalte mit den Opalpartikeln > 63 µm	66
5	AKKUMULATIONS RATEN	69
5.1	EUROPÄISCHES NORDMEER (VÖRING PLATEAU)	69
5.1.1	Äußeres Vöring Plateau	69
5.1.2	Inneres Vöring Plateau	72
5.2	IRMINGER SEE	72
5.3	LABRADOR SEE	72
5.3.1	Eirik Rücken	72
5.3.2	Südliche Labrador See	75
6	DIAGENETISCHE VERÄNDERUNGEN AM BIOGENEN OPAL	77
6.1	OPALLÖSUNG	77
6.1.1	Allgemeine Merkmale.	78
6.1.2	Opallösung und skelletale Ultrastruktur	78
6.1.3	Opallösungsmuster der verschiedenen Organismengruppen	79
6.1.3.1	Diatomeen	79
6.1.3.2	Schwammnadeln.	80
6.1.3.3	Silicoflagellaten	80
6.1.4	Bereiche intensiver Opalkorrosion in den Bohrungen	80
6.1.4.1	Bohrung 647	83
6.1.4.2	Bohrung 642	83
6.1.4.3	Bohrung 643	83
6.1.4.4	Bohrung 646	84
6.2	AUTHIGENE BILDUNG VON SI-REICHEN MINERALIEN	84
6.2.1	Opal-CT-Bildung	84
6.2.1.1	Bohrung 643	84

6.2.1.2	Bohrung 647	91
6.2.1.3	Bohrung 646	92
6.2.2	Smektit-Bildung in Bohrung 647.....	93
6.2.2.1	Untersuchungsergebnisse.....	94
6.2.2.2	Interpretation der Smektitbildung.....	99
6.2.3	Klinoptilolith-Bildung.....	100
6.3	STRUKTURERHALTUNG VON OPAL-SKELETTEN DURCH AUTHIGENE BILDUNGEN UND ANERDE HINWEISE AUF OPALDIAGENESE	102
6.3.1	Pyrit.....	102
6.3.2	Glaukonit.....	105
6.3.3	Baryt-Kristallisation.....	106
6.3.4	Karbonat-Pseudomorphosen nach Radiolarien	106
7	BIOLOGISCHER UND GEOCHEMISCHER KREISLAUF VON OPAL IM MARINEN BEREICH	107
7.1	OPALPRODUKTION UND SEDIMENTATION IM MARIN- PELAGISCHEN SYSTEM	107
7.1.1	Produktion von Biogenopal in der euphotischen Zone.....	107
7.1.2	Opalpartikel in der Wassersäule und Transport zum Boden	108
7.1.2.1	Sedimentation von Kotballen.....	110
7.1.2.2	Sedimentation durch Aggregatbildung	110
7.2	FRÜHDIAGENESE VON BIOGENEM OPAL	111
7.2.1	Frühdiagenetische Opallösung	111
7.2.1.1	Mikropaläontologische Hinweise.....	111
7.2.1.2	Opallösung und Porenwasserkonzentration.....	112
7.2.1.3	Beziehung zwischen Opallösung und Opalghalten.....	113
7.2.2	Frühdiagenetische Smektitbildung	114
7.2.3	Physikochemische Veränderung von Opal durch Alterung	115
7.3	SPÄTDIAGENETISCHE VERÄNDERUNGEN VON BIOGENOPAL IM SEDIMENT	116
7.3.1	Umkristallisation von Opal-A zu Opal-CT.....	117
7.3.2	Quarz-Transformation und Chert-Bildung	118
7.3.3	Klinoptilolith-Bildung.....	118
8	VERGLEICH VON OPALFLUX UND OPALAKKUMULATION.....	120
9	DISKUSSION UND SCHLUßFOLGERUNGEN ZUR PALÄO-OZEANOGRAPHIE.....	123
9.1	OPALSEDIMENTATION IN DER LABRADOR SEE IM EOZÄN	123
9.1.1	Zeitliche Reichweite.....	123
9.1.2	Eozäne Opalsedimentation im Nord-Atlantik und global.....	124
9.1.3	Silicium-Quelle	124
9.1.4	Paläo-ozeanographische Einflüsse	125
9.2	OPALSEDIMENTATION IN DER OLIGOZÄNEN LABRADOR SEE	127
9.2.1	Zeitliche Reichweite und Opalproduktivität	127

9.2.2	Zur Tiefenwasserzirkulation im Unter-Oligozän	127
9.3	DIE LABRADOR SEE IM MIOZÄN	128
9.4	SEDIMENTATION UND OPALAKKUMULATION IN DER IRMINGER SEE	129
9.5	ZUR PALÄO-OZEANOGRAPHISCHEN ENTWICKLUNG IM BEREICH DES EIRIK-SEDIMENT RÜCKENS	132
9.5.1	Beginn der Driftsedimentation und Dänemark Straßen -"Overflow"	132
9.5.2	Opalsedimentation und Geschichte des Ostgrönlandstromes	132
9.6	ZUR PALÄO-OZEANOGRAPHISCHEN ENTWICKLUNG IM EUROPÄISCHEN NORDMEER SEIT DEM MIOZÄN	135
9.6.1	Opal-reiche Sedimentation im Unter- und Mittel-Miozän	136
9.6.2	Wechselnde Sedimentationsverhältnisse als Ausdruck paläo-ozeanographischer Veränderungen (Beginn eines Tiefenwasser-"Overflows").	138
9.6.3	Opalsedimentation im Europäischen Nordmeer unter glazialen/ interglazialen Bedingungen	140
10	DANK	142
11	LITERATUR	143
	ANHANG	153
A.1	BENUTZTE ABKÜRZUNGEN	153
A.2	ABBILDUNGSVERZEICHNIS	154
A.3	GRUNDDATEN UND AKKUMULATIONS RATEN	158
A.3.1	Bohrung 408	158
A.3.2	Bohrung 642	162
A.3.3	Bohrung 643	169
A.3.4	Bohrung 644	175
A.3.5	Bohrung 646	185
A.4	GROBFRAKTIONS DATEN	191
A.4.1	Bohrung 408	191
A.4.2	Bohrung 642	193
A.4.3	Bohrung 643	198
A.4.4	Bohrung 644	205
A.4.5	Bohrung 646	219
A.4.6	Bohrung 647	221

Anmerkung: Um eine rasche Publikation in internationalen Zeitschriften zu ermöglichen, wurden die Abbildungen in englischer Sprache beschriftet.

Zusammenfassung:

Das Vorkommen, die Diagenese und die quantitativen Verteilungsmuster von biogenem Opal wurden in 6 Bohrungen aus dem nördlichen Nordatlantik und dem Europäischen Nordmeer untersucht, um paläo-ozeanographische Rückschlüsse in diesen Meeresgebieten zu ermöglichen.

Neben der allgemein weit verbreiteten Opal-CT-Bildung, welche in der Labrador See in Site 647 und am Vöring Plateau in Site 643 nachgewiesen werden konnte, sind sehr verschiedene Mineralisationen wie Klinoptilolith-, Pyrit- und Glaukonit-Bildungen mit der Diagenese von biogenem Opal eng verbunden. Frühdiagentisch gebildete Smektite, welche aus subrezentem Oberflächensedimenten im äquatorialen Pazifik aus der Reaktion von Fe^{3+} mit biogenem Opal gebildet werden, konnten in der eozänen Labrador See fossil belegt werden und dokumentieren die weltweite Opalsedimentation im Grenzbereich Unter-/Mittel-Eozän auch in der Labrador See. In den Sedimentabschnitten, wo der Biogenopal noch als amorpher Opal-A erhalten war, wurden die Opalgehalte gemessen und mit errechneten Akkumulationsraten des Gesamtsedimentes in Opalakkumulationsraten (AR_{OPAL}) umgerechnet. Die AR_{OPAL} bilden zusammen mit den mikroskopischen Untersuchungen der Opalkomponenten und anderen Sedimentparametern (Karbonat- und TOC-Gehalten) die Grundlage für die paläo-ozeanographische Interpretationen:

Hohe AR_{OPAL} von $1400 \text{ g/cm}^2/\text{my}$ belegen zwischen 34.5-35.5 Ma im Unter-Oligozän eine hohe Fertilität im Oberflächenwasser der Labrador See, welche mit einer allgemein im Nordatlantik verstärkten Tiefenwasserzirkulation einhergeht. Das Europäische Nordmeer wird im Unter- bis unteren Mittel-Miozän durch Opal-reiche Sedimente mit AR_{OPAL} von $1000-2000 \text{ g/cm}^2/\text{my}$ gekennzeichnet, welche bei einem stark eingeschränkten Tiefenwasseraustausch zum Nordatlantik und einem stark reduzierten Oberflächeneinstrom vom Nordatlantik zur Ablagerung kamen. Die Sedimentation ändert sich mit der Etablierung des Island-Schottland "Overflows", welcher ab etwa 13-14 Ma für einen Austausch von Tiefenwasser des Europäischen Nordmeeres zum Nordatlantik sorgte. Der Beginn des "Overflows" ist durch Schichtlücken gekennzeichnet, die sowohl in den Bohrungen auf dem Vöring Plateau, als auch südlich des Grönland-Schottland Rückens, im Nordatlantik an Site 408 dokumentiert sind. Mit der Etablierung des Tiefenwasser-"Overflows" beginnt die Driftsedimentation im Nordatlantik, und im Europäischen Nordmeer kommt es unter dem Einfluß von einströmendem Atlantischen Oberflächenwassers zur Ablagerung von Karbonaten. Diese wechseln mit kieseligen Sedimenten, geringer AR_{OPAL} . Während die kieseligen Intervalle im Europäischen Nordmeer (um 9 Ma und 5.4-4.8 Ma) generell Zeiten geringer Tiefen- und Oberflächenzirkulation repräsentieren, dokumentieren die karbonatischen Intervalle (13.6-8.5, 5.8-5.4, 4.8-2.5 Ma) Zeiten einer verstärkten Zirkulation und verstärkten Austausches zum Nordatlantik. Die Driftsedimentation des Eirik Rückens setzt zwischen 7.5-7 Ma mit dem Beginn des Tiefenwasser-"Overflows" über die Dänemark Straße ein und führt zu einer deutlichen Veränderung in der Tiefenwasserzusammensetzung der Labrador See. Opalsedimentation beginnt dort erst mit der Etablierung des kalten Ostgrönland Stromes bei 4 Ma und ist auf Planktonblüten am Packeisrand zurückzuführen. Die schwankenden AR_{OPAL} werden durch Vor- und Rückzug der Polarfront im Gefolge von Klimaschwankungen erzeugt. Opalakkumulation im Europäischen Nordmeer ist unter glazialen Regime seit etwa 2.5 Ma stark herabgesetzt und im wesentlichen auf den Einflußbereich des Norwegischen Küstenstromes beschränkt.

1 EINFÜHRUNG

Biogene Opalskelette gehören neben biogenen Kalkschalen und terrigenen Komponenten zu den Hauptbestandteilen von Tiefseesedimenten und spielen im SiO_2 -Haushalt des Weltozeans eine zentrale Rolle (CALVERT 1974, WOLLAST 1974, WOLLAST & MACKENZIE 1983, LISITZIN 1985). Im Laufe der Erdgeschichte kam es wiederholt zur Anreicherung von biogenem Opal in marinen Sedimenten, wobei aus älteren Abschnitten in den meisten Fällen nur noch die diagenetischen Umwandlungsprodukte vorliegen.

Die heutige Verteilung von rezentem bis subrezentem, opalinem Skelettmaterial in Sedimenten der Tiefsee, ob von Radiolarien oder Diatomeen dominiert, wird vor allem von der biologischen Produktivität im Pelagial und der ozeanischen Zirkulation bestimmt. Globale Bilanzierungen des marinen SiO_2 -Haushaltes (HEATH 1974, DEMASTER 1981, WOLLAST & MACKENZIE 1983, LEDFORD-HOFFMANN et al. 1986) und regionale Studien der Opalsedimentation in Sedimentkernen (SCHRADER 1972, MIKKELSEN 1978, POKRAS 1986) sowie Sedimentfallenexperimente (COBLER & DYMOND 1980, HONJO 1982, GERSONDE & WEFER 1987) zeigen allerdings, daß der Hauptanteil der Opalpartikel sowohl in der Wassersäule, als auch in den obersten Zentimetern der Sedimente aufgelöst wird. So schätzte CALVERT (1968), daß nur etwa 1 % der Opalpartikel im Sediment überliefert werden, während LISITZIN (1972) von einer Überlieferungsrate von 1-10 % ausgeht. Solche globalen Abschätzungen sind schwierig und mit vielen Ungenauigkeiten behaftet, und haben in der neueren Literatur zu sehr viel vorsichtigeren Abschätzungen des aufgelösten Skelettopalanteile geführt (DEMASTER 1981, WOLLAST & MACKENZIE 1983, SPENCER 1983). Dennoch muß davon ausgegangen werden, daß der weitaus größte Teil des im Meerwasser gebildeten biogenen Opals nach dem Absterben der Organismen aufgelöst wird.

Die Bildung eines Opal-reichen Sedimentes ist nur möglich, wenn die Opalproduktionsrate im Pelagial die Opallösung im Meerwasser und Sediment übertrifft. In Bereichen hoher Opalproduktion wird dem Sediment ein hoher Anteil biogenen Opals zugeführt. Die teilweise Auflösung von biogenem Opal im untersättigten Porenwasserbereich führt zu einer Erhöhung der SiO_2 -Porenwasserkonzentration, wodurch die Erhaltungschance der verbleibenden Opalpartikel wesentlich erhöht wird (BROECKER & PENG 1982). Obwohl Faktoren wie Sedimentations- und Bioturbationsrate, sowie die Ablagerung anderer amorpher, metastabiler Silikatpartikel, wie vulkanisches Glas, die Opallösung im obersten Teil der Sedimente beeinflussen, kann generell festgestellt werden, daß um so mehr Opalpartikel im Sediment erhalten bleiben, je mehr zur Ablagerung gelangen. Die Opallösung verstärkt dagegen meist nur den Kontrast der primären Opalgehalte (BROECKER & PENG 1982, POKRAS 1986). So läßt sich eine deutliche Beziehung in den meisten globalen Opal-Verteilungskarten der Oberflächensedimente, von Bereichen hoher Opalgehalte zu den Gebieten hoher, rezenter Opalproduktion in den polaren, äquatorialen und küstennahen Auftriebs-Zonen herstellen (LISITZIN 1972, 1985, HEATH 1974, BROECKER & PENG 1982, LEINEN et al. 1986). Das Vorkommen und die Verteilung von biogenem Opal in marinen Sedimenten konnte daher in zahlreichen Arbeiten mit sehr gutem Erfolg dazu benutzt werden, Aussagen über die ehemalige biologische Produktivität im Ozean oder die Lage von Oberflächenströmungen zu machen, welche die Produktivität kontrollieren (MOLINA-CRUZ & PRICE 1976, LEINEN 1979, BREWSTER 1980, DEMASTER 1981, KITCHELL & CLARK 1982, EHRMANN & THIEDE 1985, MISKELL et al. 1985).

Rezent wird im Bereich des Nordatlantiks und des Europäischen Nordmeeres generell sehr wenig Opal im Sediment akkumuliert (BERGER 1974). Dagegen sind Opal-reiche Intervalle zu verschiedenen Zeiten des Känozoikums in diesen Seegebieten gut bekannt (EHRMANN & THIEDE 1985). Die verfügbaren Tiefseekerne des DSDP/ODP-Projektes in dieser Region stellen ein hervorragendes Untersuchungsmaterial dar, um die Opalsedimentation an verschiedenen paläo-ozeanographisch wichtigen Schlüsselpositionen über lange Profilabschnitte zu untersuchen.

1.1 AUFGABENSTELLUNG

In dieser Arbeit wird versucht, den Anteil des biogenen Opals in den zur Verfügung stehenden Sedimentprofilen sowohl quantitativ (Opalgehalte) als auch qualitativ (Erhaltungsgüte und Diageneseprodukte) zu erfassen und seine paläo-ozeanographische Bedeutung im nördlichen Nordatlantik und der Norwegisch-Grönländischen See zu diskutieren. Hierzu mußte zunächst eine geeignete Opalmeßmethode gefunden werden, da die bekannten Verfahren (Leaching-Methoden und Röntgendiffraktometrie), neben anderen Schwierigkeiten, den z.T. erheblichen Anteil an vulkanischem Glas nicht von der biogenen Opalfraktion differenzieren können. Neben den gemessenen Opalgehalten sollen die Verteilungsmuster der in Grobfractionsproben ausgezählten Opalpartikel, sowie licht- und rasterelektronenmikroskopische Untersuchungen Aussagen zum sedimentären Milieu und frühdiagenetischen Erhaltungspotential ermöglichen. Die letzteren Untersuchungen sind mit röntgendiffraktometrischen Messungen gekoppelt, die insbesondere für die Erfassung diagenetischer Veränderungen des Opals von Bedeutung sind. Aufgrund seiner amorphen Struktur bildet biogener Opal ein hohes Potential für die SiO_2 -Diagenese (RIECH & VON RAD 1979). Die Bildung von stabileren Silikatphasen, wie z.B. Opal-CT, die als authigene Silikatminerale die Sedimentpartikel zementieren, führt dazu, daß die Opalgehalte nicht mehr gemessen werden können. So ist für die Interpretation der Verteilung von biogenem Opal im Sediment die Kenntnis der Opaldiagenese eine Grundvoraussetzung.

Mit Hilfe der bisher vorhandenen stratigraphischen Daten sollen lineare Sedimentationsraten errechnet werden, welche unter Berücksichtigung der Trockenraum-Dichte in Akkumulationsraten umzurechnen sind. Aus den gemessenen Opalgehalten werden Opalakkumulationsraten errechnet, die in den nicht oder nur leicht diagenetisch beeinflussten Sedimentabschnitten als ein Maß für die Paläoproduktivität im Oberflächenwasser benutzt werden. Die Opalakkumulationsraten sollen mit den Akkumulationsraten anderer Komponenten wie Karbonat und TOC (Total Organic Carbon) zu paläo-ozeanographischen Interpretationen herangezogen werden.

1.2 PALÄO-OZEANOGRAPHISCHE FRAGESTELLUNGEN

Seit die JOIDES Resolution 1985 innerhalb des ODP-Projektes mit neuen Bohraktivitäten vorwiegend paläo-ozeanographischen Fragestellungen im Nordatlantik nachgehen konnte, stehen zum ersten Mal lange, relativ ungestörte, mit dem neuen "Advanced Piston Corer System" gekernete Sedimentprofile in der Norwegischen See und in der Labrador See zur Verfügung. Aus beiden Seegebieten lagen bisher nur bruchstückhafte Bohrprofile vor, die in der Anfangsphase des DSDP-Projektes mit der Glomar Challenger gewonnen wurden (Labrador See = Leg 12; Europäisches Nordmeer = Leg 38). Ungestörte, lange

Sedimentkerne sind für moderne paläo-ozeanographische Forschung allerdings zu einer Grundvoraussetzung geworden. Daher werden von unterschiedlichen Arbeitsgruppen zahlreiche Untersuchungen an den neu gewonnenen Sedimentkernen durchgeführt, wobei grundlegende neue Kenntnisse in Bezug auf die Paläo-ozeanographie dieses Raumes und damit über die gesamte nördliche Hemisphäre zu erwarten sind.

So sind im Europäischen Nordmeer Interpretationen von Miozän bis rezent möglich, wohingegen in der Labrador See auch Eozän und Oligozän dokumentiert sind. Die Untersuchungen sollen im Einzelnen Antworten zu folgenden Fragenkomplexen geben:

Welche Opalakkumulationsereignisse sind von globaler und welche von regionaler Bedeutung? Ist das eozäne Opalsedimentationsmaximum auch in der Labrador See zu finden, wie dieses bei einem globalen Signal zu fordern wäre? Welche ozeanographischen Faktoren spielten hierbei eine Rolle? Gab es noch weitere Opal-reiche Sedimentationsereignisse im Alttertiär? Welche Prozesse spielten bei der Opalsedimentation eine Rolle und wo war die SiO_2 -Quelle? Gab es SiO_2 -reiches Tiefenwasser, womöglich aus dem Arktischen Ozean, welches über die Baffin Bay in die Labrador See gelangte?

Wie wirkte sich der Einfluß des Grönland-Schottland-Rückens (GSR) aus, der die Labrador See (LS) von der Norwegisch-Grönländischen See (NGS) trennt? Wie wurden Oberflächen- und Tiefenwasser-Zirkulation davon beeinflusst? Zu welcher Zeit wurde der "overflow" etabliert, d.h. lassen sich Aussagen über die Absenkung des Rückens machen und wie waren die Auswirkungen auf die Opalsedimentation? War die NGS vor der Absenkung in der ozeanischen Zirkulation isoliert? Ist dieses in den Opal-reichen Sedimenten des Miozän dort dokumentiert? Sind auf der anderen Seite in der LS Veränderungen in den Sedimenten mit der Etablierung des "overflows" zu verzeichnen? Ist im Miozän eine erhöhte Opalakkumulation auch südlich des GSR dokumentiert? Wie vollzog sich der Wechsel zur heutigen ozeanischen Zirkulation? Sind langzeitliche Änderungen zu verzeichnen, die mit der globalen Klimaänderung zusammenhängen? Ist ein allmählicher Wandel dokumentiert oder dominierten kurzlebige Umschwünge?

Welchen Einfluß auf die Opalsedimentation hatten Abkühlungsphasen im Zuge der allgemeinen Klimaverschlechterung seit dem Pliozän? Lassen sich glazial-interglaziale Fertilitätsschwankungen feststellen, welche sich in der Opalsedimentation nachweisen lassen? Welche Rolle spielten die Fluktuationen der Polarfront?

1.3 BOHRLOKATIONEN UND REGIONALE GEOLOGIE

Bei der Auswahl der Sedimentproben standen das Vorkommen von Biogenopal, die Relevanz für paläo-ozeanographische Fragen und nicht zuletzt Absprachen innerhalb der Arbeitsgruppe im Vordergrund. Abb. 1 zeigt die geographischen Positionen der untersuchten DSDP/ODP-Bohrungen und Tab. 1 gibt zu jeder Bohrposition wichtige Daten, wie Koordinaten, Wassertiefe, Sedimenttiefe usw. an. Die DSDP-Bohrung 408 war während des Fahrtabschnittes 49 der Glomar Challenger niedergebracht worden. Die 5 weiteren Bohrungen wurden 1985 im Rahmen des "Ocean Drilling Programs" mit dem Bohrschiff JOIDES Resolution auf den Ausfahrten 104 und 105 niedergebracht.

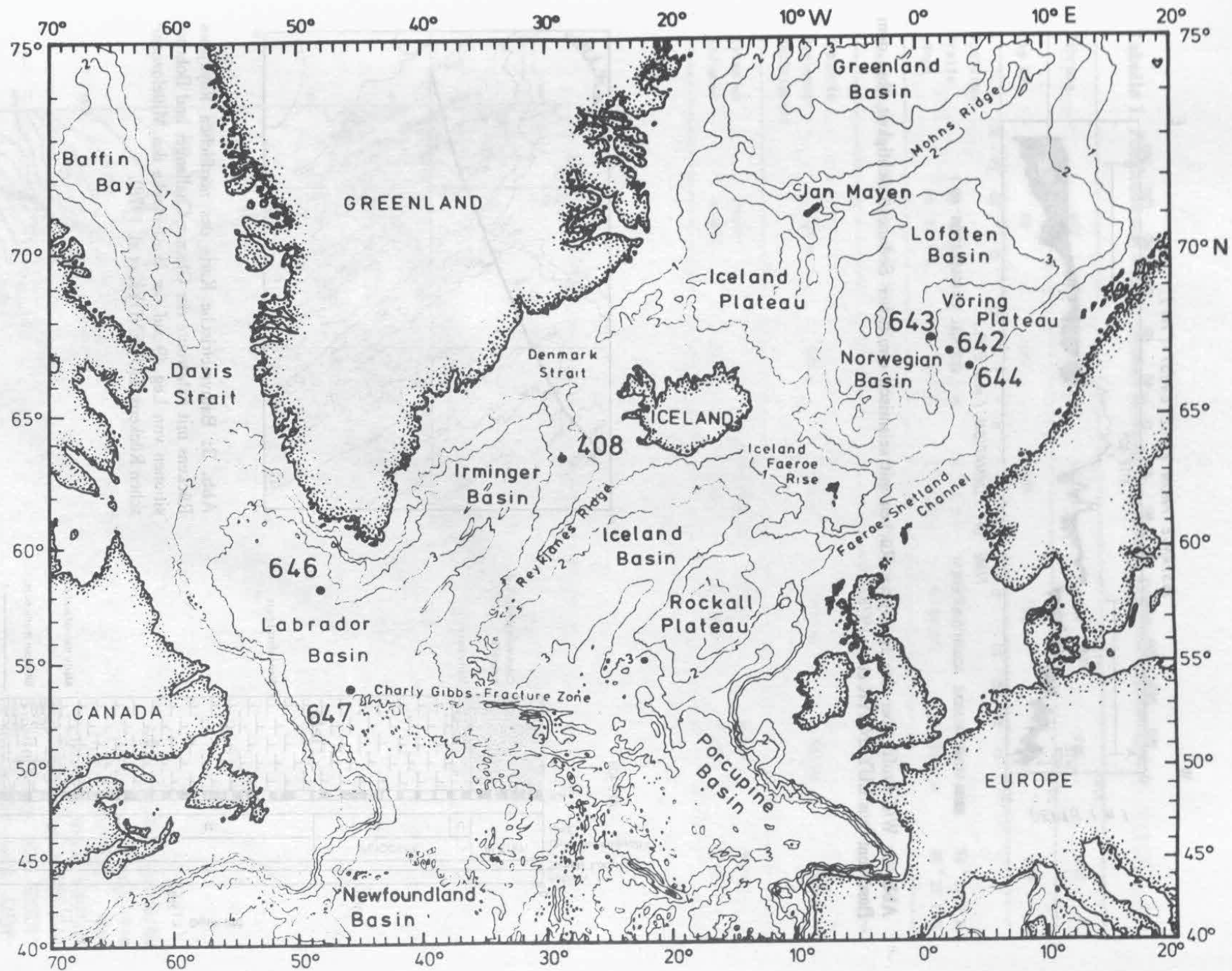


Abb. 1: Übersichtskarte des nördlichen Nordatlantiks und des Europäischen Nordmeeres mit Lage der untersuchten DSDP/ODP-Bohrungen (Tiefenlinien in km).

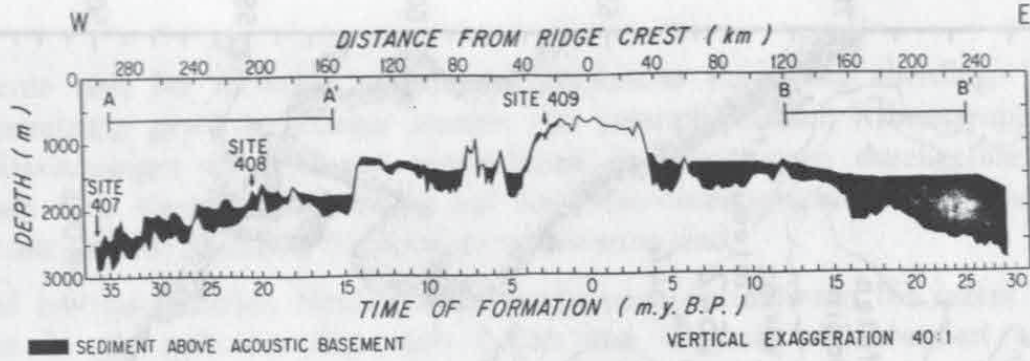


Abb. 2: W/E-Profil über den Reykjanes Rücken mit seismisch ermittelter Sedimentmächtigkeit über dem Basement (aus LUYENDYK et al. 1978).

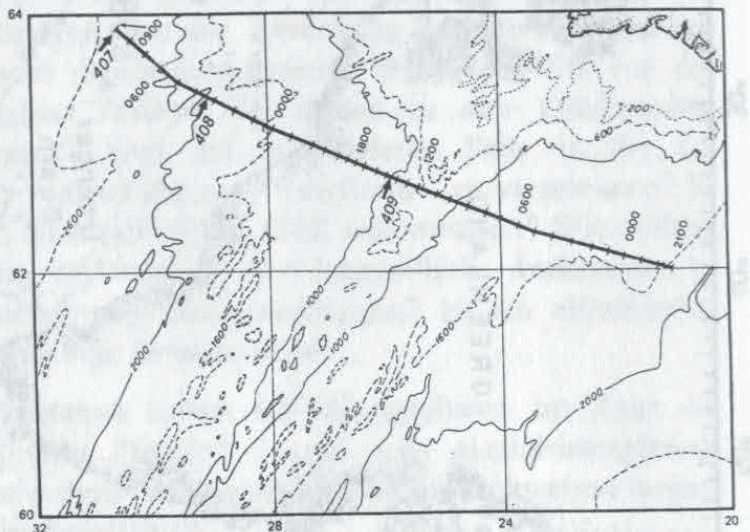
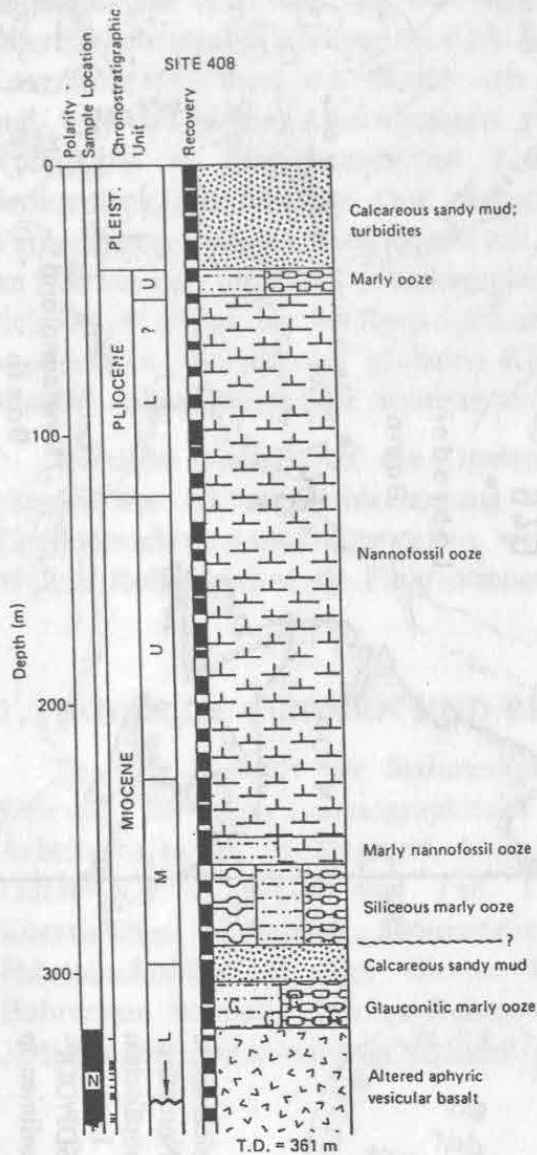


Abb. 3: Bathymetrische Karte des nördlichen Reykjanes Rückens mit Fahrtroute der Glomar Challenger und Bohrpositionen von Leg 49 auf der West-Flanke des Mittelozeanischen Rückens (LUYENDYK et al. 1978).

Abb. 4: Lithostratigraphische Gesamtdarstellung von DSDP-Bohrung 408 (aus LUYENDYK et al. 1978).

Tabelle 1: Positionen und weitere wichtige Daten der bearbeiteten DSDP/ODP-Bohrungen.

Bohrung	488	642B/D	643A	644	646	647
Leg Nr.	49	104	104	104	105	105
Position:						
Breite	63° 22.6' N	67° 13.5' N	67° 42.9' N	66° 48.7' N	58° 12.5' N	53° 19.8' N
Länge	28° 54.7' W	2° 55.7' E	1° 02.0' E	4° 34.6' E	48° 33.2' W	45° 15.7' W
Wassertiefe	1624 m	1286 m	2753 m	1227 m	3451 m	3862 m
Erbohrte Sedimentmächtigkeit	323 m	328 m	565 m	253 m	705 m	445 m
Ältestes Sediment	Unter-Miozän	Eozän	Unter-Mittel-Eozän	Ober-Pliozän	Ober-Miozän	Unter-Eozän

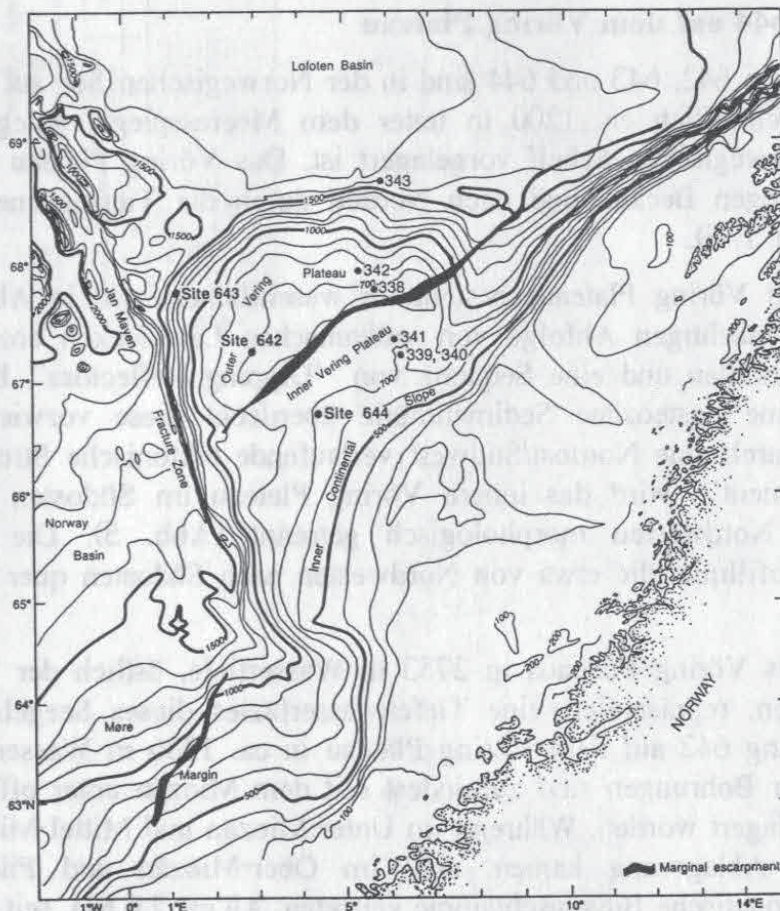


Abb. 5: Bathymetrische Karte des Norwegischen Kontinentalrand-Bereiches zwischen 62-70°N (Tiefenlinien in 100 Fm) und Lage der DSDP-(338-343) und ODP-(642-644) Bohrungen (aus ELDHOLM et al. 1987).

1.3.1 DSDP-BOHRUNG 408

Die Bohrung 408 liegt im Nordosten der Irminger See, auf der Westflanke des Reykjanes-Rücken ca. 300 km südwestlich Islands (Abb. 1, 2 und 3) in 1624 m Wassertiefe (Tab. 1).

Über dem ozeanischen Basement der magnetischen Anomalie 6 (19-20 Ma = Unteres Miozän) wurden 323 m Sedimente durchteuft (Abb. 4). Die Ablagerungen sind in drei lithologische Einheiten untergliedert (LUYENDYK et al. 1978). In der ältesten Einheit III (Unter- und Mittel-Miozän) sind neben Ton-reichen Coccolithen-Schlämmen, die z.T. höhere Gehalte an kieseligen Biogenen enthalten, auch sandige Lithologien entwickelt. Glaukonit-reiche Sedimente liegen an der Basis der Abfolge. Ebenso konnten in dieser Einheit gelegentlich Turbidite makroskopisch identifiziert werden. Die lithologische Einheit II (vorwiegend Ober-Miozän und Pliozän) ist durch relativ homogene Coccolithen-Schlämme mit schwankenden Karbonatgehalten zwischen 70-90 % charakterisiert. Darüber folgen im Ober-Pliozän tonige Fossilschlämme aus vorwiegend kalkigem Nannoplankton und im Quartär karbonatreiche, sandige Terrigenschlämme, welche variable Anteile von eistransportierten Komponenten enthalten. In der gesamten Sedimentabfolge sind vulkanische Aschenpartikel zu unterschiedlichen Anteilen zu finden.

1.3.2 ODP-Bohrungen 642-644 auf dem Vöring Plateau

Die drei ODP-Bohrpositionen 642, 643 und 644 sind in der Norwegischen See auf dem Vöring Plateau, einem durchschnittlich ca. 1200 m unter dem Meeresspiegel gelegenen Plateau, welches dem mittelnorwegischen Schelf vorgelagert ist. Das Vöring Plateau wird nach Westen durch das Norwegen Becken und nach Norden durch die Tiefseebene des Lofoten Beckens begrenzt (Abb. 1, 5).

Der tiefere Untergrund des Vöring Plateaus besteht im wesentlichen, wie in Abb. 6 dargestellt ist, aus einer sehr mächtigen Abfolge von vulkanischen Lavadecken eozänen Alters, welche seewärts hin einfallen und eine Sequenz von "Dipping Reflectors" bildet (ELDHOLM et al. 1987). Eine posteozeäne Sedimenthülle überdeckt diese vorwiegend vulkanischen Ablagerungen. Durch eine Nordost/Südwest verlaufende tektonische Struktur, dem "Vöring Plateau Escarpment", wird das innere Vöring Plateau im Südosten vom äußeren Vöring Plateau im Nordwesten morphologisch getrennt (Abb. 5). Die drei Bohrungen liegen auf einer Profillinie, die etwa von Nordwesten nach Südosten quer über das Plateau verläuft.

Bohrung 643, am Fuße des Vöring Plateaus in 2753 m Wassertiefe, östlich der "Jan Mayen Fracture Zone" gelegen, repräsentiert eine Tiefenwasserfazies dieses Seegebietes (Abb. 5). Dagegen liegt Bohrung 642 auf dem Vöring Plateau in ca. 1286 m Wassertiefe (Abb. 5). Die Sedimente beider Bohrungen sind zumindest seit dem Miozän unter offenen ozeanischen Bedingungen abgelagert worden. Während im Unter-Miozän und Mittel-Miozän biogene Kieselschlämme zur Ablagerung kamen, sind im Ober-Miozän und Pliozän abwechselnd kieselige und karbonatische Biogenschlämme vertreten. Ab ca. 2.6 Ma, seit dem Einsetzen eines eiszeitlichen Regimes, überwiegen terrigene, eistransportierte Komponenten mit untergeordnet karbonatischen Biogenschlämmen. Die prämiozänen Sedimente sind ebenfalls deutlich terrigen betont, mit höheren Anteilen an häufig alterierten vulkanischen Aschen. Im Gegensatz zu den Bohrungen 642 und 643, mit deutlich dominanten pelagischen



Abb. 7: Bathymetrische Karte des östlichen Teils der Labrador See mit Position von ODP-Site 646 auf der NW-Flanke des Eirik Rückens (aus SRIVASTAVA et al. 1987). Die Pfeile zeigen mögliche Transportwege für Turbidite auf.

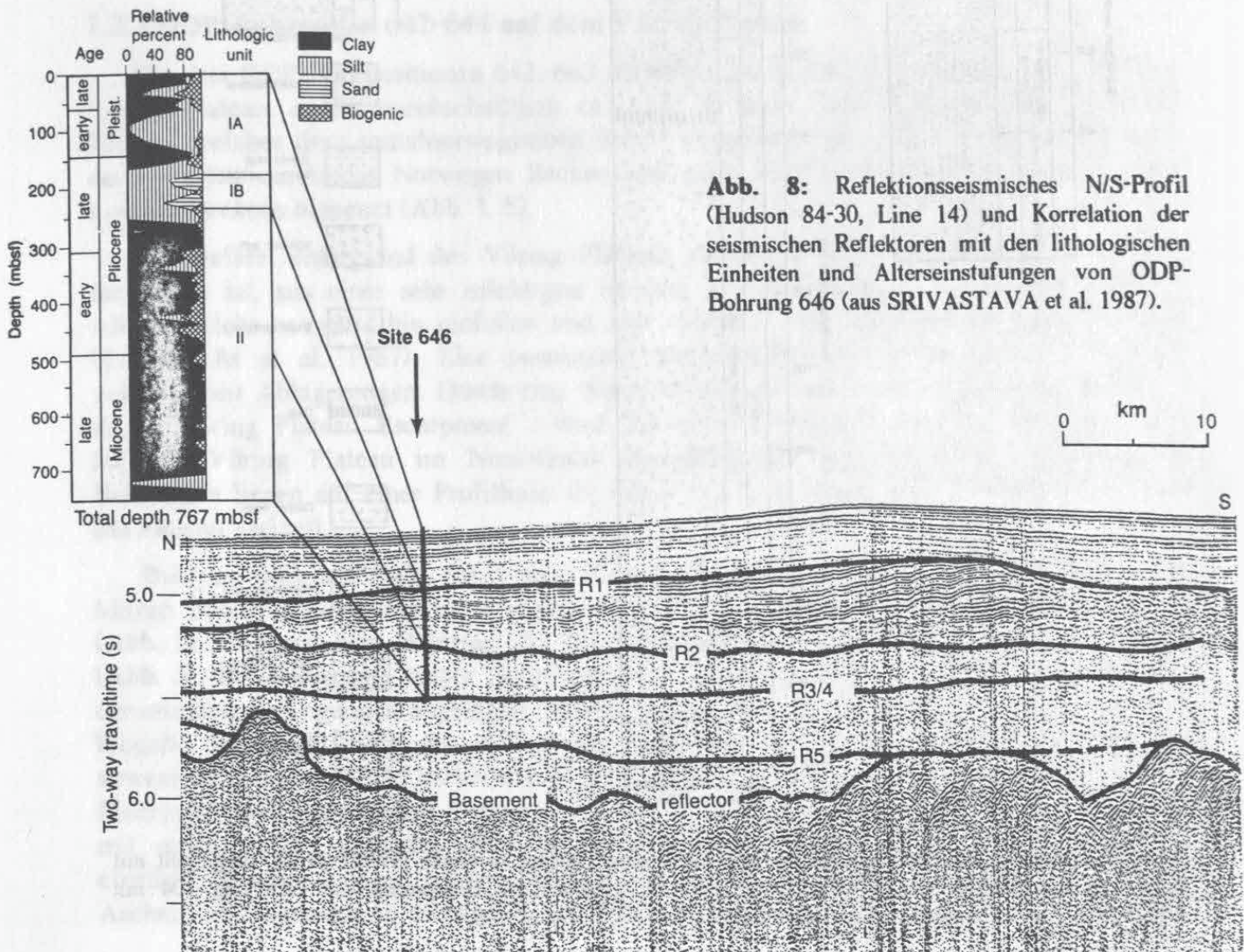


Abb. 8: Reflektionsseismisches N/S-Profil (Hudson 84-30, Line 14) und Korrelation der seismischen Reflektoren mit den lithologischen Einheiten und Alterseinstufungen von ODP-Bohrung 646 (aus SRIVASTAVA et al. 1987).

Sedimentanteilen, sind die Ablagerungen von Site 644 hemipelagische Sedimente. Bohrung 644, in 1227 m Wassertiefe (Abb. 6, Tab. 1), nimmt von allen 3 Vöring Plateau-Sites die südöstlichste Lage und damit die größte Nähe zum Norwegischen Schelf ein. Die Sedimentationsraten sind daher zwei- bis dreimal höher als in den beiden anderen Bohrungen.

1.3.3 ODP-Bohrung 646

Die ODP-Bohrung 646 wurde in der Labrador See auf der NW-Flanke des Eirik-Rückens in 3450 m Wassertiefe niedergebracht (Abb. 7, Tab. 1). Die erbohrten Ablagerungen sind vorwiegend hemipelagische Schlämme, die in 2 lithologische Einheiten getrennt wurden (Abb. 8). Einheit I besteht aus siltigen Tonen und Ton-haltigen Silten mit schwankenden Karbonatgehalten zwischen 0 bis max. 40 %, welche zu wechselnden Anteilen von kalkigen Nannoplanktonfossilien und Foraminiferen abzuleiten sind. Kiesgroße Dropstones sind mit unterschiedlichen Anteilen bis zur Basis dieser Einheit zurück zu verfolgen und markieren den Haupteinsatz von eistransportiertem Material bei ca. 2.5 Ma (SRIVASTAVA et al. 1987). Relativ gut sortierte Feinsande mit einer deutlich unregelmäßigen Lamination wurden als Konturite interpretiert. Eine weitere Besonderheit sind sehr fein laminierte, distale Turbidite aus karbonatischem Detritus, die als "Spill-over-Turbidite" vom "North Atlantic Mid-Ocean Channel" (NAMOC) mit einem Ursprungsgebiet aus der Hudson Bay abgeleitet werden (SRIVASTAVA et al. 1987). Die lithologische Einheit II (Abb. 8) besteht aus verfestigten, siltigen Tonsteinen und tonigen Siltsteinen, die im höheren Teil karbonatisch sind. Ein regionaler seismischer Reflektor R2 wird mit dem Einsetzen von Karbonat-reicherem Sedimentmaterial korreliert (Abb. 8).

1.3.4 ODP-Bohrung 647

ODP-Bohrung 647 wurde in der südlichen Labrador See, südlich des Gloria-Drift-Gebietes (Abb. 9, Tab. 1) in 3862 m Wassertiefe bis zum basaltischen Basement der Anomalie 24 (ca. 56 Ma = oberstes Paläozän) in 705 m Sedimenttiefe niedergebracht.

Der Hauptanteil der Sedimentabfolge besteht aus einer sehr mächtigen Eozän-Oligozän-Sequenz mit Tonsteinen an der Basis (Einheit IV) und darüber folgenden biogenen, pelagischen Sedimenttypen (Einheit III). Die lithologische Einheit III wird durch eine Opal-reiche Schicht (Einheit IIIb) untergliedert, deren Grenzen mit den seismischen Reflektoren R4 an der Basis und R3 am Top korrelieren (Abb. 10). Im Hangenden und Liegenden der an Biogenopal-reichen Einheit sind vorwiegend Ton-reiche, kalkige Nannofossil-schlämme vertreten. Lithologische Einheit II bildet eine stark kondensierte und mit zahlreichen Hiaten versehene geringmächtige, miozäne Abfolge aus diagenetisch stark veränderten Tonen, die im unteren Teil Coccolithen-führend sind.

Die Einheit I, welche altersmäßig von Ober-Pliozän bis heute reicht, besteht aus stark wechselnden Sedimenttypen, die vorwiegend aus terrigenen Schlämmen unterschiedlicher Korngrößen mit stark schwankenden Karbonatgehalten bis max. 40 % bestehen. Die kalkigen Biogene, Foraminiferen und Coccolithen schwanken zyklisch mit den Glazial/Interglazial-Fluktuationen (SRIVASTAVA et al. 1987).

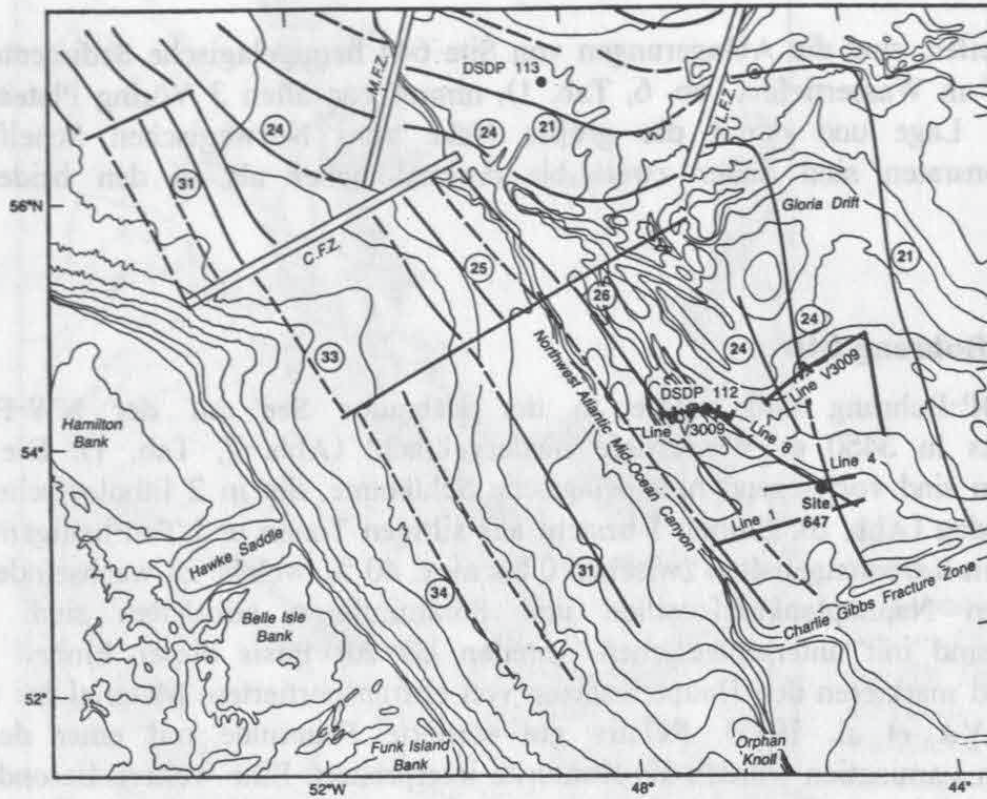


Abb. 9: Karte der magnetischen Anomalien und Bathymetrie der südlichen Labrador See und Lage von ODP-Bohrung 647 einschließlich der seismischen Profile (aus SRIVASTAVA et al. 1987).

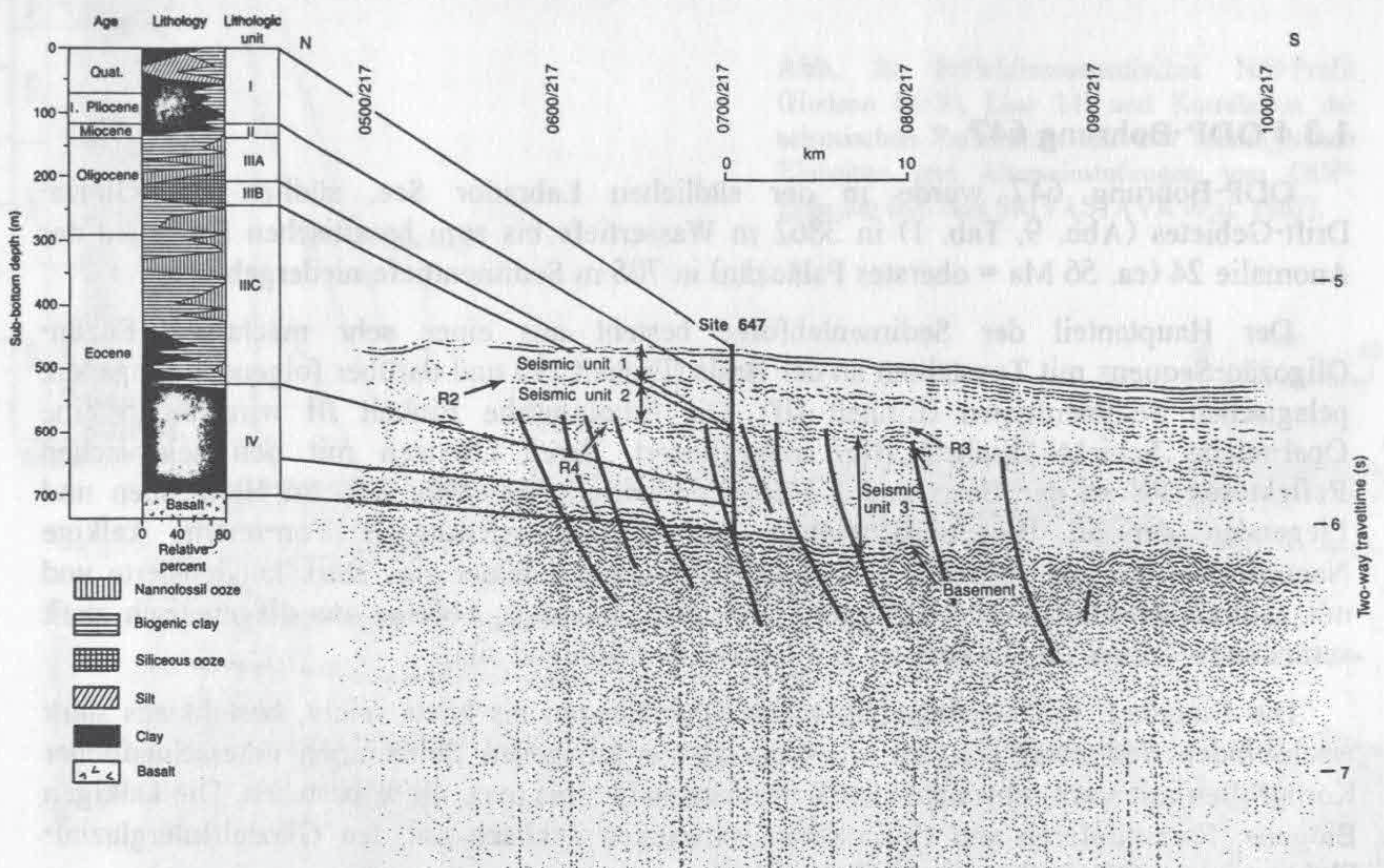


Abb. 10: Reflektionsseismisches Profil (Hudson 84-30, Line 4/ siehe Abb. 9) und Korrelation der seismischen Reflektoren mit den lithologischen Veränderungen in ODP-Bohrung 647 (aus SRIVASTAVA et al. 1987).

1.4 HYDROGRAPHIE DES UNTERSUCHUNGSGEBIETES

Die Meeresgebiete im Untersuchungsbereich zwischen ca. 53-67° nördlicher Breite sind durch komplexe hydrographische Verhältnisse geprägt, welche durch die besonders komplizierten klimatologischen und bodenphysiographischen Gegebenheiten dieses Raumes zu erklären sind.

Kalte, eisbedeckte Regime auf dem Kontinent (Grönland) sowie die auf dem Wasser schwimmenden Eismassen (Arktischer Ozean und im Bereich des Ost- und West-Grönland Stromes) treffen im Süden und Osten auf warme Regime (Golf Strom-Ausläufer) und bilden zahlreiche ozeanographische Fronten (z.B. Polarfront, Arktische Front) mit klar umrissenen Grenzen im Temperatur/Salinitäts-Feld.

Morphologisch ist dieser Meeresraum zwischen der Nordamerikanischen und Europäischen Kontinentalplatte im wesentlichen durch den aseismischen Rücken zwischen Grönland und Schottland, mit Island im Zentrum, durch Mittelozeanische Rücken (z.B. Reykjanes Rücken), transforme Bruchzonen (z.B. Jan Mayen-Fracture Zone) und kontinentale Plateaus (z.B. Rockall Plateau) gegliedert. Besonders die Meeresgebiete der Labrador See und nördlich des Grönland-Schottland-Rückens (GSR) haben neben der Antarktis im Gesamtsystem des Weltozeans eine wichtige Rolle als Bildungsorte für Tiefenwasser. Anteile der dort gebildeten Tiefenwassermassen bilden nach weiteren Vermischungsprozessen (SWIFT 1984) das Nordatlantische Tiefenwasser (NADW), dessen Salinitätsmaximum im Bodenwasser vieler Regionen nachzuweisen ist, nach REID und LINN (1971) bishin zu Bodenwasser des Nord-Pazifik und des Indischen Ozeans. In dem globalen Zirkulationsschema von GORDON (1986) bildet die Zirkulation des NADW eine der beiden thermohalinen Zirkulationszellen im Weltozean, welche der globalen Zirkulationszelle des AABW gegenübersteht.

Die Bohrpositionen umfassen ein zu großes Meeresgebiet, als daß komplizierte kleinräumige ozeanographische Aspekte hier vorgestellt werden könnten. Das Verständnis der rezenten ozeanographischen Zusammenhänge ist allerdings Voraussetzung für die paläo-ozeanographische Interpretation der analytischen Befunde, so daß im folgenden nur kurz und stark vereinfacht auf das großräumige hydrographische Geschehen eingegangen wird. Dabei sollen die wichtigsten Aspekte der oberflächlichen Zirkulation und die bis heute bekannten ozeanographischen Wechselwirkungen der Tiefenwassermassen vorgestellt werden.

1.4.1 Zirkulation im Oberflächenwasser

Nach einem generellem Zirkulations-Schema von Oberflächenwasser im Weltozean, beschreibt TCHERNIA (1980) für den Nordatlantik und das Europäische Nordmeer zwei große Wirbelsysteme. Dabei wird der antizyklonale Wirbel des Nordatlantik im Bereich zwischen 40-50° nördlicher Breite durch ein generell zyklonales Wirbelsystem nördlich davon abgelöst. Topographische Barrieren führen allerdings im Einzelfall zu Abweichungen von diesem vereinfachten Zirkulationsschema. Einen Überblick der wichtigsten Stromsysteme im Oberflächenwasser wird in Abb. 11 gegeben.

Ein Ausläufer des Golf Stromes (GS), der Nordatlantik Strom (NAC), transportiert warmes, höher salines Wasser nach Nordosten und gelangt über den Island-Schottland Rücken in das Europäische Normeer. Als Norwegen Strom (NC) wird diese atlantische

Abb. 11:

Schematisierte Oberflächenzirkulation im heutigen Nordatlantik und Europäischen Nordmeer.

- NCC = Norwegian Coastal Current
- NC = Norwegian Current
- JMC = Jan Mayen Current
- EIC = East Iceland Current
- EGC = East Greenland Current
- IC = Irminger Current
- WGC = West Greenland Current
- LC = Labrador Current
- NAC = North Atlantic Current
- GS = Gulf Stream
- CC = Canary Current

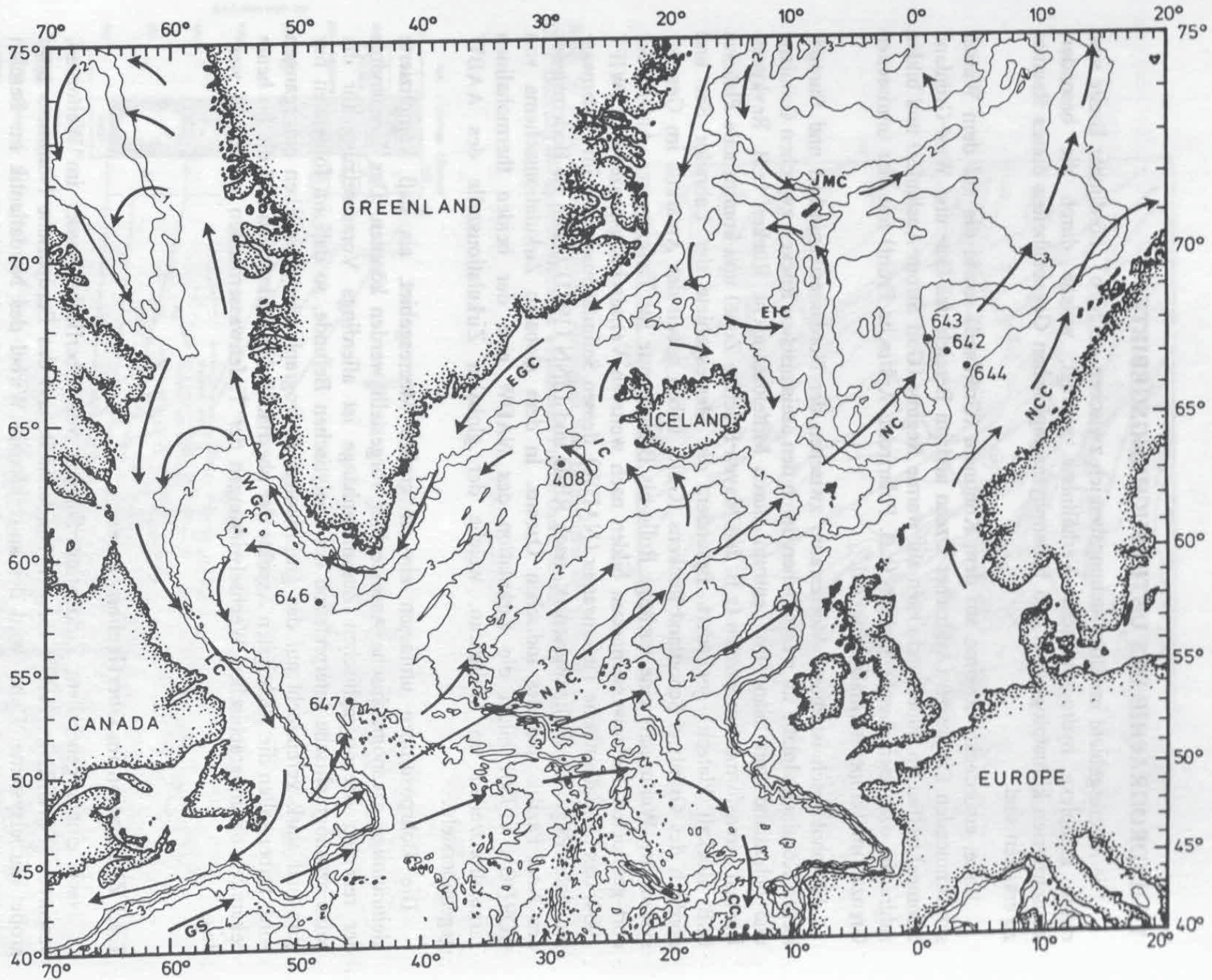


Abb. 12:

Generelle Zirkulation im Tiefenwasser des Nördlichen Nordatlantiks und wichtige Sedimentdrift-Gebiete (Punktraster) nach Angaben von STOW & HOLBROCK (1983), KIDD & HILL (1987), STOW et al. (1986). Tiefenwasserzirkulation im Grönland Becken nach KOLTERMANN (1987)

ED = Eiric Drift

GRD = Gloria Drift

SD = Snori Drift

BD = Björn Drift

GD = Gardar Drift

HD = Hatton Drift

ID = Isengard Drift

FD = Feni Drift

ISOW = Island/Schottland
"overflow" Wasser

DSOW = Dänemark Straße
"overflow" Wasser



Wassermasse - parallel dem nur lokal bedeutenden Norwegischen Küstenstrom (NCC) - auf der Ostseite des Europäischen Nordmeeres nach Norden transportiert, wo ein Teil in die Barents See nach Nordosten gelangt und ein anderer Zweig dem Kontinentalhang als West-Spitzbergen-Strom nach Norden folgt. Dort setzt durch Zusammentreffen mit dem kalten, geringer salinen arktischen Oberflächenwasser ein Absinkprozeß ein (JOHANNSEN 1986). Auf der Westseite der NGS strömt mit dem Ostgrönland-Strom (EGC) kaltes, mit Packeis beladenes, polares Wasser entlang dem Grönländischen Kontinentalrand nach Süden. Zwei zyklonale Wirbel über dem Grönland Becken und dem Island Plateau nördlich Islands werden jeweils durch ostwärts abdriftende Wassermassen vom EGC erzeugt (AAGAARD 1970). Dies sind nördlich von Jan Mayen der Jan Mayen-Strom (JMC) und nördlich und östlich von Island der Ost-Island Strom (EIC). Der EIC enthält Anteile von atlantischem Wasser, welche nach JOHANNSEN (1986) südöstlich von Island von einer Strömung, die einem zyklonalen Zirkulationsmuster folgend vom Nordatlantik-Strom (NAC) abgezweigt wird, dann antizyklonal westlich um Island herum fließt, um danach nördlich Islands in den EIC einzumünden. Der zyklonale Wirbel südlich Islands transportiert ebenfalls über den Irminger Strom (IC) Anteile dieses atlantischen Wassers nach Südwesten in die Labrador See. Der Ostgrönland-Strom (EGC) selbst biegt an der Südspitze von Grönland um und fließt als Westgrönland-Strom (WGC) in einer NW-Richtung zunächst noch entlang des nordöstlichen Kontinentalrandes der Labrador See, danach aber, unter Abgabe zyklonal abdriftender Anteile, fließt der WGC über die Davis Straße in die Baffin Bay. Auf der W-Seite strömt Oberflächenwasser nach Südosten in die Labrador See und gelangt als Labrador Strom (LC) über die Schelfgebiete vor Neufundland in den Nordatlantik.

1.4.2 Wassermassen und Zirkulation in der Tiefe

Generell kann regional zwischen den Tiefenwassermassen des Europäischen Nordmeeres nördlich des GSR und denen des Nördlichen Nordatlantiks südlich des GSR unterschieden werden. Dichtes Zwischenwasser der NGS tritt an einigen Stellen als "overflow"-Wasser über den GSR (Abb. 12) und hat großen Einfluß auf die Zirkulation im Nordatlantik (SWIFT 1984).

Nach SWIFT (1986) werden im Europäischen Nordmeer 70 % des Wasservolumens zum Tiefenwasser gerechnet, welches durch geringe Temperatur $<0^{\circ}$ (häufig ca. -1°C), und hohe Salinität (ca. 34.9 ‰) charakterisiert ist. Es werden das Grönland See-Tiefenwasser (GSDW) und das Norwegische See-Tiefenwasser (NSDW) unterschieden. Das GSDW ist etwas kälter (-1.1° bis -1.3°C) und geringer salin (34.88 bis 34.90 ‰), als das NSDW ($T = 0.5$ bis -1.1°C ; $S = 34.92$ ‰). Das GSDW ist, nach O_2 - und Tritium-Gehalten zu schließen (SWIFT 1986), jünger als das NSDW und tritt typisch nur im zentralen Wirbel der Grönland See auf, wo es nach KOLTERMANN (1987) durch einen in Stufen verlaufenden Prozeß und nicht durch schnelle, tiefreichende Konvektion neu gebildet wird. Das NSDW ist nach KOLTERMANN (1987) ein Vermischungsprodukt, welches zu 60 % aus GSDW und zu 40 % aus Arktischem Ozean-Wasser (AODW) besteht. Das AODW ist ein salzreiches Tiefenwasser, das über einen Randstrom am Ostgrönland Schelf aus dem Arktischen Ozean durch die Fram-Straße transportiert wird. Eine Vermischung der Tiefenwassermassen wird nach KOLTERMANN (1987) durch einen tiefen antizyklonalen Wirbel in der Grönland See (Abb.12) postuliert.

Dichtes Wasser des Europäischen Nordmeeres hat prinzipiell 3 Möglichkeiten über den aseismischen Rücken zwischen Grönland und Schottland zu fließen (Abb. 12). Dies sind: 1.)

Bereich zwischen Island und den Färöen (ca. 450 m tief).

Der größere Teil des "overflow"-Wassers fließt nach MEINCKE (1983) über die Dänemark Straße in den Nordatlantik. Bei diesem Dänemark Straßen "overflow"-Wasser (DSOW) handelt es sich nach SWIFT (1980) und AAGAARD et al. (1985) vorwiegend um Wasser, welches sich in der Island See (nördlich Islands) durch Konvektion bis in mittlere Tiefen bildet. Im Osten der Grönland Schottland Schwelle gelangt Zwischenwasser der Norwegischen See (SWIFT 1984) vorwiegend über den Färöen-Bank-Kanal und zu geringeren Anteilen über den Rücken zwischen Island und den Färöen (MEINCKE 1983) in den Nordatlantik. Dieses Island-Schottland-Overflow-Wasser (ISOW) führt mit möglicherweise abgeleitetem Mittelmeerwasser (SWIFT 1984) dazu, daß das NEADW gegenüber dem NWABW, welches vorwiegend von dem overflow aus der Dänemark-Straße abgeleitet wird, einen höheren Salzgehalt aufweist (Abb. 12).

Nach SWIFT (1984) ist neben dem NEADW und NWABW noch eine dritte regionale Wassermasse, das Labrador See-Wasser (LSW), für die NADW-Bildung von Bedeutung (siehe Abb. 13). LSW wird nach CLARKE et al. (1983) in der westlichen Labrador See durch winterliche Tiefenkonvektion in einem zyklonalen Wirbel gebildet.

Die Zirkulation im Tiefenwasser südlich des Grönland Schottland Rückens ist durch ein charakteristisches Muster gekennzeichnet (Abb. 12). Das NEADW, welches durch große Anteile von relativ dichtem ISOW gekennzeichnet ist, fließt generell seinem thermohalinen Gefälle entsprechend von Osten nach Westen, wobei es durch die Corioliskraft jeweils entsprechend den morphologischen Gegebenheiten nach Norden abgelenkt wird. Wie durch hydrographische Daten belegt (McCAVE et al. 1980 und DICKSON & KIDD 1987), fließt das Tiefenwasser z.T. um das Rockall Plateau herum und nach einer Schleife im Island Becken auf der W-Flanke des Reykjanes Rückens wieder nach Süden. Durch die "Charly Gibbs-Fracture-Zone" passiert das Tiefenwasser den Mittelozeanischen Rücken (SHOR et al. 1980) in das westliche Becken, wobei ein Großteil des Tiefenwassers der W-Flanke des Reykjanes Rückens nach Norden in das Irminger Becken folgt und sich dort mit dem Dänemark Straßen "overflow"-Wasser (DSOW) zum Nordwestatlantischen Bodenwasser (NWABW) vermischt. Entlang des Grönländischen Kontinentalrandes fließt das NWABW nach Süden, um die Südspitze Grönlands herum und tritt in die Labrador See ein, wo es

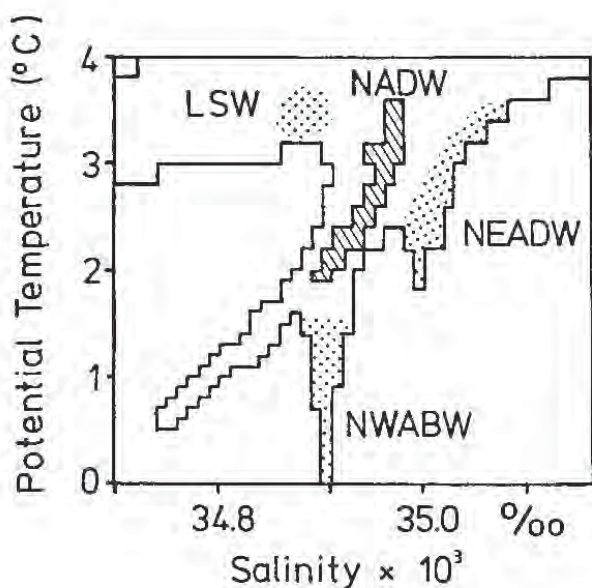


Abb. 13: T/S-Diagramm der tiefen Wassermassen im Nordatlantik nach SWIFT (1984). Die regionalen Wassermassen sind durch Punktraster und Strichraster gekennzeichnet.

NADW = North Atlantic Deep Water

LSW = Labrador Sea Water

NEADW = Northeast Atlantic Deep Water

NWABW = Northwest Atlantic Bottom Water



nach Süden, um die Südspitze Grönlands herum und tritt in die Labrador See ein, wo es ebenfalls dem Kontinentalrand folgend um die Labrador See herum geführt wird.

Geologische Auswirkungen der Tiefenwasserzirkulation sind in der Ausbildung von großen Sedimentdrift-Körpern in diesem Bereich zu sehen (McCAYE et al. 1980, STOW & HOLBROOK 1983, KIDD & HILL 1986, STOW et al. 1986, McCAYE & TUCHOLKE 1986), welche in Abb. 12 schematisch dargestellt sind. Sedimente solcher Driftkörper sind - verglichen mit ihrer Umgebung - durch höhere Sedimentationsraten gekennzeichnet (zusammengestellt bei STOW & HOLBROOK 1983). Weiterhin ist die Oberflächenmorphologie in Sedimentdriftgebieten häufig durch Sedimentwellen gekennzeichnet, deren Amplituden im 10 m-Bereich liegen und deren Wellenlängen bis zu wenigen km reichen können (KIDD & HILL 1986). Während die Bohrung 647 südlich des Gloria Drift-Gebietes liegt (Abb.12) und damit wenig von der Tiefenwasserzirkulation beeinflusst sein dürfte, liegt Site 646 direkt im Einflußbereich der Eirik Drift (SRIVASTAVA et al. 1987) und Site 408 im Bereich der Snorri-Drift (SHOR und POORE 1978).

2 METHODEN

2.1 QUANTIFIZIERUNG VON BIOGENEM OPAL IN TIEFSEESSEDIMENTEN

Da die Bestimmung des biogenen Opalgehaltes in Tiefseesedimenten am Anfang der Untersuchungen stand, soll hier näher auf Details und Prinzipien der Opalmeßmethoden eingegangen werden. Aufgrund seines mineralogisch amorphen Aufbaus mit vielen physikochemischen Inhomogenitäten (HURD 1983) und des gemeinsamen Vorkommens mit anderen silikatischen Mineralkomponenten ist Biogenopal nur schwer zu quantifizieren.

So resümiert auch LEINEN (1985) nach einem Vergleich zweier Opalmeßmethoden, daß eine schnelle und einfache Technik der Opalanalyse, die noch dazu universal bei allen Typen von Tiefseesedimenten einsetzbar ist, wohl nicht zu finden sei.

Bei der Quantifizierung des biogenen Opals in Tiefseesedimenten zählen neben den reinen Abschätz- und Auszählmethoden unter dem Lichtmikroskop röntgenographische, sowie naßchemische Methoden neben normativen Kalkulationen zu den gebräuchlichsten Analyseverfahren (Tab. 2).

Es wurden zunächst die aus der Literatur bekannten Methoden auf ihre Anwendung hin überprüft (Kapitel 2.1.1-2.1.5) und danach eine eigene Methode entwickelt (Kapitel 2.1.6), die auf einer Abtrennung des spezifisch leichten Biogenopals von den anderen Sedimentkomponenten mittels einer Schwereflüssigkeit und der gewichtsmäßigen Erfassung des Opals beruht.

2.1.1 Abschätz- und Auszählmethoden

Das Abschätzen des Volumenanteils von biogenem Opal in Smear Slides ist zwar die schnellste und einfachste Art der Quantifizierung, die aber nach Erfahrungen im "Deep Sea

Tabelle 2: Literaturbeispiele zu verschiedenen Opalmeßmethoden.

Röntgenographische Verfahren:	GOLDBERG	(1958)
	CALVERT	(1966)
EISMA & VAN DER GAAST	(1971) MANN	(1980)
MANN & MÜLLER	(1980) ELLIS	(1972)
VAN DER GAAST & JANSEN	(1984) ELLIS & MOORE	(1973)
LEINEN	(1985) LEINEN et al.	(1986)
Extraktionsmethoden:	HASHIMOTO & JACKSON	(1958)
LISITZIN	(1972, 1985) HURD	(1972)
EGGIMANN et al.	(1980) DE MASTER	(1979, 1981)
Normative Kalkulationen:	LEINEN	(1976, 1977, 1979)
BREWSTER	(1977, 1980) LEINEN & PISIAS	(1984)
Infrarotspektroskopie:	CHESTER & ELDERFIELD	(1968)
Auszählmethoden:	KOOPMANN	(1979, 1981)
	STEIN	(1984)
	LEINEN	(1985)

Drilling Project'' mit Fehlern von $\pm 10-30\%$ behaftet ist. Auszählmethoden müssen sich meist auf eine bestimmte Korngrößenfraktion konzentrieren, z.B. Radiolarien in der Grobfraktion (LEINEN 1985), welche aber nicht die Masse an biogenem Opal in der Gesamtprobe widerspiegeln muß.

Weiterhin ist die Beziehung zwischen der Skelettgröße und Gestalt auf der einen Seite und dem Biogenopalgehalt auf der anderen Seite ungewiß und je nach Organismengruppe, Art und Alter (HURD & THEYER 1977) unterschiedlich, so daß es bei reinen Zähl- und Abschätzmethoden schwierig ist, auf die Gewichtsprozent zurückzuschließen. So konnte z.B. GERSONDE (1980) nachweisen, daß 10^6 Diatomeenschalen einer Probe von geringvolumigen Arten einem Anteil von 0.1-0.9 % Opal am Gesamtsediment bildeten, während in einer anderen Probe 10^6 Diatomeen großvolumiger Arten bis 3.5 % Opal darstellen können. Eine Umrechnung von Volumenprozent in Gewichtsprozent bei jeder Probe ist schwierig und nur mit größeren Fehlern durchzuführen.

2.1.2 Röntgenographische Methoden

Grundsätzlich wurden bei den röntgenographischen Opalmeßmethoden zwei Wege eingeschlagen: 1.) Die Opalgehalte werden direkt durch die Intensität des Opalreflektionsbandes abgeschätzt (EISMA & VAN DER GAAST 1971), oder 2.) Opal-A wird in Cristobalit durch Glühen überführt und dessen Intensität als Maß für den ursprünglichen Opalgehalt genommen (GOLDBERG 1958). Ein generelles Problem bei der Abschätzung von Opalgehalten mittels Röntgendiffraktometrie beider methodischer Ansätze ist das Eichmaterial. Biogener Opal ist je nach Organismengruppe ja sogar je nach Gattung und Art der Skelettbildner (HURD & THEYER 1977) in seinem chemischen und physikalischen Aufbau verschieden (KAMATANI 1971) und damit recht inhomogen. Schon bei rezenten bis subrezentem Proben hält CALVERT (1966) eine Eichkurve nur aus Schwammnadeln für inkorrekt. Hinzu kommt der Alterungsprozeß bei fossilen Skeletten, während dessen sich je nach Diageneseegrad verschiedene Parameter wie Wassergehalt oder Kolloidalstruktur des amorphen SiO_2 (SCHRADER 1972, HURD & THEYER 1977, HURD 1983) in zum großen Teil ungewisser Art und Weise verändern und damit auch eine Intensitätsveränderung im Röntgenmuster bewirken.

2.1.2.1 Semiquantitative Abschätzung des Opalreflektionsbandes

Opal ist röntgenamorph und zeigt im Röntgenbeugungsdiagramm nur ein breites diffuses Reflektionsband, das sich ungefähr zwischen einem 2θ Winkel von $15-35^\circ$ zeigt, mit maximaler Intensität bei etwa $22^\circ 2\theta = \text{ca. } 4.04 \text{ \AA}$ (siehe Abb. 14).

EISMA & VAN DER GAAST (1971) haben die Intensität dieses Reflektionsbandes gemessen, mit einem internen Standard von Al_2O_3 verknüpft und über eine Eichkurve aus künstlichen Sedimenten verschiedener Opalkonzentrationen den Opalgehalt der Probe abgeschätzt. Sie berichten allerdings selbst von einem größeren Fehler besonders bei Opalgehalten von unter 10 %.

Zu dieser Ungenauigkeit kommt noch hinzu, daß vulkanische Gläser, welche ebenfalls röntgenamorphe Substanzen darstellen, die in den hier untersuchten Sedimenten relativ häufig zu finden sind, je nach Chemismus ebenfalls verschiedene Röntgenreflektionsbänder

zeigen, welche den Opal überlagern. Weiterhin scheint das Maximum der Opalintensität je nach Chemismus zu variieren, nach HOFFERT (1980) zwischen 3.9-4.2Å. VAN DER GAST & JANSEN (1984) konnten an Biogenopal aus dem Angola Becken eine Verschiebung des Intensitätsmaximums zu kleineren Gitterabständen von ca. 4.1Å auf 3.6-3.7Å feststellen, was durch einen erhöhten Al-Gehalt im Opal verursacht wurde. Außerdem wird die Intensität des Opalreflektionsbandes auch vom ultrastrukturellen Aufbau des Opals beeinflusst (KAMATANI 1971, HURD & THEYER 1977), so daß sich Röntgenbeugungsdiagramme verschiedener Opalskelett-bildender Organismen unterscheiden.

2.1.2.2 Opalbestimmung über Cristobalit-Peak nach thermischer Behandlung

Eine indirekte Methode der Opalquantifizierung kann über die Abschätzung der Intensität des (101)-Cristobalitpeaks durchgeführt werden, nachdem der Opal-A durch Glühen in Opal-CT überführt wurde (GOLDBERG 1958, CALVERT 1966, ELLIS 1972). Dabei scheinen die Temperatur und die Glühdauer von großer Wichtigkeit zu sein. In unseren Glühversuchen konnte nur bei 1000°C und einer Glühdauer von 24 Stunden der Opal-A quantitativ in Opal-CT überführt werden (Abb. 14). Solche Glühzeiten und -temperaturen werden in den neueren Arbeiten (z.B. ELLIS 1972 und LEINEN 1985) auch vorgeschlagen. Bei geringeren Temperaturen z.B. 850°C (Abb. 14) entsteht z.T. Quarz, und ein Rest der amorphen Opal-A-Substanz bleibt scheinbar erhalten.

Von FLÖRKE (1961) und anderen Autoren, ist bekannt, daß die Kristallisation von amorphem SiO₂ bei hohen Temperaturen stark von nur geringen Gehalten an Kationen (ca. 0.1 %) beeinflusst wird. So wird z.B. bei geringen Ca-Gehalten Tridymit und Wollastonit anstelle von Cristobalit gebildet (FLÖRKE 1961). EISMA & VAN DER GAASST (1971) haben den Einfluß einer Reihe verschiedener Kationen (Na, K, Ca, Mg) und Mineralien (verschiedene Tonminerale und Feldspäte) im Hinblick auf Intensitätsverschiebungen des Cristobalit-Peaks untersucht und können z.T. recht erhebliche Verringerungen der Cristobalit-Intensitäten nachweisen, da auch andere Mineralphasen, die Si-Ionen einbauen, entstehen. Da solche Kationen von Austauschpositionen in Tonmineralien oder auch aus dem Kristallgitter von Mineralien beim Glühen bei 1000°C zur Verfügung gestellt werden können, raten die Autoren stark von dieser Methode der Opalbestimmung ab.

Eigene Versuche, eine Eichkurve aus künstlichen Sedimenten verschiedener Opal-Konzentrationen, einer Tonmatrix und einem internen Standard aus Al₂O₃ nach 24 Stunden thermischer Behandlung bei 1000°C aufzustellen, wurden aufgegeben. Es stellte sich heraus, daß die verfügbaren Smektitstandards nach thermischer Behandlung bei 1000°C allein bereits in Cristobalit- und Tridymit-Phasen und Mullit umkristallisierten. Abb. 15 zeigt zwei der benutzten Smektitstandards vor und nach der thermischen Behandlung. Der anfängliche Verdacht, daß die Standards mit etwas Opal-A verunreinigt seien, welcher sich beim Glühen in die kristallinen SiO₂-Phasen umwandelt, wurde überprüft und bestätigte sich jedoch nicht. Es muß daher angenommen werden, daß Smektite selbst nach thermischer Behandlung unter Bedingungen, welche für die Opalmessung gefordert werden (ELLIS 1972, LEINEN 1985, z.T. in verschiedene SiO₂-Phasen umkristallisieren. Da Smektite in Tiefseesedimenten eine sehr häufige Mineralkomponente darstellen, wurde diese Methode der Opalbestimmung für das eigene Untersuchungsmaterial nicht gewählt.

Außerdem wird, wie thermische Versuche von MANN (1980) zeigten, vulkanisches Glas ebenfalls in Opal-CT umkristallisiert, so daß auch der teilweise vorhandene Glasanteil der

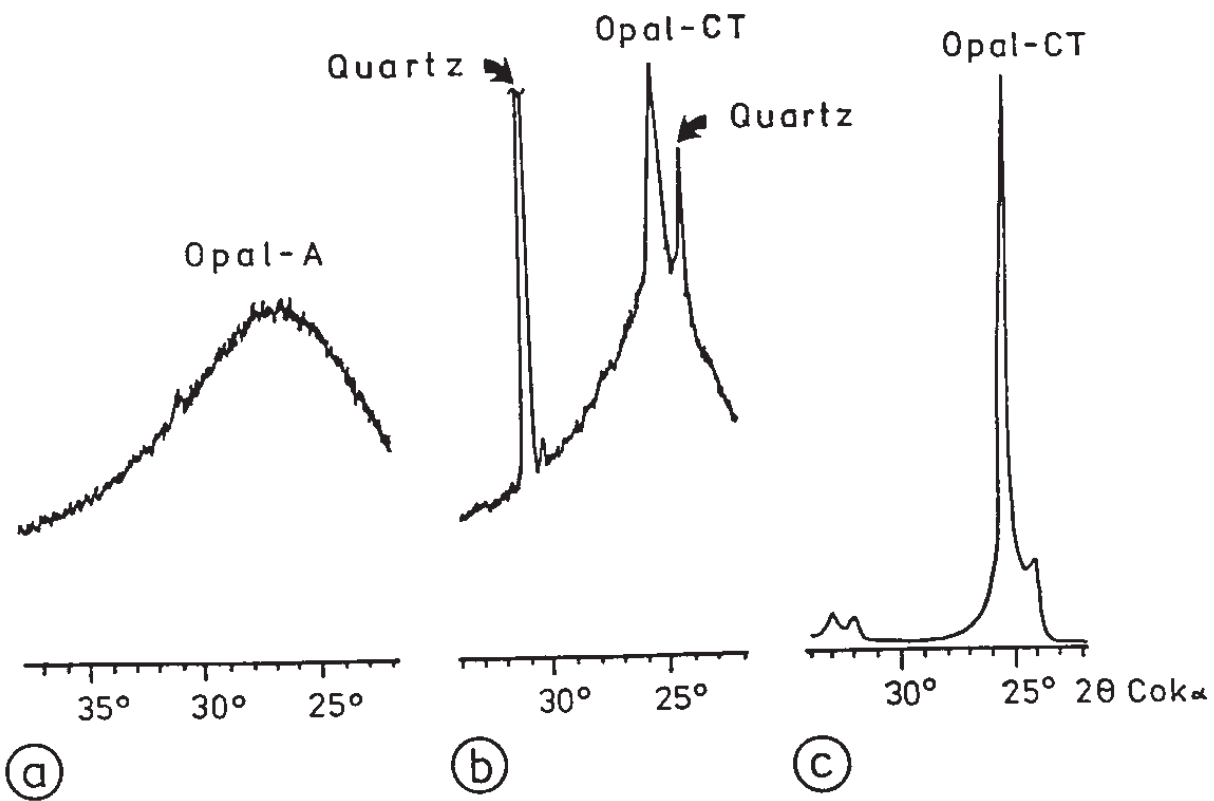


Abb. 14: Röntgendiffraktogramme von a) Opal-A eines rezenten Kieselschwammes ohne thermische Behandlung, b) Schwammnadeln, nach 24 Stunden glühen bei 850° C, sind nur teilweise in Opal-CT und Quarz umkristallisiert, c) Vollständig umkristallisierte Schwammnadeln nach 24 Stunden Glühen bei 1000° C.

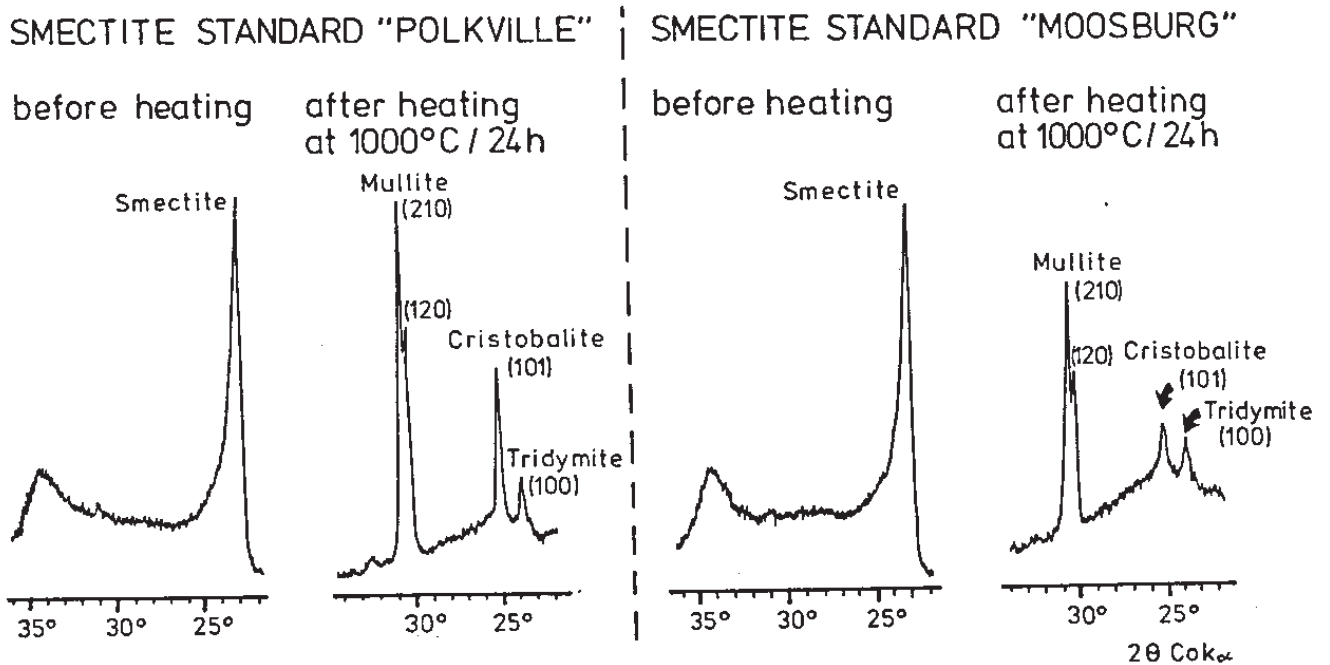


Abb. 15: Umwandlung von Smektiten in Cristobalit, Tridymit und Mullit nach 24 Stunden Glühen bei 1000° C, dokumentiert anhand der Röntgendiffraktogramme von zwei Smektit-Standards vor und nach der thermischen Behandlung.

untersuchten Sedimente diese Methode zumindest bei den eigenen Sedimenten nicht benutzbar machen.

2.1.3. Opalbestimmung mittels Extraktionsmethoden

Da amorphe SiO_2 -Phasen im alkalischen pH-Bereich bei etwas höheren Temperaturen leichter löslich sind als kristalline Mineralphasen, wurden zahlreiche Leaching- oder Extraktionsmethoden entwickelt (Tab. 3). Dabei wird eine definierte Menge Sediment mit einem alkalischen Lösungsmittel versetzt und nach einer konstanten Zeit der gelöste Si-Gehalt der Lösung gemessen, welcher eine Aussage über den Opalgehalt der Probe gibt. Das Lösungsmittel, seine Konzentration, die Zeitdauer der Extraktion und die Temperatur werden dabei von verschiedenen Autoren variiert (siehe Tab. 3). Da auch gewisse Anteile von Tonmineralien gelöst werden, bringen verschiedene Autoren noch Korrekturen an (EGGIMANN et al. 1980).

Tabelle 3: Beispiele für Opal-Leachingmethoden.

Opal-Extraktionsmethoden (Literaturzitat)	Lösungs- mittel	Konzen- tration	Zeit- dauer	Temperatur °C
HASIMOTO & JACKSON 1958	NaOH	0.5 M	2.5 Min.	
LISITZIN 1971	NaCO_3	0.5 M		
HURD 1972	"	0.5 M	5 h.	85°
EGGIMANN et al. 1980	"	2.0 M	4 h.	90-100°
DE MASTER 1979, 1981	"	0.1 M	5 h.	85°
bei geringen Tongehalten	NaOH	1.0		

Schwierigkeiten bei diesen Extraktionsmethoden bilden vor allem wieder das vulkanische Glas, das als amorphe Mineralkomponente ähnlich dem biogenen Opal gelöst wird. Weiterhin bleibt bei diesen Methoden die unterschiedliche Löslichkeit von Biogenopal unberücksichtigt, die aufgrund des unterschiedlichen Chemismus (VAN BENNEKOM et al. in press) und des Alterungsprozesses (KAMATANI 1971, HURD & THEYER 1977) existiert. Die Opallösung dürfte daher über einen längeren Sedimentabschnitt nur in einem bestimmten Tiefenintervall als homogen anzusehen sein.

2.1.4 Infrarotbestimmung

CHESTER & ELDERFIELD (1968) haben die Infrarot-Absorption karbonatfreier Proben gemessen und die Werte mit einer aus reinem Opal und KBr aufgestellten Eichkurve verglichen und so den Opalgehalt bestimmt. Die Methode soll allerdings nur dann verlässlich sein, wenn die Quarzgehalte unter 5 % liegen.

2.1.5 Normative Kalkulationen

LEINEN (1976, 1977) benutzte eine indirekte Methode der Opalquantifizierung. Dabei

wurde der Opalgehalt durch Subtraktion des nichtbiogenen Silikates vom gesamten SiO_2 -Gehalt abgeschätzt. Der nichtbiogene Silikatanteil der untersuchten Sedimente setzte sich aus dem Quarzgehalt (durch XRD-Analysen bestimmt) und den Tonmineralien zusammen, welche durch eine Regressionsanalyse aus Si, Al, und Mg-Verhältnis abgeleitet wurden. Diese Art der normativen Abschätzung ist bei höheren Anteilen von verschiedenen terrigenen Komponenten nicht mehr anwendbar. Außerdem sind umfangreiche geochemische Analysen und XRD-Messungen dazu nötig. In den hier untersuchten Sedimenten müßte außerdem die Schwierigkeit der Kalkulation des vulkanischen Glases überwunden werden.

2.1.6 Opalbestimmung durch Dichtentrennung

Aufgrund der Schwierigkeiten und zum Teil sehr unbefriedigenden Meßgenauigkeiten der zuvor beschriebenen quantitativen Opalbestimmungsmethoden wurde nach einem neuen methodischen Ansatz gesucht. Dabei entwickelte sich die Idee, den biogenen Opal, der eine sehr geringe spezifische Dichte aufweist (nach HURD & THEYER 1977 ca. $1.7-2.2 \text{ g/cm}^3$), durch eine Mineralfraktionierung in einer Schwereflüssigkeit von anderen Mineralkomponenten abzutrennen. Nach der Abtrennung sollte dann durch Wiegen der gewichtsmäßige Anteil des Biogenopals bestimmt werden, welches die Umrechnung in Opalakkumulationsraten sehr einfach erscheinen ließ.

Nach Voruntersuchungen mit unterschiedlich eingestellten Schwereflüssigkeiten aus Bromoform und Dimethylformamid konnte diese Methode eingesetzt werden (BOHRMANN 1986). Allerdings war es für größere Probenserien relativ unbefriedigend, mit den äußerst Gesundheitsgefährdenden Flüssigkeiten zu hantieren. Attraktiver wurde die Methode jedoch, nachdem im Jahre 1985 Natriumpolywolframat als nicht giftige Schwereflüssigkeit mit einfacher Handhabung auf dem Markt erhältlich wurde. Die Schwereflüssigkeit wird durch Auflösen des sehr leicht löslichen Natriumpolywolframat-Pulvers ($3\text{Na}_2\text{WO}_4 \cdot 9\text{WO}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}$) in destilliertem Wasser bereitet (PLEWINSKY & KAMPS 1984).

2.1.6.1 Analysengang der Opalbestimmung

Der entwickelte Analysengang gliedert sich in mehrere Teilschritte, welche in Abb. 16 zusammenfassend dargestellt sind. Es werden im einzelnen 3 Sedimentfraktionen (Karbonatgehalt, $<2 \mu\text{m}$ -Anteil und Anteil der Schwerefraktion der karbonatfreien Probe $>2 \mu\text{m}$) gewichtsmäßig bestimmt, aus denen der Gehalt an Opal $>2 \mu\text{m}$ ermittelt wird:

$$\text{Opalgehalt} = 100 - (\text{K} + \text{T} + \text{S})$$

K = Karbonatgehalt

T = Anteil der karbonatfreien Probenmenge $<2 \mu\text{m}$ (Tongehalt)

S = Anteil der Schwerefraktion an der karbonatfreien Probe $>2 \mu\text{m}$

Der Karbonatgehalt wird von einem separaten Split der Ausgangsprobe bestimmt (siehe Kap. 2.2.3.). Je nach Karbonatgehalt und zu erwartendem Opalgehalt werden 1.5-2.0 g der Probe mit ca. 10 %-igem H_2O_2 versetzt, um den organisch gebundenen Kohlenstoff durch Oxidation zu entfernen und das Sediment zu dispergieren. Danach wird das Karbonat quantitativ mit halbkonzentrierter Essigsäure entfernt und die gut ausgewaschene Probe in ANDREASEN-Zylinder gegeben. Nach dem ATTERBERG-Verfahren wird die $<2 \mu\text{m}$ -

Fraktion abgetrennt. Dabei muß bei der Berechnung der Fallzeit (siehe MÜLLER 1971: Schlämmanalyse) die Dichte der spezifisch leichten Opalpartikel berücksichtigt werden. Als Schlämmlösung wird eine 0.01 N Natriumhexametaphosphat-Lösung ((NaPO₃)₆ "Calgon"-Lösung) benutzt.

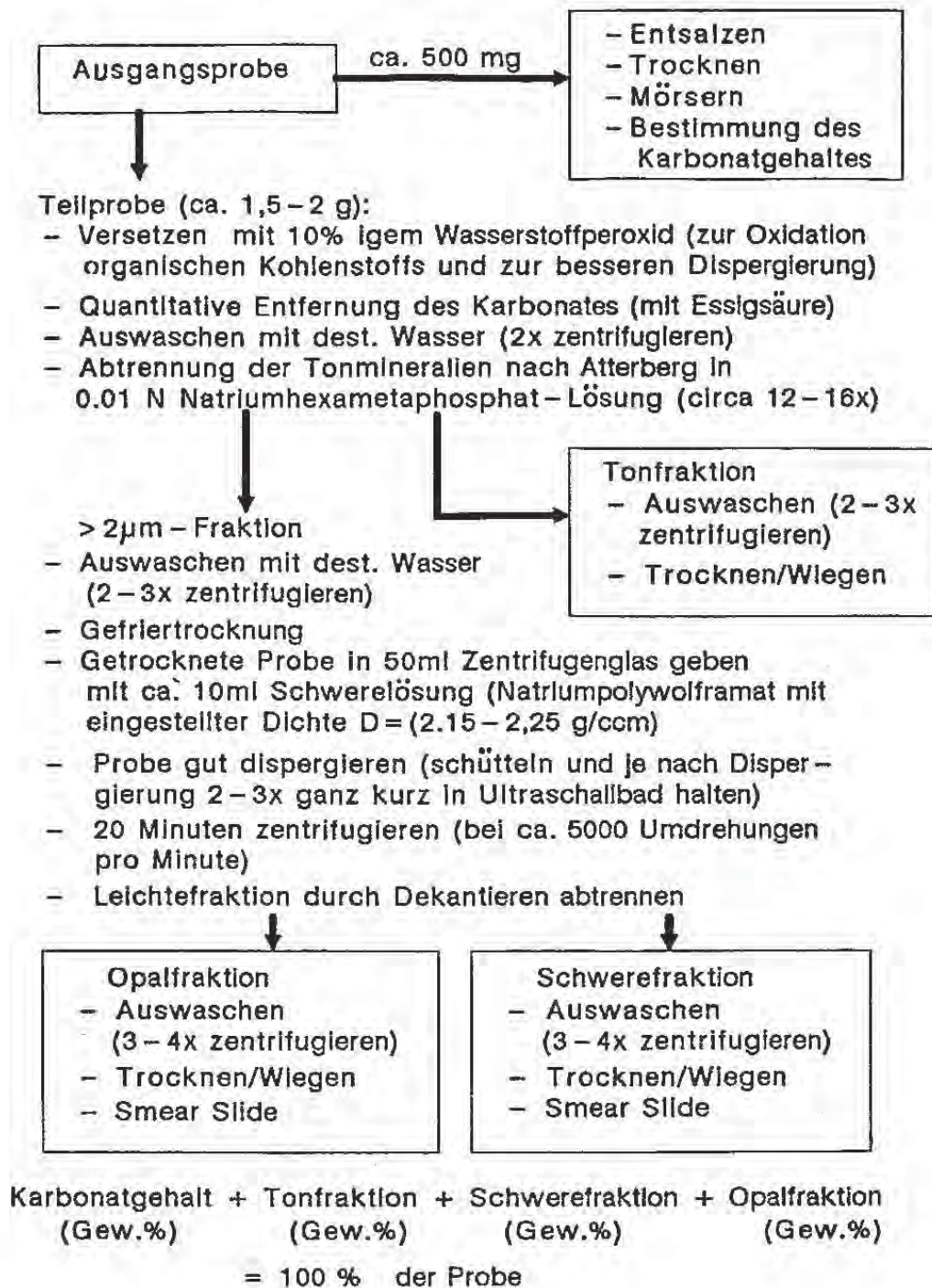


Abb. 16: Arbeitsschema zur Bestimmung des Opalgehaltes.

gon"-Lösung) benutzt. Ammoniak-Wasser, welches häufiger als Dispergierungsmittel benutzt wird, ist zu stark alkalisch (pH ca. 9.5) und führt zu einer stärkeren Anlösung der Opalpartikel. Die benutzte "Calgon"-Lösung mit einem pH = 7.0-7.5 führt dagegen zu keiner Opallösung. Die gut ausgewaschene >2 µm-Fraktion wird danach gefriergetrocknet,

um eine Aggregatbildung der Sedimentpartikel beim Trockenvorgang zu verhindern. Je nach Opalgehalt werden 100-400 mg der Probe in 50 ml Zentrifugengläschen mit ca. 15-20 ml Schwereflüssigkeit gegeben und gut geschüttelt, um die Probe in der Schwereflüssigkeit zu dispergieren. Mehrmaliges Eintauchen des Zentrifugengläschens in ein Ultraschallbad sorgt für das Entweichen von Luftbläschen, die an der Oberfläche der Körner adhäsiv festgehalten werden und den Partikeln einen nicht gewünschten Auftrieb in der Schwereflüssigkeit verleihen könnten. Allerdings darf die Ultraschallbehandlung nur Bruchteile bis wenige Sekunden erfolgen, um den biogenen Opal nicht zu fragmentieren. Nach vollständiger Dispergierung wird die Probe ca. 15-20 Minuten bei 5000 upm zentrifugiert. Danach kann die Leichtefraktion zusammen mit der Schwereflüssigkeit einfach abdekantiert werden, da die Schwerefraktion einen relativ kompakten Kuchen am Boden des Zentrifugenglases bildet. Reste der Opalfraktion, die eventuell am Zentrifugenglasrand anhaften, müssen sogleich mit destilliertem Wasser selektiv in die Opalfraktion abgespült werden. Beide Fraktionen werden gründlich mit Wasser ausgespült, getrocknet und danach gewogen. Die Smear Slides beider Fraktionen geben Aufschluß über die Qualität der Mineralabtrennung.

2.1.6.2 Dichteeinstellung der Schwereflüssigkeit

Abb. 17 zeigt einige in Tiefseesedimenten mehr oder weniger häufig vorkommende Mineralpartikel und ihre Dichtebereiche. Die Dichtedaten der verschiedenen Opalskelette wurden von HURD & THEYER (1977) an Partikeln aus verschiedenen alten Sedimenten von DSDP-Bohrkernen aus dem Pazifik gewonnen. Je nach Wassergehalt (ca. 3-10 %), kolloidaler Feinstruktur und Alter schwankt die gemessene Dichte einzelner Opalkomponenten stark, wobei die Radiolarien mit 1.7-2.05 g/cm³ die wohl größten gemessenen Dichteunterschiede zeigen (HURD & THEYER 1977; siehe auch Kapitel 7.2.3). Um bei der Dichteabtrennung die Opalpartikel in die Leichtefraktion zu bekommen, wurde die Dichte der Schwereflüssigkeit je nach bekannter Proben-Zusammensetzung zwischen 2.15-2.25 g/cm³ eingestellt. Störend auswirken könnten sich dabei lediglich die marinen Zeolithe (Klinoptilolith und Phillipsit) und die Smektite (Abb. 17). Während die in den untersuchten Sedimenten häufig vertretenen, spezifisch sehr leichten Smektitminerale bereits in der Tonfraktion entfernt wurden, konnte Phillipsit überhaupt nicht und Klinoptilolith nur in den Kernen 13 und 14 der Bohrung 647 gefunden werden. In diesen beiden Kernen aus dem Miozän ist allerdings durch intensive authigene Mineralkrustenbildung (vorwiegend Manganminerale) in Verbindung mit sehr geringen Sedimentationsraten und Hiatusbildung (SRIVASTAVA et al. 1987) eine quantitative Opalabtrennung nicht möglich.

Zeitweise störend kann sich ebenfalls das Vorkommen von vulkanischem Glas auswirken. Aus diesem Grund wurde die Schwereflüssigkeit meist zwischen 2.15-2.20 g/cm³ eingestellt. In diesem Dichteintervall der Schwereflüssigkeit konnte, abgesehen von sehr wenigen Ausnahmen, kein vulkanisches Glas mehr in der Leichtefraktion beobachtet werden. In den ODP-Bohrungen auf dem Vöring-Plateau wurden allerdings in Site 642 ab ca. 230 m und in Site 643 ab ca. 200 m vermehrt Opal in der Schwerefraktion beobachtet, so daß verschiedene Opalpartikel ab dieser Tiefe zum Liegenden hin eine Dichte besitzen, die größer ist (2.15-2.20 g/cm³) als die größten Dichten, welche von HURD & THEYER (1977) gemessen wurden. Daher wurde die Dichte der Schwereflüssigkeit für diese Proben auf Werte zwischen 2.20-2.25 g/cm³ eingestellt. In diesem Dichteintervall konnten allerdings in einigen Proben vulkanische Glaspartikel in der Leichtefraktion beobachtet werden, die aufgrund ihrer Farbzahl in Smear Slides als relativ saure Glaspartikel anzusprechen sind.

Intermediäre und basische Gläser wurden nur in der Schwerefraktion beobachtet und sind durch eine höhere Dichte gekennzeichnet. Aufgrund der relativ geringen Verunreinigung der Leichtefraktion durch vulkanisches Glas konnte auf eine Korrektur des Opalgehaltes verzichtet werden. Drei gemessene Opalproben von Site 643 zeigten etwas höhere Glasanteile und wurden daher verworfen.

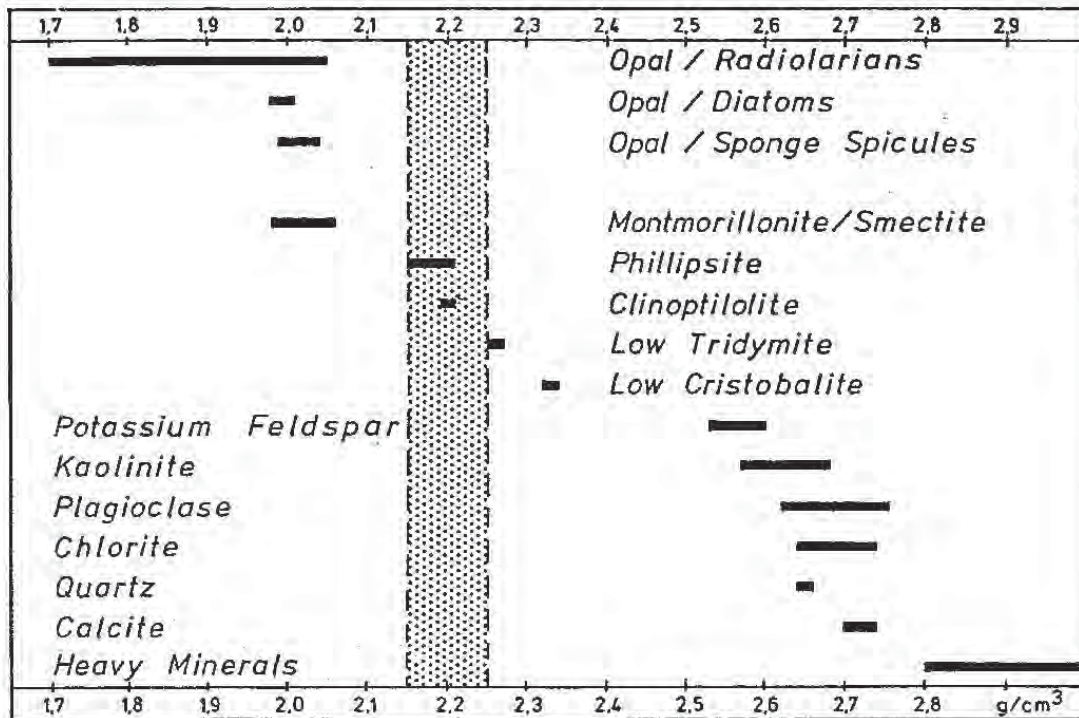


Abb. 17: Dichtebereiche von Mineralkomponenten, welche im marinen Bereich zu erwarten sind (zusammengestellt aus HURD & THEYER 1977 und TRÖGER 1971) und Einstellungsbereich der benutzten Schwereflüssigkeit (Punktraster).

2.1.6.3 Fehlerbetrachtung

Wie für die zuvor beschriebenen Methoden der Opalquantifizierung (Kapitel 2.1.1-2.1.5) sollen auch für die Opalbestimmung mit Hilfe der Dichteabtrennung die möglichen Fehlerquellen aufgezeigt werden. Generell kann die Methode nur bei Sedimenten angewendet werden, die keine Kieselzementation, wie z.B. durch authigene Opal-CT- oder Quarz-Bildung, aufweisen. Im Gegensatz zu Karbonatzementen, die bei der Essigsäurebehandlung aufgelöst werden, bleiben Silikatzemente erhalten und verkitten die verschiedenen Sedimentpartikel miteinander, so daß eine saubere Trennung nach der Dichte nicht mehr möglich ist. Zur Beurteilung der Reproduzierbarkeit der durch Dichteabtrennung gewonnenen Opalgehalte, wurden bei je einer Probe mit geringem, mittlerem und hohem Opalgehalt je drei Bestimmungen durchgeführt (siehe Tab. 4). Der nach der Standardabweichung (x) ermittelte Fehler scheint bei geringeren Opalgehalten größer zu sein (ca. 5 %), während bei Proben mit höheren Opalgehalten der relative Fehler insgesamt etwas geringer erscheint.

Der größte Fehler im Analysengang ist wohl in der quantitativen Tonmineralabtrennung

zu suchen. Er ist bei Proben mit geringen Tongehalten am größten (siehe Tab. 4). Eine wichtige Rolle spielt neben der sauberen Handhabung der Atterberg-Methode vor allem der Dispergierungsgrad des Sedimentes. Eine Fragmentierung des biogenen Opalanteils bei der Probendispergierung muß unbedingt vermieden werden. Sehr kleine Opalbruchstücke gelangen bei der Tonmineralabtrennung in die Tonfraktion. Dieser Fehler ist unvermeidbar und wurde durch äußerste Sorgfalt so gering wie möglich gehalten.

Um bei der eigentlichen Opalabtrennung in der Schwereflüssigkeit eine saubere Abtrennung des Opals zu gewährleisten, darf nicht zuviel Probenmaterial in die Zentrifuge gegeben werden, wie verschiedene Testreihen ergeben haben. Bevor die Probe zentrifugiert

Tabelle 4: Opalbestimmung; Ergebnisse von jeweils 3 Analysen einer Probe mit Mittelwert (\bar{x}), Standardabweichung (Δx) und Fehler in Prozent.

Site	Probe	% CaCO ₃	% Ton		Schwere- Frak. %	Opal- Frak. %	
642B	4H-4,113cm	1.74	47.09	$\bar{x}=44.29$	48.79	2.38	$\bar{x}=2.50$
1)	"	"	41.10	$\Delta x=\pm 3.01$	54.55	2.61	$\Delta x=\pm 0.12$
	"	"	44.70	=6.8%	51.03	2.53	=4.8%
642B	21H-2,104cm	0.00	56.60	$\bar{x}=56.46$	17.07	26.33	$\bar{x}=26.43$
2)	"	"	60.20	$\Delta x=\pm 3.80$	16.36	23.44	$\Delta x=\pm 1.10$
	"	"	52.60	=6.7%	17.87	29.53	=4.1%
647	24H-2,12cm	0.00	16.70	$\bar{x}=14.56$	11.11	71.83	$\bar{x}=72.65$
3)	"	"	14.40	$\Delta x=\pm 2.05$	12.58	73.01	$\Delta x=\pm 0.71$
	"	"	12.60	=14.0%	15.08	73.11	=1.0%

wird, muß unbedingt sichergestellt sein, daß die Probensubstanz in der Schwereflüssigkeit wiederum gut dispergiert wurde. Dies wird am besten gewährleistet, wenn man die Probe in der Schwereflüssigkeit mehrmals für sehr kurze Zeit (nur 1-2 sec) in ein Ultraschallbad eintaucht und kräftig schüttelt. Außerdem muß äußerst sorgfältig beim Dekantieren der Leichtefraktion vorgegangen werden. Eventuelle Reste der Opalfraktion, die häufig am oberen Rand der Schwereflüssigkeit verbleiben, müssen vollständig in die dekantierte Opalfraktion gespült werden.

2.2 ERGÄNZENDE UNTERSUCHUNGEN

2.2.1 Mikroskopische Analysen

Zahlreiche Proben der 6 Bohrungen wurden mit Hilfe des Rasterelektronenmikroskopes (REM) des Geologischen Institutes (S 150 Cambridge) bei 10 kV untersucht. Ein mit dem REM kombiniertes ORTEC-Gerät zur Durchführung von Energie-dispersiven Röntgenanalysen (EDAX) wurde in vielen Fällen zur Identifizierung von Mineralkörnern benutzt.

Es wurden vorwiegend ungestörte Proben des Gesamtsedimentes, aber auch spezielle Fraktionen (häufig die Opalfraktion aus der Schwereabtrennung) im Hinblick auf Biogenopal, Diagenese und Zusammensetzung näher untersucht.

Zur ersten Orientierung der Opal-Zusammensetzung wurden Smear Slides der Opal-Fraktion mikroskopiert. Die Zusammensetzung von Biogenopal in der Grobfraktion wurde unter einem Lupenmikroskop durchgeführt. Dabei wurden ca. 500-800 Körner einer repräsentativen Teilprobe der 125-500 µm Fraktion ausgezählt. In einigen Fällen wurden nach makroskopischer Auswahl auch Dünnschliffe angefertigt, die unter dem Polarisationsmikroskop ausgewertet wurden.

2.2.2 Röntgendiffraktometrie

Zur Mineralidentifizierung und in einigen Intervallen zur genaueren Charakterisierung spezieller Mineralkomponenten wurde ein Philips PW 1050 Röntgendiffraktometer mit $\text{CoK}\alpha$ -Strahlung benutzt. Zahlreiche Proben der Bohrung 647 wurden in Gießen mit einem Siemens D 500 Diffraktometer mit $\text{CuK}\alpha$ -Strahlung bearbeitet.

Die Proben wurden jeweils bei 60°C getrocknet, pulverisiert und auf den Objektträger aufgepreßt. Je nach Fragestellung wurde in speziellen Winkelbereichen mit einer Winkelgeschwindigkeit von $2\theta = 0.03^\circ/\text{sec}$. gemessen. Eine Korrektur der Peakpositionen wurde vorgenommen, wobei der (101) Quarzpeak ($2\theta = 31.040^\circ$) mit einem Gitterabstand von $d = 3.343\text{\AA}$ zur Korrektur diente. Opal-CT wurde je nach Kristallinität zwischen 4.05-4.11Å registriert. Eine grobe Abschätzung des Gehaltes von Opal-CT wurde durch das Verhältnis der Peakflächen oder Peakhöhen von Opal-CT und Quarz durchgeführt. Die Tonmineralzusammensetzung wurde in einigen Abschnitten von Bohrung 646 und 647 nach der Methode von LANGE (1982) durchgeführt.

2.2.3 Karbonat- und TOC-Bestimmungen

Innerhalb der Arbeitsgruppe konnte auf sehr umfangreiche Karbonat- und TOC-Bestimmungen zurückgegriffen werden. Die Bestimmungen der Karbonat- und TOC-Gehalte wurden mit Hilfe eines "Beckmann" Infrarot Gas-Analysators durchgeführt, wobei jeweils CO_2 durch chemische Reaktionen freigesetzt wurde und dessen Infrarotabsorption über eine vorher aufgestellte Eichkurve in Gewichtsprozent Karbonat bzw. organischen Kohlenstoffs umgerechnet wurde. Zur Freisetzung des CO_2 bei der Karbonatbestimmung wurde eine getrocknete, homogenisierte und gewogene Teilprobe mit verdünnter Phosphorsäure im Überschuß versetzt. Zur TOC-Bestimmung wurde der organische Kohlenstoff einer weiteren Teilprobe nach quantitativer Entfernung des Karbonats mit Chromschwefelsäure in CO_2 überführt. An Bord der JOIDES Resolution gemessene Karbonat- und TOC-Daten wurden ebenfalls benutzt.

2.3 BILANZIERUNG DES SEDIMENTEINTRAGES

Eine Berechnung des Sedimenteintrages an den 6 Bohrungen wird in mehreren Teilschritten vollzogen. Über das jeweilige stratigraphische Gerüst einer Bohrung wird eine

Kerntiefen/Kernalters-Kurve konstruiert und daraus Sedimentationsraten für einzelne Abschnitte abgeleitet. Diese bilden zusammen mit sedimentphysikalischen Meßdaten die Basis, um Akkumulationsraten der Sedimente und einzelner Fraktionen zu ermitteln.

2.3.1 Aufstellung von Alters/Tiefen-Kurven und Ermittlung von linearen Sedimentationsraten

In einem ersten Schritt werden alle verfügbaren biostratigraphischen Daten, welche durch eine relativ gute absolute zeitliche Zuordnung aussagekräftig genug erscheinen und die magnetostratigraphischen Angaben zusammengestellt. Die Daten werden für jede Bohrung in Kerntiefen/Kernalters-Diagramme geplottet. Da gerade die zeitliche Zuordnung von biostratigraphischen Daten (meist LAD und FAD) trotz der großen stratigraphischen Anstrengungen in DSDP und ODP-Programmen Fehler aufweisen können, sind einzelne Alterspunkte jeweils mit einer gewissen Unsicherheit zu betrachten. Für jeden Homogenbereich wurde auf graphischem Wege eine Gerade konstruiert, welche eine für den Homogenbereich einheitliche Sedimentationsrate ergibt. Ein Verfahren, welches jedes biostratigraphische Datum als ein gesichertes Fixdatum nimmt, würde den noch existierenden Unsicherheiten der genauen Zuordnung von absoluten Altern mit biostratigraphischen Events nicht gerecht werden. Außerdem würde man durch Verbindung der einzelnen Fixdaten im Tiefen/Alters-Diagramm sehr stark schwankende Sedimentationsraten konstruieren, die keineswegs der Realität entsprechen dürften. Es scheint daher korrekter, durch eine graphische Interpolation eine für einen Zeitraum gemittelte Sedimentationsrate als sogenannte lineare Sedimentationsrate (LSR) anzugeben. Die LSR geht von der vereinfachten Annahme aus, daß die Sedimentationsgeschwindigkeit zwischen zwei Zeitmarken, welche durch die Endpunkte der Geraden bestimmt werden, konstant war.

2.3.2 Berechnung von Akkumulationsraten

LSR in m/my sind nur bedingt zu quantitativen Aussagen über den Sedimenteintrag geeignet. Die alleinige Sedimentmächtigkeit pro Zeiteinheit sagt nichts über die Porosität und Kompaktion der Sedimente aus, so daß die Menge der Sedimentpartikel nicht genau abgeleitet werden kann. LSRs unterschiedlich stark verfestigter Sedimente lassen sich daher nicht miteinander vergleichen. Aus diesem Grund haben VAN ANDEL et al. (1975) das Maß der Akkumulationsraten (AR_{BULK}) eingeführt:

$$AR_{BULK} = LSR * \text{Trockenraum-Dichte} \quad (1)$$

Die Akkumulationsrate (AR) ist ein Index für eine Sedimentmenge in einer Gewichtseinheit pro Flächeneinheit und Zeiteinheit und wird in $g/cm^2/my$ ausgedrückt (siehe auch EHRMANN & THIEDE 1985).

Die Trockenraum-Dichte (D_d = dry-bulk density) eines Sedimentes wird nach EHRMANN & THIEDE (1985) aus der Feuchtraum-Dichte (D_w = wet-bulk density) und der Porosität (POR) wie folgt errechnet:

$$D_d = D_w - (1.025g/cm^3 * POR / 100) \quad (2)$$

$$(1.025 g/cm^3 = \text{Dichte für Meerwasser})$$

Diese Berechnung wird allerdings unter der vereinfachten Annahme gemacht, daß der

Porenraum des Sedimentes vollkommen mit Wasser gefüllt ist. Die zur Berechnung der Trockenraum-Dichte (D_d) benötigten Datensätze der Feuchtraum-Dichte (D_w) und der Porosität wurden an Bord des jeweiligen Bohrschiffes gewonnen. Die Daten wurden den Initial Reports (LUYENDYK et al. 1978, ELDHOLM et al. 1987 und SRIVASTAVA et al. 1987) entnommen. Von der Akkumulationsrate des Gesamtsedimentes (AR_{BULK}) werden die Akkumulationsraten einzelner Sedimentkomponenten (Karbonat, TOC und Opal) wie folgt abgeleitet:

$$AR_{KARBONAT} = AR * \text{Gew.-% Karbonat} / 100 \quad (3)$$

$$AR_{TOC} = AR * \text{Gew.-% TOC} / 100 \quad (4)$$

$$AR_{OPAL} = AR * \text{Gew.-% Opal} / 100 \quad (5)$$

3 STRATIGRAPHIE UND SEDIMENTATIONS RATEN

3.1 BOHRUNG 408

Das stratigraphische Gerüst für die Bohrung 408 wurde anhand planktischer Foraminiferen und kalkigem Nannoplankton von "Core-Catcher"-Proben an Bord der Glomar Challenger erarbeitet (LUYENDYK et al. 1978). Paläomagnetische Messungen an den Sedimenten wurden nicht durchgeführt. Nachfolgende biostratigraphische Bearbeitungen der Foraminiferen (POORE 1978) und der Coccolithen (STEINMETZ 1978, MARTINI 1978 und BUKRY 1978) konnten die "Shipboard"-Version der Stratigraphie nur wenig verbessern, da die Probenabstände zu groß gewählt wurden. Von SPIEGLER (in SCHAEFFER & SPIEGLER 1986) wurde eine Neubearbeitung der planktischen Foraminiferen vorgelegt, die auf einem detaillierteren Probensatz basierte und deutliche Änderungen zu POORE (1978) zeigte. Dementsprechend mußten auch die bisher publizierten Sedimentationsraten von SHOR & POORE (1978) und EHRMANN & THIEDE (1986) korrigiert werden und sind in Abb. 17 nach den stratigraphischen Ergebnissen von SCHAEFFER & SPIEGLER (1986) dargestellt. Einem Hiatus, welcher aufgrund des deutlichen lithologischen Wechsels, von LUYENDYK et al. (1978) zwischen den Kernen 4 und 5 angenommen wurde, wird nicht gefolgt, da er biostratigraphisch nicht zu belegen ist. Im tieferen Teil der Bohrung etwa in 240 m Teufe wurde im Grenzbereich Mittel-/Ober-Miozän ein zweiter Hiatus von LUYENDYK et al. (1978) postuliert. Dieser ist allerdings nach den detaillierteren Daten von SCHAEFFER & SPIEGLER (1986) etwas tiefer zwischen den Kernen 28 und 29 in 265 m Teufe (Abb. 17, Tab. 5) zu finden und umfaßt dort einen größeren Abschnitt des Mittel-Miozäns von 11.7-14.2 Ma. Die LSR werden nach der Alters-Tiefenkurve (Abb. 17) für die letzten 7 Ma mit 20 m/my als konstant angesehen, obwohl gerade in den obersten 40 m durch turbiditischen Eintrag (LUYENDYK et al. 1978) starke Schwankungen in der Sedimentationsrate existierten. Höhere LSR (26 m/my) sind im Mittel-Miozän und unteren Ober-Miozän zu finden. Der Umschwung zwischen den Kernen 29 zu 30 im unteren Mittel-Miozän, von höheren LSR (17 m/my) im Hangenden zu sehr niedrigen Werten (ca. 7 m/my) im Liegenden (Abb. 17) scheint mit einem lithologischen Wechsel zu korrelieren.

3.2 LEG 104 BOHRUNGEN

Die Leg 104 Bohrungen der Norwegischen See sind mit zwei größeren stratigraphischen Problemkreisen konfrontiert. Zum einen liegen die Bohrungen sehr weit nördlich, wodurch die biostratigraphische Auflösbarkeit, welche in den niederen Breiten sehr viel günstiger ist, stärker herabgesetzt wird. Zum anderen ist eine detaillierte Stratigraphie mit kalkigen Fossilien durch die geringe Kalkschalensedimentation und Karbonatlösung im höheren Teil, welche in tieferen Teilen vollkommen durch Opal-Sedimentation verdrängt ist, nicht möglich (ELDHOLM et al. 1987). Ein detailliertes biostratigraphisches Gerüst über große Abschnitte ist im Europäischen Nordmeer nur durch die Bearbeitung der kieseligen Biogene (z.B. GOLL in press, LOCKER & MARTINI in press) möglich. Eine umfassende diatomeenstratigraphische Bearbeitung fehlt bisher. Die wesentlichen Fixpunkte zur Interpretation der Sedimentalter entstammen den paläomagnetischen Messungen von BLEIL (in press). Allerdings ergaben sich durch die zahlreich vorhandenen Hiaten und die wenigen biostratigraphischen Fixpunkte Schwierigkeiten, die sehr detaillierten Streifenmuster der

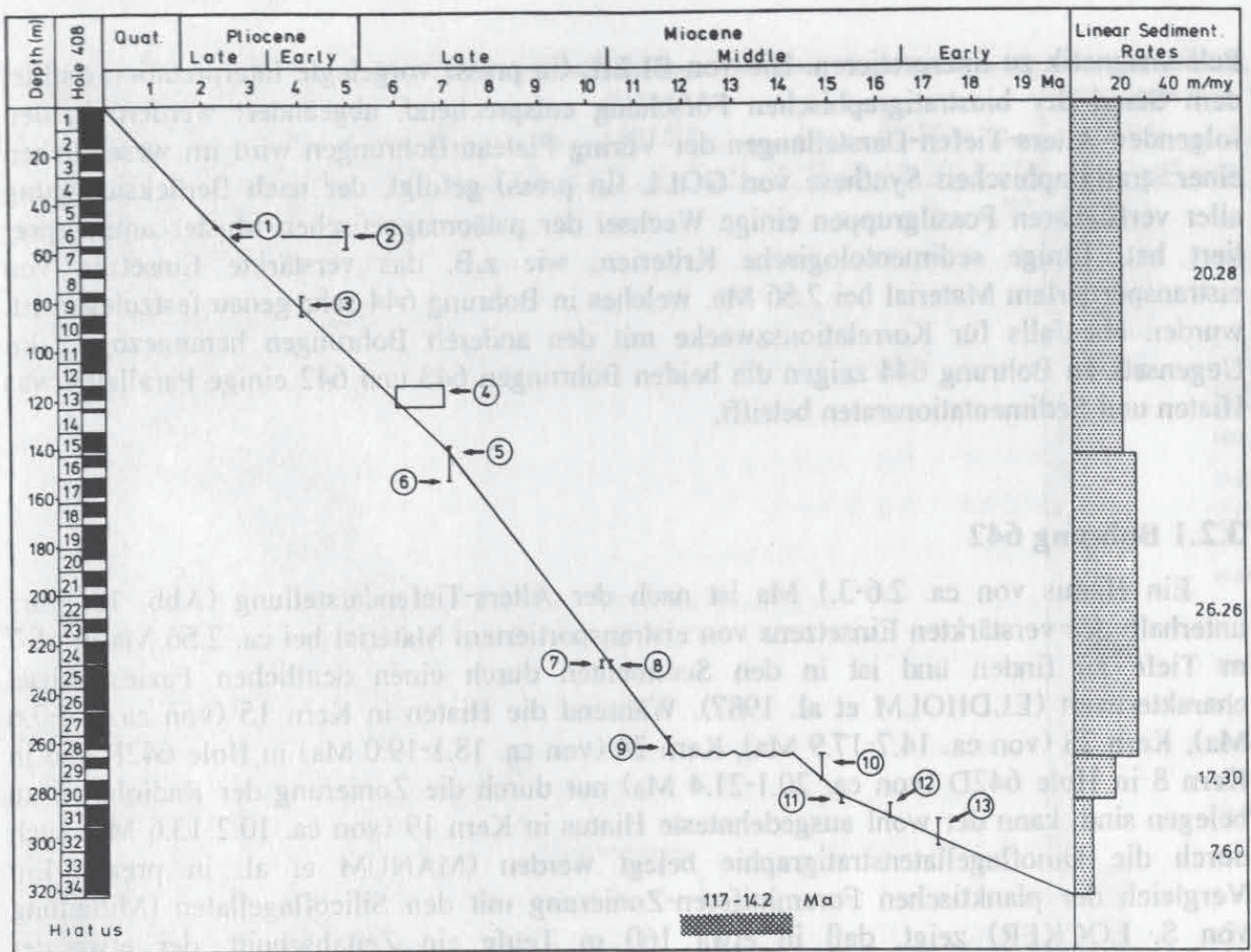


Abb. 17: Alters/Tiefen-Diagramm (mit Kernnummern und Kerngewinn) der Bohrung 408 und LSR, konstruiert nach den in Tab. 5 aufgelisteten stratigraphisch wichtige Daten planktischer Foraminiferen nach SCHAEFFER & SPIEGLER (1986).

Tab. 5: Absolute Alter planktischer Foraminiferen in der Bohrung 408 (Daten nach SCHAEFFER & SPIEGLER 1986).

Nr.	Alter	Biostrat. Daten	Tiefe
(1.)	2.3 Ma	FAD <i>inflata</i> (N22)	49.6 m
(2.)	<5.1 Ma	FAD <i>crassaformis</i> (N19ob)	49.6-50.9 m
(3.)	4.1 Ma	FAD <i>puncticulata</i> (N19/N18)	78.4-85.8 m
(4.)	6-7 Ma	L/R-Wechsel <i>atlantica</i>	114.6-123.5 m
(5.)	7.1 Ma	FAD <i>humerosa</i> (N17a)	139.9-143.9 m
(6.)	7.1 Ma	LAD <i>juanai</i> (N16)	143.9-154.7 m
(7.)	10.2 Ma	FAD <i>acostaensis</i> (N16)	228.2-230.6 m
(8.)	10.4 Ma	LAD <i>mayeri</i> (N14/13)	238.3-230.6 m
(9.)	11.6 Ma	FAD <i>pseudobesa</i> (N13)	259.5-266.4 m
(10.)	14.8 Ma	FAD <i>praemenardi</i> (N9)	266.4-277.8 m
(11.)	15.2 Ma	FAD <i>universa</i> (N9)	283.3-286.2 m
(12.)	16.2 Ma	FAD <i>glomerosa</i> (N8b)	286.2-292.4 m
(13.)	17.2 Ma	LAD <i>parawoodi</i> (N7)	292.4-303.5 m

Paläomagnetik zu interpretieren. Die von BLEIL (in press) vorgelegte Interpretation mußte, dem Stand der biostratigraphischen Forschung entsprechend, abgeändert werden. In den folgenden Alters-Tiefen-Darstellungen der Vöring Plateau-Bohrungen wird im wesentlichen einer stratigraphischen Synthese von GOLL (in press) gefolgt, der nach Berücksichtigung aller verfügbaren Fossilgruppen einige Wechsel der paläomagnetischen Muster uminterpretiert hat. Einige sedimentologische Kriterien, wie z.B. das verstärkte Einsetzen von eistransportiertem Material bei 2.56 Ma, welches in Bohrung 644 sehr genau festzulegen ist, wurden ebenfalls für Korrelationszwecke mit den anderen Bohrungen herangezogen. Im Gegensatz zu Bohrung 644 zeigen die beiden Bohrungen 643 und 642 einige Parallelen was Hiaten und Sedimentationsraten betrifft.

3.2.1 Bohrung 642

Ein Hiatus von ca. 2.6-3.1 Ma ist nach der Alters-Tiefendarstellung (Abb. 18) kurz unterhalb des verstärkten Einsetzens von eistransportiertem Material bei ca. 2.56 Ma in 66.7 m Tiefe zu finden und ist in den Sedimenten durch einen deutlichen Fazieswechsel charakterisiert (ELDHOLM et al. 1987). Während die Hiaten in Kern 15 (von ca. 6.4-7.6 Ma), Kern 23 (von ca. 14.7-17.9 Ma), Kern 24 (von ca. 18.1-19.0 Ma) in Hole 642B und in Kern 8 in Hole 642D (von ca. 20.1-21.4 Ma) nur durch die Zonierung der Radiolarien zu belegen sind, kann der wohl ausgedehnteste Hiatus in Kern 19 (von ca. 10.2-13.6 Ma) auch durch die Dinoflagellatenstratigraphie belegt werden (MANUM et al. in press). Ein Vergleich der planktischen Foraminiferen-Zonierung mit den Silicoflagellaten (Mitteilung von S. LOCKER) zeigt, daß in etwa 160 m Teufe ein Zeitabschnitt, der etwa der Coccolithen-Zone NN7 im oberen Mittel-Miozän (nach BERGGREN et al. 1985 von ca. 10.8-13 Ma) entspricht, nicht dokumentiert ist. Dies spricht ebenfalls für einen Hiatus in etwa der von GOLL (in press) postulierten zeitlichen Länge. Ausgeprägte Glaukonitbildungen in Kern 8 und Kern 11 von Hole 642D sprechen dort ebenfalls aus genetischen Gründen (nach ODIN & MATTER 1981) für Hiatusbildungen. Der ausgeprägteste Glaukonithorizont in Kern 11 trennt nach ELDHOLM et al. (1987) das Unter-Miozän vom Eozän. Dagegen stellen MANUM et al. (in press) nach der Palynomorphen-Bearbeitung die Sedimente unterhalb von Kern 11 noch ins Miozän, was aber nicht berücksichtigt werden soll, da es kontrovers diskutiert wird und in dieser Arbeit von geringer Bedeutung ist.

3.2.2 Bohrung 643

Neben dem Hiatus (von ca. 2.6-3.2 Ma), der kurz unterhalb des stärker einsetzenden eistransportierten Materials in Bohrung 642 zu verzeichnen ist, muß ein zusätzlicher kurzer Hiatus gefordert werden, da das paläomagnetische Olduvai-Event (ELDHOLM et al. 1987, BLEIL in press) nicht entwickelt ist. Durch Interpolation mit den aus Bohrung 642 bekannten LSRs läßt sich in Kern 5 ein Hiatus von etwa 1.6-1.9 Ma postulieren (siehe Abb. 18 und Tab. 7). Nach dem Windungswechsel von *N. pachyderma* von dextral nach sinistral, welcher nach SPIEGLER & JANSEN (in press) in den beiden anderen Vöring-Plateau-Sites oberhalb des Olduvai-Events existiert und in Bohrung 643 im oberen Teil von Kern 6 zu finden ist, müßte der Hiatus im unteren Teil von Kern 6 liegen. Möglicherweise spielen in diesem Abschnitt aber Umlagerungs- und Slumpingprozesse eine Rolle (ELDHOLM et al. 1987), so daß die genaue Lage einer Schichtlücke in diesem Bereich nicht weiter eingengt werden kann, was für diese Arbeit jedoch weniger von Bedeutung ist. Während die

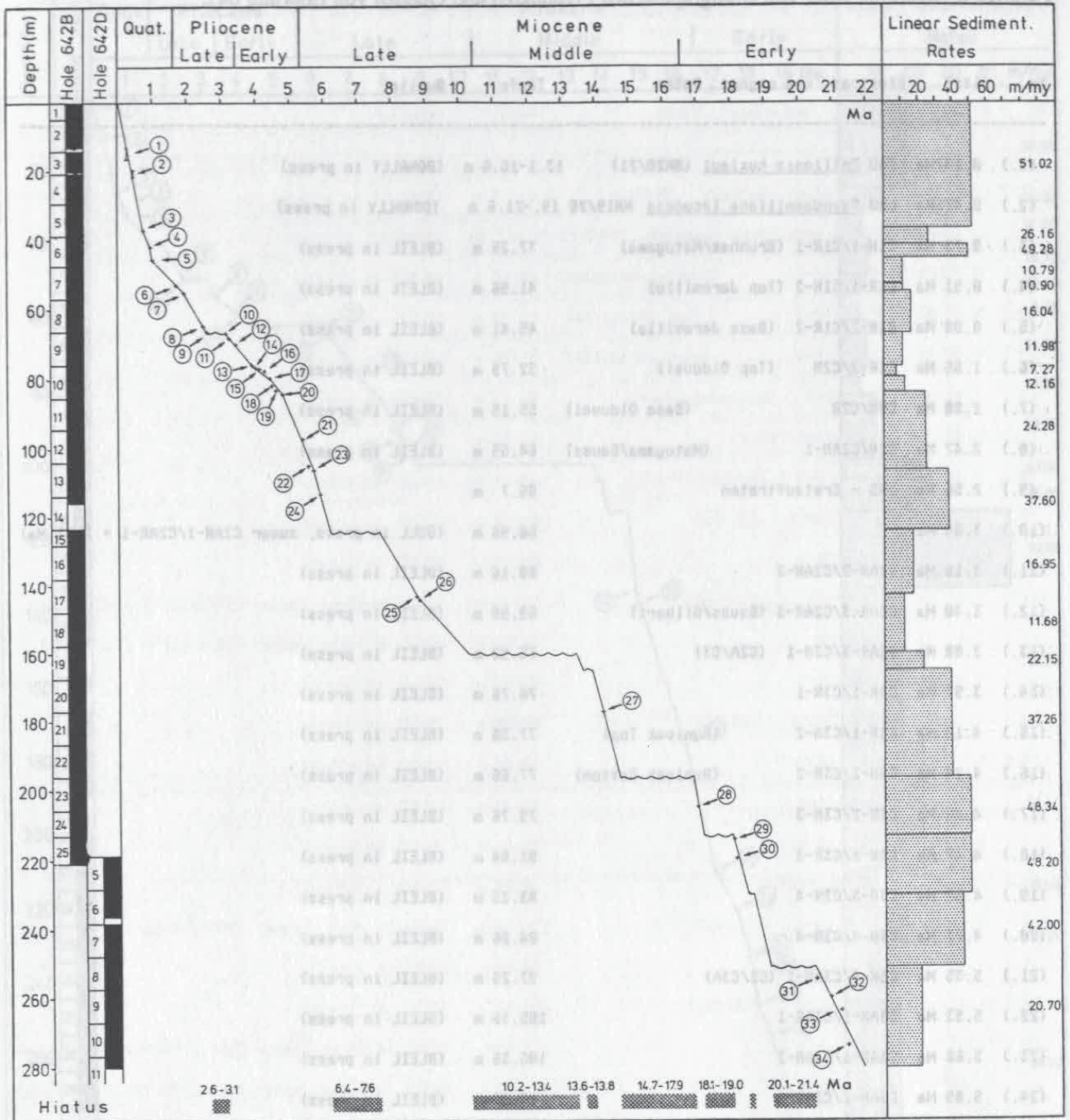


Abb. 18: Alters/Tiefen-Diagramm (mit Kernnummern und Kerngewinn) der Bohrung 642 und LSR, konstruiert nach den in Tab. 6 aufgelisteten absoluten Altern stratigraphischer Fixpunkte.

Schichtlücke zwischen Kern 7 und 8 (von ca. 4.2-6.2 Ma) von der Radiolarien-Zonierung herzuleiten ist, wird der sehr langandauernde Hiatus (von ca. 8.8-13.7 Ma) zwischen den Kernen 11 und 12 in der Radiolarien- (GOLL in press), Palynomorphen- (MANUM et al. in prep.) und benthischen Foraminiferen-Zonierung (OSTERMANN in press) belegt. Für beide Schichtlücken sprechen auch sedimentologische Kriterien (HENRICH et al. in press). Zum Liegenden hin wird die LSR (30.2 m/my) von dem letzten paläomagnetischen Fixdatum in 255 m Teufe (Nr. 27 in Tab. 7) bis zur stratigraphischen Grenze NN1/NP25 in einer Tiefe von 400 m interpoliert (Nr. 28 in Tab. 7).

Tabelle 6: Absolute Alter von stratigraphischen Fixpunkten und Quellen von Bohrung 642.

Nr.	Alter	Biostrat. und magnet. Daten	Teufe	Quelle
(1.)	0.247Ma	FAD <u>Emilliana huxleyi</u> (NN20/21)	13.1-16.6 m	(DONALLY in press)
(2.)	0.475Ma	LAD <u>Pseudoemiliana lacunosa</u> NN19/20	19.-21.6 m	(DONALLY in press)
(3.)	0.73 Ma	C1N-1/C1R-1 (Brunhes/Matuyama)	37.25 m	(BLEIL in press)
(4.)	0.91 Ma	C1R-1/C1N-2 (Top Jaramillo)	41.96 m	(BLEIL in press)
(5.)	0.98 Ma	C1N-2/C1R-2 (Base Jaramillo)	45.41 m	(BLEIL in press)
(6.)	1.66 Ma	C1R-2/C2N (Top Olduvai)	52.75 m	(BLEIL in press)
(7.)	1.88 Ma	C2N/C2R (Base Olduvai)	55.15 m	(BLEIL in press)
(8.)	2.47 Ma	C2R/C2AN-1 (Matuyama/Gauss)	64.65 m	(BLEIL in press)
(9.)	2.56 Ma	IRD - Erstauftreten	66.7 m	
(10.)	3.08 Ma		66.96 m	(GOLL in press, zuvor C2AN-1/C2AR-1 = 2.92 Ma)
(11.)	3.18 Ma	C2AR-2/C2AN-3	68.16 m	(BLEIL in press)
(12.)	3.40 Ma	C2AN-3/C2AR-3 (Gauss/Gilbert)	69.99 m	(BLEIL in press)
(13.)	3.88 Ma	C2AR-3/C3N-1 (C2A/C3)	75.98 m	(BLEIL in press)
(14.)	3.97 Ma	C3N-1/C3R-1	76.76 m	(BLEIL in press)
(15.)	4.10 Ma	C3R-1/C3N-2 (Nunivak Top)	77.36 m	(BLEIL in press)
(16.)	4.24 Ma	C3N-2/C3R-2 (Nunivak Bottom)	77.66 m	(BLEIL in press)
(17.)	4.40 Ma	C3R-2/C3N-3	79.76 m	(BLEIL in press)
(18.)	4.47 Ma	C3N-3/C3R-3	81.84 m	(BLEIL in press)
(19.)	4.57 Ma	C3R-3/C3N-4	83.35 m	(BLEIL in press)
(20.)	4.77 Ma	C3N-4/C3R-4	84.26 m	(BLEIL in press)
(21.)	5.35 Ma	C3R-4/C3AN-1 (C3/C3A)	97.26 m	(BLEIL in press)
(22.)	5.53 Ma	C3AN-1/C3AR-1	105.16 m	(BLEIL in press)
(23.)	5.68 Ma	C3AR-1/C3AN-2	106.36 m	(BLEIL in press)
(24.)	5.89 Ma	C3AN-2/C3AR-2	113.32 m	(BLEIL in press)
(25.)	8.71 Ma	C4AR-2/C4AN-3	142.86 m	(GOLL in press, zuvor C4AN-2/C4AR-2 = 8.5 Ma)
(26.)	8.80 Ma	C4AN-3/C4AR-3	144.06 m	(GOLL in press, zuvor C4AR-2/C4AN-3 = 8.71 Ma)
(27.)	14.08 Ma	C5AN-7/C5AR-7	177.42 m	(GOLL in press, zuvor C5N-1/C5R-1 = 10.42 Ma)
(28.)	16.98 Ma	C5CN-3/C5CR-3	204.68 m	(GOLL in press, zuvor C5AN-5/C5AR-5 = 13.01 Ma)
(29.)	18.12 Ma	C5DR-1/C5DN-2	213.96 m	(GOLL in press, zuvor C5AR-7/C5AN-8 = 14.20 Ma)
(30.)	18.14 Ma	C5DN-2/C5DR-2	219.66 m	(GOLL in press, zuvor C5AN-8/C5AR-8 = 14.66 Ma)
(31.)	20.45 Ma	C6N/C6R	254.56 m	(BLEIL in press)
(32.)	20.88 Ma	C6R/C6AN-1 (C6/C6A)	259.77 m	(BLEIL in press)
(33.)	21.16 Ma	C6AN-1/C6AR-1	263.52 m	(BLEIL in press)
(34.)	21.38 Ma	C6AR-1/C6AN-2	273.94 m	(BLEIL in press)

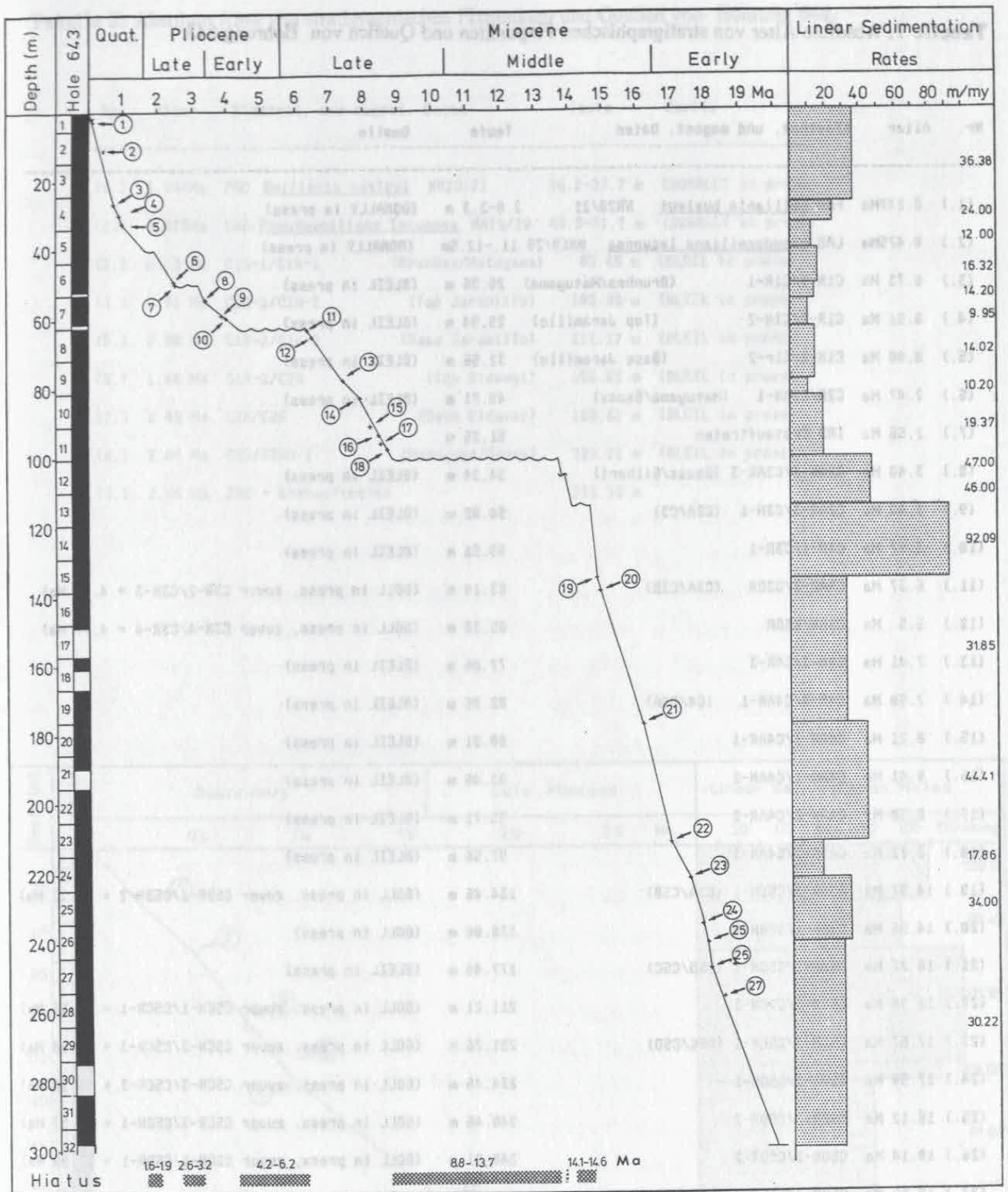


Abb. 19: Alters/Tiefen-Diagramm (mit Kernnummern und Kerngewinn) der Bohrung 643 und LSR, konstruiert nach den in Tab. 7 aufgelisteten absoluten Altern stratigraphischer Fixpunkte.

3.2.3 Bohrung 644

Die Alters-Tiefenkurve (Abb. 20) von Bohrung 644, welche nach den in Tab. 8 aufgelisteten Daten konstruiert wurde, zeigt eine kontinuierliche Sedimentation ohne einen Hiatus. Die LSR der letzten 2.7 Ma sind verglichen mit den beiden anderen ODP-Bohrungen des Vöring Plateaus relativ hoch. Für die letzten Ma ergeben sich LSR um 100 m/my und

Tabelle 7: Absolute Alter von stratigraphischen Fixpunkten und Quellen von Bohrung 643.

Nr.	Alter	Biostrat. und magnet. Daten	Teufe	Quelle
(1.)	0.247Ma	FAD <u>Emilliana huxleyi</u> NN20/21	2.0-3.3 m	(DONALLY in press)
(2.)	0.475Ma	LAD <u>Pseudoemilliana lacunosa</u> NN19/20	11.-12.5m	(DONALLY in press)
(3.)	0.73 Ma	C1N-1/C1R-1 (Brunhes/Matuyama)	26.56 m	(BLEIL in press)
(4.)	0.91 Ma	C1R-1/C1N-2 (Top Jaramillo)	29.94 m	(BLEIL in press)
(5.)	0.98 Ma	C1N-2/C1r-2 (Base Jaramillo)	32.56 m	(BLEIL in press)
(6.)	2.47 Ma	C2R/C2AN-1 (Matuyama/Gauss)	49.71 m	(BLEIL in press)
(7.)	2.56 Ma	IRD Erstaufreten	51.26 m	
(8.)	3.40 Ma	C2AN-3/C2AR-3 (Gauss/Gilbert)	54.34 m	(BLEIL in press)
(9.)	3.88 Ma	C2AR-3/C3N-1 (C2A/C3)	58.82 m	(BLEIL in press)
(10.)	3.97 Ma	C3N-1/C3R-1	59.56 m	(BLEIL in press)
(11.)	6.37 Ma	C3AR-2/C3BN (C3A/C3B)	63.19 m	(GOLL in press, zuvor C3R-2/C3N-3 = 4.4 Ma)
(12.)	6.5 Ma	C3BN/C3BR	65.33 m	(GOLL in press, zuvor C3N-4/C3R-4 = 4.77 Ma)
(13.)	7.41 Ma	C4N-3/C4R-3	77.86 m	(BLEIL in press)
(14.)	7.90 Ma	C4R-3/C4AN-1 (C4/C4A)	82.86 m	(BLEIL in press)
(15.)	8.21 Ma	C4AN-1/C4AR-1	90.81 m	(BLEIL in press)
(16.)	8.41 Ma	C4AR-1/C4AN-2	93.46 m	(BLEIL in press)
(17.)	8.50 Ma	C4AN-2/C4AR-2	95.71 m	(BLEIL in press)
(18.)	8.71 Ma	C4AR-2/C4AN-3	97.56 m	(BLEIL in press)
(19.)	14.87 Ma	C5AR-8/C5BN-1 (C5A/C5B)	134.46 m	(GOLL in press, zuvor C5BR-1/C5BN-2 = 15.13 Ma)
(20.)	14.96 Ma	C5BR-1/C5BN-2	138.06 m	(GOLL in press)
(21.)	16.22 Ma	C5BR-2/C5CN-1 (C5B/C5C)	177.46 m	(BLEIL in press)
(22.)	16.98 Ma	C5CN-3/C5CR-3	211.21 m	(GOLL in press, zuvor C5CN-1/C5CR-1 = 16.52 Ma)
(23.)	17.57 Ma	C5CR-3/C5DN-1 (C5C/C5D)	221.76 m	(GOLL in press, zuvor C5CN-3/C5CR-3 = 16.98 Ma)
(24.)	17.90 Ma	C5DN-1/C5DR-1	234.46 m	(GOLL in press, zuvor C5CN-3/C5CR-3 = 16.98 Ma)
(25.)	18.12 Ma	C5DR-1/C5DN-2	240.46 m	(GOLL in press, zuvor C5CR-3/C5DN-1 = 17.57 Ma)
(26.)	18.14 Ma	C5DN-2/C5DR-2	246.91 m	(GOLL in press, zuvor C5DN-1/C5DR-1 = 17.90 Ma)
(27.)	18.56 Ma	C5DR-2/C5EN (C5D/C5E)	255.71 m	(BLEIL in press)
(28.)	23.70 Ma	Grenze NN1/NP25	400.00 m	(DONALLY in press)

Tabelle 8: Absolute Alter von stratigraphischen Fixpunkten und Quellen von Bohrung 644.

Nr.	Alter	Biostrat. und magnet. Daten	Teufe	Quelle
(1.)	0.247Ma	FAD <i>Emiliana huxleyi</i> NN20/21	26.2-27.7 m	(DONALLY in press)
(2.)	0.475Ma	LAD <i>Pseudemiliana lacunosa</i> NN19/20	48.9-51.2 m	(DONALLY in press)
(3.)	0.73 Ma	C1N-1/C1R-1 (Brunhes/Matuyama)	83.45 m	(BLEIL in press)
(4.)	0.91 Ma	C1R-1/C1N-2 (Top Jaramillo)	103.89 m	(BLEIL in press)
(5.)	0.98 Ma	C1N-2/C1r-2 (Base Jaramillo)	111.17 m	(BLEIL in press)
(6.)	1.66 Ma	C1R-2/C2N (Top Olduvai)	166.85 m	(BLEIL in press)
(7.)	1.88 Ma	C2N/C2R (Base Olduvai)	180.81 m	(BLEIL in press)
(8.)	2.47 Ma	C2R/C2AN-1 (Matuyama/Gauss)	225.21 m	(BLEIL in press)
(9.)	2.56 Ma	IRD - Erstaufreten	235.50 m	

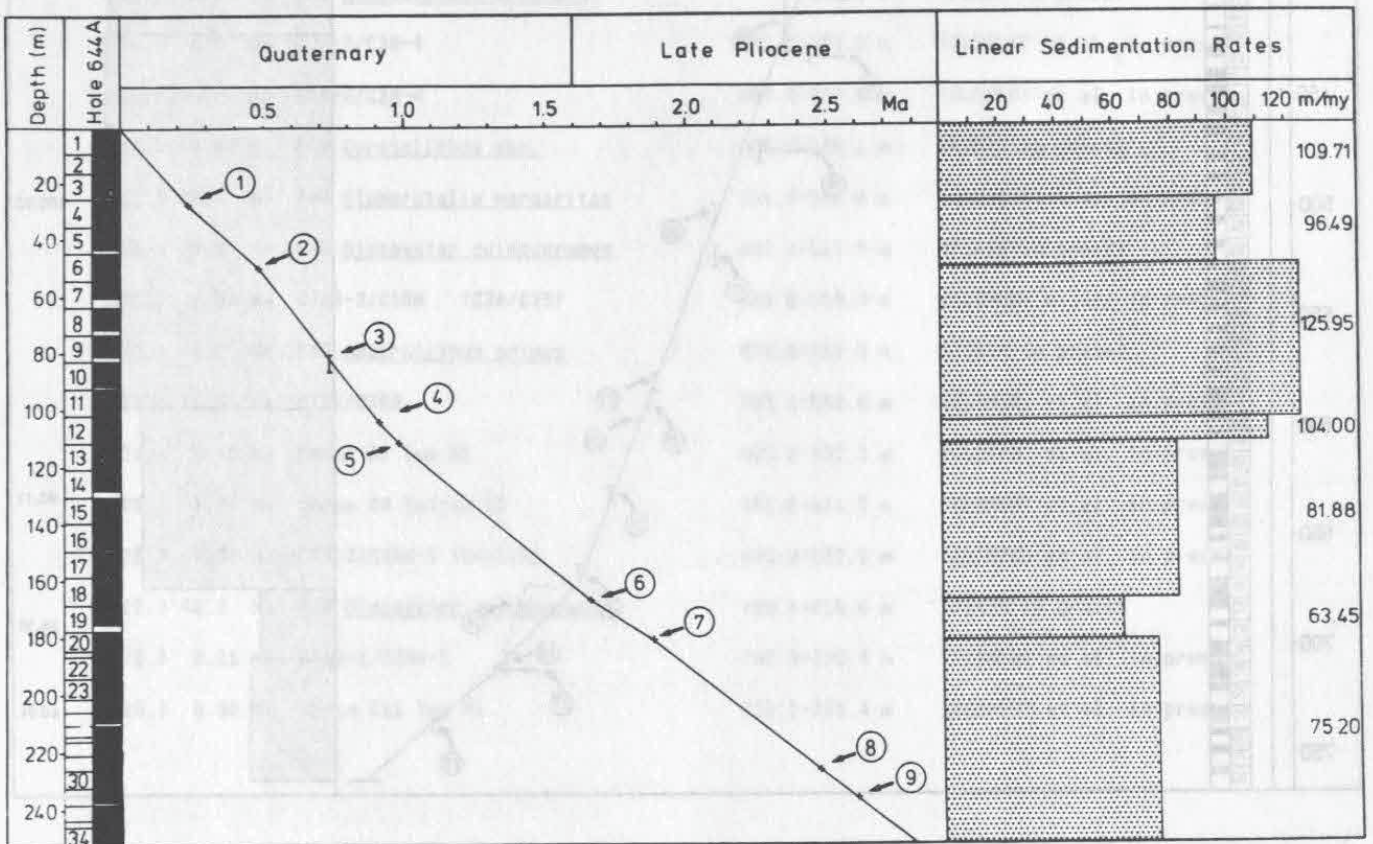


Abb. 20: Alters/Tiefen-Diagramm der Bohrung 644 und LSR, konstruiert nach den in Tab. 8 aufgelisteten absoluten Altern stratigraphischer Fixpunkte.

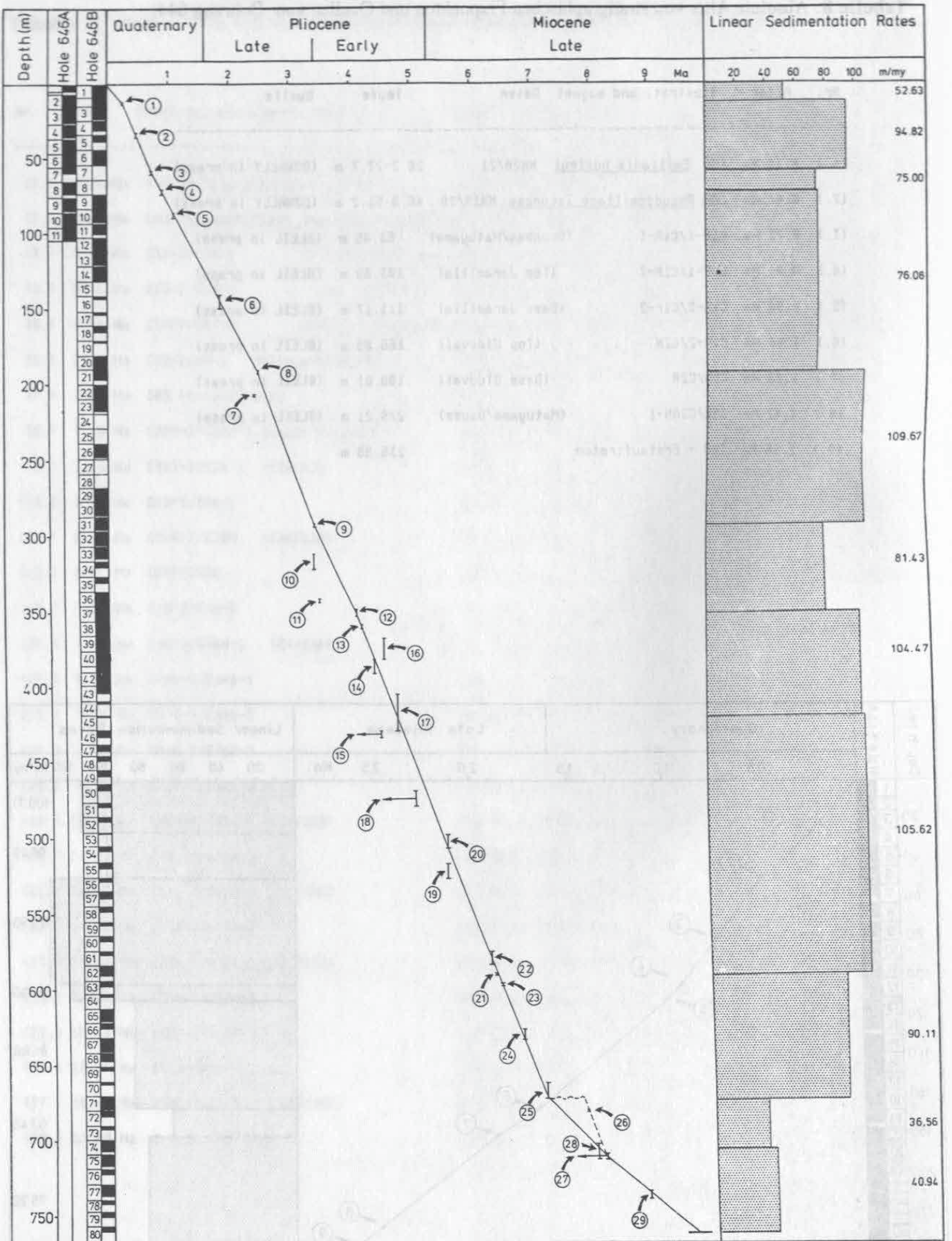


Abb. 21: Alters/Tiefen-Diagramm der Bohrung 646 und LSR, konstruiert nach den in Tab. 9 aufgelisteten absoluten Altern stratigraphischer Fixpunkte.

Tabelle 9: Absolute Alter von stratigraphischen Fixpunkten und Quellen von Bohrung 646.

Nr.	Alter	Biostrat. und magnet. Daten	Teufe	Quelle
(1.)	8.247Ma	FAD <u>Emiliana huxleyi</u> NN20/21	12.0-13.50 m	(FIRTH in press)
(2.)	8.475Ma	LAD <u>Pseudoemiliana lacunosa</u> NN19/20	33.8-35.80 m	(FIRTH in press)
(3.)	8.73 Ma	C1N-1/C1R-1 (Brunhes/Matuyama)	58.80 m	(CLEMENT et al. in press)
(4.)	8.91 Ma	C1R-1/C1N-2 (Top Jaramillo)	72.30 m	(CLEMENT et al. in press)
(5.)	1.12 Ma	Cobb Mountain Top	87.70 m	(CLEMENT et al. in press)
(6.)	1.75 Ma	LAD <u>Neogloboquadrina atlantica</u>	140.1-149.8 m	(SRIVASTAVA et al. 1987)
(7.)	2.4 Ma	LAD <u>Discoaster surculus</u> (NN16/NN17)	207.5-208.2 m	(FIRTH in press)
(8.)	2.47 Ma	C2R/C2AN-1 (Matuyama/Gauss)	190.4-192.6 m	(CLEMENT et al. in press)
(9.)	3.40 Ma	C2AN-3/C2AR-3 (Gauss/Gilbert)	292.90 m	(CLEMENT et al. in press)
(10.)	3.4 Ma	LAD <u>Globorotalia margaritae</u>	313.8-323.4 m	(SRIVASTAVA et al. 1987)
(11.)	3.5 Ma	LCO <u>Reticulofenestra pseudoumbilica</u>	342.8-345 m	(FIRTH in press)
(12.)	4.10 Ma	C3R-1/C3N-2 (Nunivak Top)	347.0-352.8 m	(CLEMENT et al. in press)
(13.)	4.24 Ma	C3N-2/C3R-2 (Nunivak Bottom)	359.4-359.5 m	(CLEMENT et al. in press)
(14.)	4.4 Ma	FAD <u>Globorotalia puncticulata</u>	381.3-391.0 m	(SRIVASTAVA et al. 1987)
(15.)	<4.5 Ma	FAD <u>Ceratolithus cristatus</u>	431.5 m	(FIRTH in press)
(16.)	4.57 Ma	C3R-3/C3N-4	367.8-382.8 m	(CLEMENT et al. in press)
(17.)	4.77 Ma	C3N-4/C3R-4	404.4-429.8 m	(CLEMENT et al. in press)
(18.)	<5.00 Ma	FAD <u>Ceratolithus spp.</u>	468.5-478.1 m	(FIRTH in press)
(19.)	5.6 Ma	FAD <u>Globorotalia margaritae</u>	516.5-526.2 m	(CLEMENT et al. in press)
(20.)	5.6 Ma	LAD <u>Discoaster quinqueramus</u>	497.1-506.9 m	(FIRTH in press)
(21.)	6.37 Ma	C3AR-2/C3BN (C3A/C3B)	588.6-589.9 m	(CLEMENT et al. in press)
(22.)	6.5 Ma	FAD <u>Amaurolithus primus</u>	574.0-583.6 m	(FIRTH in press)
(23.)	6.50 Ma	C3BN/C3BR	595.1-596.6 m	(CLEMENT et al. in press)
(24.)	6.85 Ma	Chron C7 Top N1	625.2-632.2 m	(CLEMENT et al. in press)
(25.)	7.28 Ma	Chron C4 Bottom N2	661.6-671.3 m	(CLEMENT et al. in press)
(26.)	7.90 Ma	C4R-3/C4AN-1 (C4/C4A)	680.4-682.0 m	(CLEMENT et al. in press)
(27.)	<8.2 Ma	FAD <u>Discoaster quinqueramus</u>	709.6-710.6 m	(FIRTH in press)
(28.)	8.21 Ma	C4AN-1/C4AR-1	702.8-708.4 m	(CLEMENT et al. in press)
(29.)	8.92 Ma	Chron C11 Top N1	732.2-738.4 m	(CLEMENT et al. in press)

4.1.1 Diatomeen (Bacillariophyta)

Zu den Diatomeen wird eine sehr große Gruppe mariner Algen gerechnet, welche während fernwarziger Klimalagen (Eiszeiten oder Fröhen) aus zwei Schalenhälften (Valven

mehr, während in dem Zeitraum davor 60-80 m/my erreicht werden.

3.3 LEG 105 BOHRUNGEN

Sedimentationsraten wurden bereits für die beiden Bohrungen 646 und 647 von der "Shipboard Scientific Party" (SRIVASTAVA et al. 1987) auf der Basis von vorläufigen Alters-Tiefenkurven errechnet.

3.3.1 Bohrung 646

Zur Konstruktion der Alters-Tiefenkurve (Abb. 21) der Bohrung 646 konnten neue Daten der Coccolithenstratigraphie (FIRTH in press) und eine überarbeitete Interpretation der Magnetostratigraphie (CLEMENT et al. in press) genutzt werden. Beide Datensätze (Tab. 9) ergänzen sich sehr gut. Bei kleineren Abweichungen wurde meist den Daten der Magnetostratigraphie den Vorzug gegeben. Zwischen 670-710 m Teufe ist durch die von CLEMENT et al. (in press) interpretierte Grenze zwischen Chron 4 und 4A (Nr. 26 in Tab.9) eine größere Unstimmigkeit. Es wird daher in Abb. 21 eine mögliche Variante im Verlauf der Alters-Tiefenkurve in diesem Abschnitt mit einem konstruierten Hiatus in 670 m Tiefe durch eine gestrichelte Linie zusätzlich dargestellt. Zur Berechnung der LSR wurde allerdings die erste Version ohne Hiatus, welche der "Shipboard"-Version (SRIVASTAVA et al. 1987) am nächsten kommt, benutzt.

3.3.2 Bohrung 647

Für Bohrung 647 sind bisher keine stratigraphischen Änderungen vorgenommen worden, so daß zur Berechnung der Sedimentationsraten die Alters-Tiefenkurve von SRIVASTAVA et al. (1987) übernommen wurde.

4. DER BIOGENOPAL DER UNTERSUCHTEN SEDIMENTE

4.1 DIE KOMPONENTEN DER OPAL-FRAKTION

Die Opalpartikel der untersuchten Sedimente sind ausschließlich biogener Herkunft und bestehen zum allergrößten Teil aus Hartteilen der verschiedensten marinen Organismengruppen. Diagenetischer Opal, der zeitweise auch als Opal-A' bezeichnet wird (HEIN et al. 1978, WILLIAMS & CRERAR 1985), konnte nicht nachgewiesen werden.

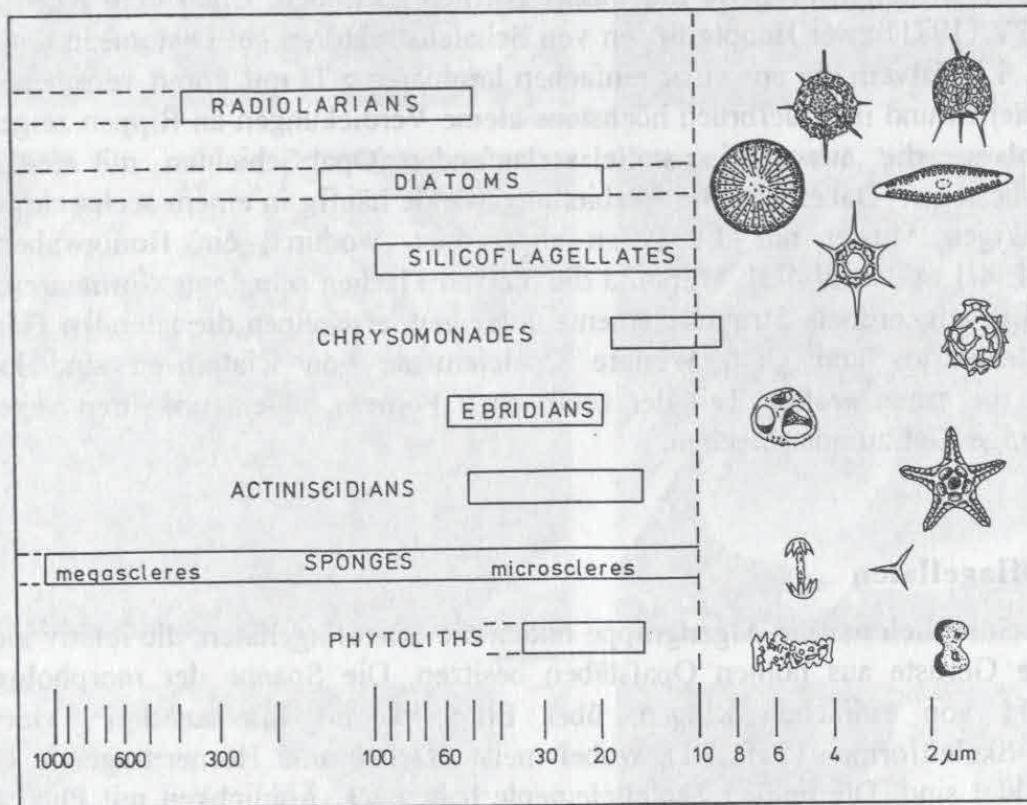


Abb. 22: Opalskelette verschiedener Organismengruppen und ihr Vorkommen in Korngrößenklassen.

Besonders die zu den Primärproduzenten gehörenden Diatomeen und zahlreiche Protophyten-Gruppen sind neben der Protozoen-Gruppe der Radiolarien und den benthisch lebenden Kieselschwämmen in den Opal-reichen Sedimenten von Bedeutung. Hinzu treten noch die Phytolithe, die als Opal-Sklerite in der Epidermis verschiedener Landpflanzen gebildet werden und als Bestandteile von Stäuben über Windtransport ins Meer gelangen. Abb. 22 gibt einen Überblick über die verschiedenen Opalskelette und ihre Korngrößenbereiche. Die Diatomeen stellen nach Individuenzahl den größten Anteil der Opalpartikel. Alle anderen Opalsklerite sind mengenmäßig weniger häufig vertreten, wobei in einigen Abschnitten Poriferen-Nadeln noch größere Bedeutung haben.

4.1.1 Diatomeen (Bacillariophyceae)

Zu den Diatomeen wird eine recht große Gruppe mariner Algen gerechnet, welche äußerst formenreiche Kieselpanzer (Theken oder Frusteln) aus zwei Schalenhälften (Valven;

Epithek und Hypothek) ausbilden. Nach der Gehäuseform werden häufig kreisförmige (Taf. 1/2) bis elliptische oder polygonale, vorwiegend radialsymmetrische Theken (Centrales) unterschieden von mehr langgestreckten lanzettförmigen bis stabförmigen Schalenstrukturen (Pennales), die eine fiedrige, vorwiegend bilateralsymmetrische Anordnung zur Apikalachse zeigen. Diatomeen-Skelette sind je nach Formengruppe durch eine Vielzahl von Feinstrukturen, z.B. feinmaschige Siebmembranen und filigrane Anhänge, wie Borsten und Stacheln, die ebenfalls aus Opal bestehen, gekennzeichnet. Diatomeen sind ein wesentlicher Bestandteil des marinen Phytoplanktons und treten sowohl einzeln als auch in vorwiegend kettenartig angeordneten Kolonien auf. Daneben sind in Tiefseesedimenten teilweise auch marin benthische sowie windtransportierte Süßwasser-Formen zu finden. Unter dem REM können nach HENDEY (1971) zwei Hauptgruppen von Schalenstrukturen bei Diatomeen unterschieden werden : 1.) Valven, die aus einer einfachen laminaren z.T. mit Poren versehenen Lage von Opal bestehen und im Querbruch höchstens kleine Verdickungen an Rippen zeigen (Taf. 4/1). 2.) Valven, die aus zwei parallel-verlaufenden Opal-Schichten mit senkrechten Querwänden bestehen. Dabei sind die Verbindungswände häufig in einem sechseckigen oder quasi-sechseckigen Muster um die Poren angeordnet, wodurch ein Honigwabennmuster resultiert (Taf. 4/1, 4/2, und 4/3). Während die Valven-Flächen sehr feine, formenreiche und sehr regelmäßig angeordnete Strukturelemente aufzeigen, erscheinen die lateralen Flächen in der Regel strukturlos und glatt. Weitere Opalelemente von Diatomeen sind kieselige Dauersporen, die einen großen Teil der zentrischen Formen bilden, um ihren vegetativen Zyklus für einige Zeit zu unterbrechen.

4.1.2 Silicoflagellaten

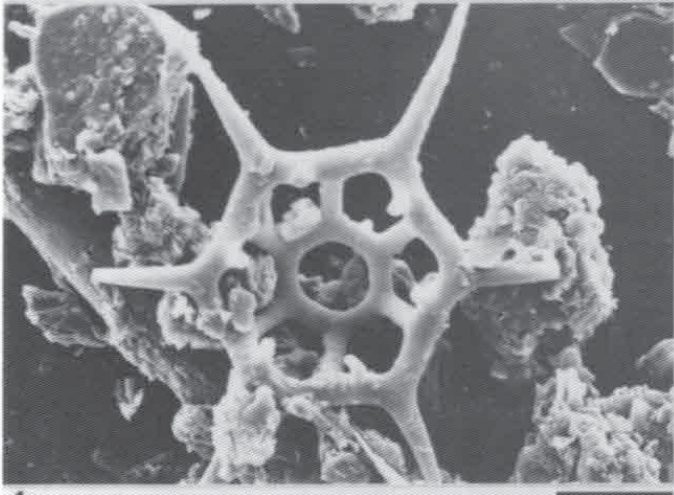
Eine ausschließlich marine Algengruppe bilden die Silicoflagellaten, die relativ zierliche, endoskelettale Gerüste aus hohlen Opalstäben besitzen. Die Spanne der morphologischen Vielfalt reicht von einfachen Ringen, über Ellipsoide bis hin zu drei-, vier- oder sechseckigen Skelettformen (Taf. 1/1), wobei meist Stachel- und Hörner-tragende Doppelringe ausgebildet sind. Die hohlen Skelettelemente haben z.T. Ähnlichkeit mit Phaeodarien-Gehäusen (Radiolarien), die ebenfalls hohle Spikularskelette besitzen. Unter dem REM lassen sich auf der Oberfläche von Silicoflagellaten teilweise netzartige Musterungen als erhabene Strukturen erkennen, welche unterschiedlich starke Knötchen auf Schnittpunkten zeigen.

4.1.3 Ebriaceen

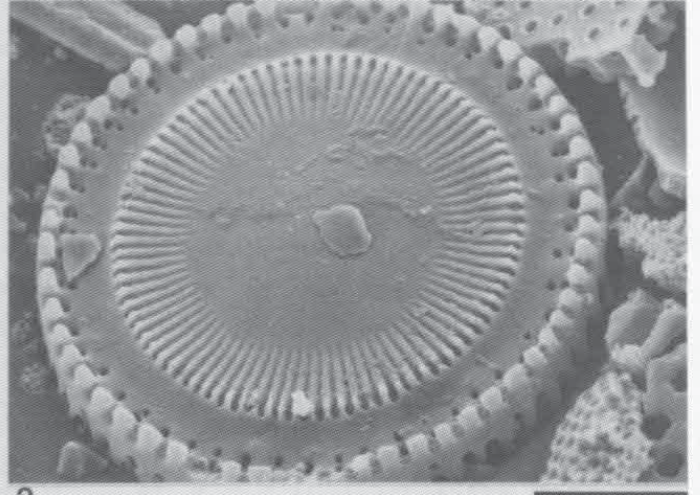
Ebenfalls zum marinen Phytoplankton zählt die Flagellaten-Gruppe der Ebriaceen, welche vasenförmige Endoskelette aus Opal bauen. Die Skelettstäbe der Ebriaceen sind im Gegensatz zu den hohlen Silicoflagellaten-Elementen massiv. Den Mittelpunkt des Skelettes bilden drei- oder vierstrahlige Elemente (Taf. 1/7), die durch periphere Spangen miteinander

Tafel 1: REM-Fotos verschiedener Opalskelette. (1) *Distephanus aculeatus*, Silicoflagellat (Site 644, Kern 34 / Maßstab = 10 µm); (2) *Paralia sulcata*, Diatomoc (Site 643 / Maßstab = 10 µm); (3) Sterraster, mikrosklere Schwammnadel (Site 644, Kern 32 / Maßstab = 20 µm); (4) Isochel, mikrosklere Schwammnadel (Probe 642B-16H-1, 116 cm / Maßstab = 10 µm); (5) Chrysomonaden-Zyste (Probe 646-30X-5, 95 cm / Maßstab = 4 µm); (6) *Aktiniscus sp.*, (Probe 643-14H-4, 40 cm / Maßstab = 10 µm); (7) *Falscbria sp.*, Ebriacee (Probe 643-18X-1, 40 cm / Maßstab = 10 µm); (8) Pancoider Phytolith (Probe 646-35X-4, 48 cm / Maßstab = 4 µm).

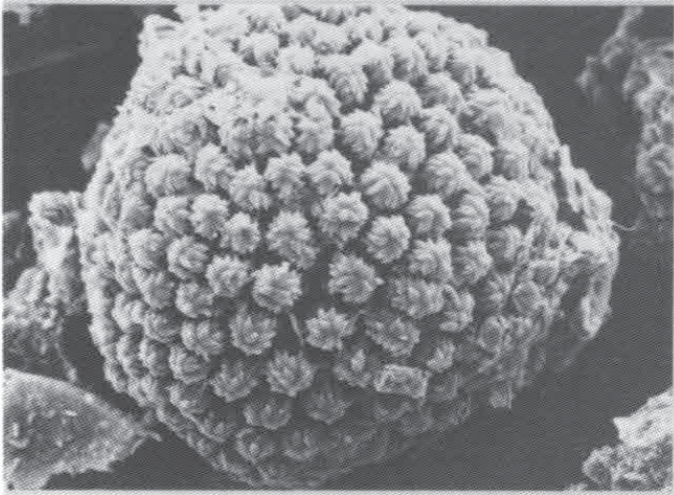
Tafel 1



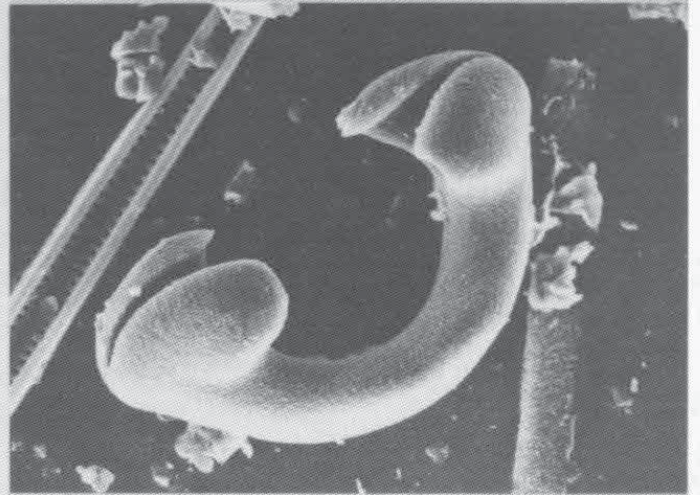
1



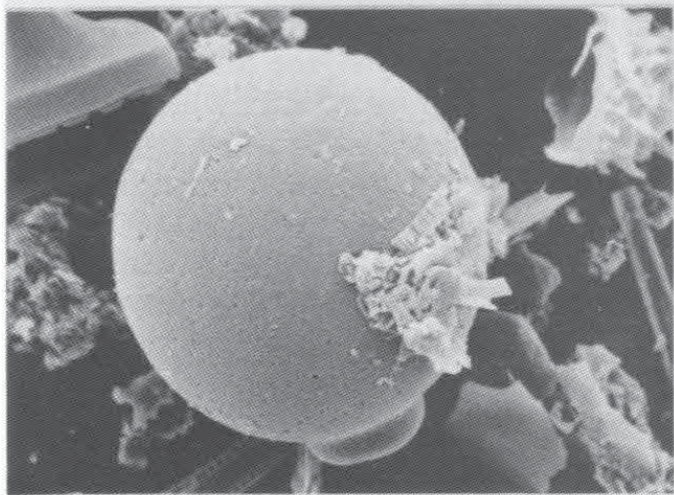
2



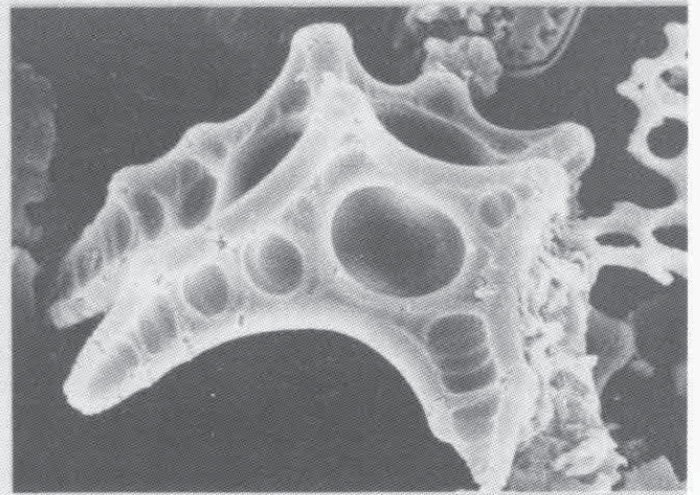
3



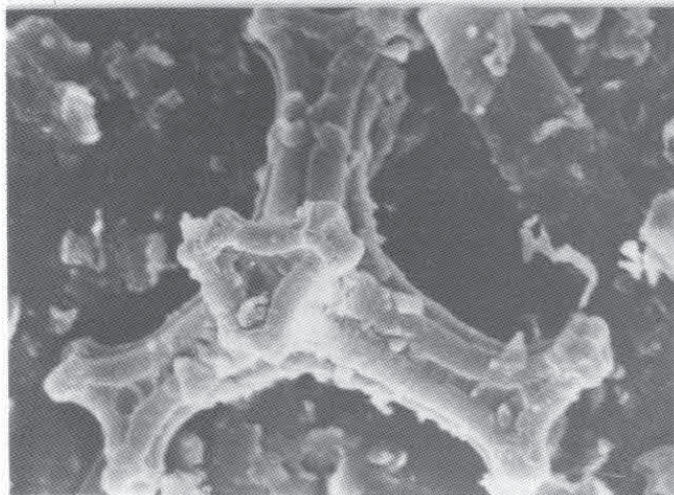
4



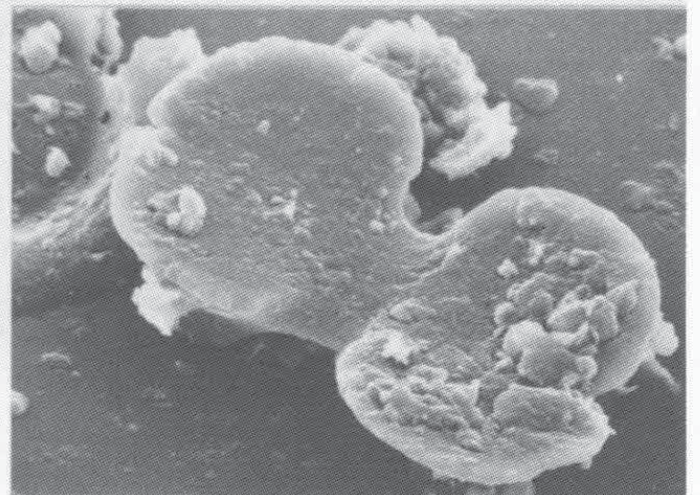
5



6



7



8

verbunden sein können, so daß meist Gitterkorb-ähnliche Gebilde entstehen. Zum Teil wurden auch Skelette, welche mit Zysten verbunden sind, beobachtet.

4.1.4 Actiniscidien

Actiniscidien gehören zu den Dinoflagellaten und bilden sehr kleine stab- oder sternförmige Innenskelette aus Opal (Taf. 1/6). Die mehr oder weniger stark gebogenen radialen Nadeln der Skelette zeigen eine reiche morphologische Ornamentierung mit Knötchen und Häkchen, transversalen und radialen Kämmen auf der Oberseite, während die Unterseiten ausgehöhlt erscheinen.

4.1.5 Chrysophyceen-Zysten

Chrysophyceen sind Mikroalgen, die zur Überdauerung ungünstiger Umweltbedingungen kieselige Zysten bilden können. Fossile Formen von Kreide bis Pliozän werden als Archeomonadaceen beschrieben (PERCH-NIELSEN 1975). Die Kiesel-Zysten sind kugel- bis flaschenförmig, wobei meist eine pfropfenförmige Verdickung im Bereich des Schlüpfloches existiert (Taf. 1/5). Die Kieselpanzer können auf der Oberfläche glatt sein oder sehr variable Strukturmuster aufzeigen.

4.1.6 Radiolarien

Neben den Diatomeen sind die Radiolarien mengenmäßig in der Gesamtbilanz des ozeanischen SiO_2 -Haushaltes von größerer Bedeutung und tragen wesentlich zur Bildung von Kieselschlämmen bei. Radiolarien leben vorwiegend solitär im Plankton und bauen kugel- bis helmförmige Gehäuse. Eine Unterteilung in vier Gruppen erfolgt nach Skelettmineralogie und -morphologie, wobei die Nassellaria und Spumellaria die wichtigsten Opalskelettbildner der Radiolarien-Gruppe sind. Die Phaeodarien, welche einen hohen Anteil organischer Substanz im Skelett einbauen, und die Acantharier, welche SrSO_4 -Skelette bauen, sind fossil - wenn überhaupt - bedeutend weniger erhaltungsfähig. Die Spumellarier haben häufig kugel- bis scheibenförmige Skelette, die entweder sehr dichte, schwammähnliche Gitterskelette bilden oder lockere, dann häufig sehr regelmäßig und schalig aufgebaute Gitterkugeln mit radialen Stacheln bilden. Die Skelette der Nassellaria sind durch polares Wachstum charakterisiert und zeigen helm- bis glockenförmige Gestalt. Es können z.T. sehr weitgitterige, nadelige Formen auftreten, genauso wie bei Porenreduktion sehr massiv gebaute Opalgehäuse zu finden sind.

4.1.7 Poriferen-Spicula

Isoliert auftretende Opal-Sklere von Kieselschwämmen (Demospongiae) sind ebenfalls Bestandteile in kieseligen Sedimenten. Die Sklere oder Spicula sind Skelettelemente von benthisch lebenden Poriferen, die ihre Hauptverbreitung in flachen Meeresgebieten besitzen. Die in Größe und Form äußerst mannigfaltig, geometrisch sehr regelmäßig gestalteten Spicula (Taf. 1/3 und 1/4) lassen sich auf charakteristische Grundformen wie monaxone, triaxone und tetraxone Nadelanordnungen zurückführen. Die Spicula besitzen eine feine

Anwachsstreifung, welche im Querbruch unter dem REM z.T. als feine, laminare, konzentrisch um den Axialkanal angeordnete Struktur zu erkennen ist (Taf. 5/4). Nach der Größe werden generell 2 Gruppen von Poriferen-Spiculae (Abb. 18) unterschieden: 1.) Die Megaskleren mit Korngrößen zwischen 0.1 bis 1 mm sind Stütz- oder Skelettnadeln, die zu zusammenhängenden Gerüsten verschmelzen können. 2.) Die Mikroskleren mit Größen zwischen ca. 0.01 bis 0.1 mm sind sogenannte "Fleischnadeln", die lose und zerstreut im Schwammnadel-Körper liegen. Beide Spicula-Gruppen sind allerdings nicht ganz scharf voneinander abgrenzbar.

4.1.8 Phytolithen

Phytolithe sind in Tiefseesedimenten zwar relativ seltene Opal-Komponenten, die aber für mögliche Rückschlüsse auf Windtransport und Vegetation von Landgebieten aufschlußreich sein können. Phytolithe werden als Opal-Sklerite in der Epidermis von verschiedenen Grasarten an Land gebildet, wobei eine Zuordnung zu konkreten Pflanzenarten bisher nicht möglich ist. Es wurden jedoch zwei künstliche Systeme der Klassifikation eingeführt, die beide nebeneinander benutzt werden. Eine rein morphologisch beschreibende Nomenklatur (TWISS et al. 1969) steht einem Klassifikationsschema nach Parataxa (DUMITRICA 1973) gegenüber. Die Gestalt von Phytolithen variiert zwischen einfachen rundlichen bis eckigen, bishin zu hantel- und stabförmigen Skleriten (Taf. 1/8).

4.2 VORKOMMEN VON BIOGENOPAL, ZUSAMMENSETZUNG UND OPALGEHALTE DER UNTERSUCHTEN SEDIMENTE



4.2.1 Bohrung 647

Die Opalgehalte der obersten 110 m, welche die lithologische Einheit I (Abb. 24) umfassen, sind generell sehr niedrig (Abb. 23). Mit Werten von weniger als 0.1 Gew.-% liegen sie etwa im Bereich der unteren Nachweisgrenze, so daß Schwankungen im Opalgehalt nicht näher interpretierbar sind (siehe auch BOHRMANN 1986). Entsprechend diesen geringen Opalgehalten sind in den Smear Slides nur wenige korrodierte Schwammnadeln und selten einmal eine Radiolarie zu finden.

Höhere Gehalte von Biogenopal sind auf die lithologischen Einheiten II, IIIa und IIIb (ca. 115-250 m Sedimenttiefe; Kern 13-25) beschränkt. Eine starke Alteration der Sedimente mit intensiver Zementation und Mineralneubildung in den Kernen 13-16 der Einheit II verhindern, daß der biogene Opalanteil dort abgetrennt und gemessen werden kann. Diese intensive Diagenese wird als fröhdiagenetisch angesehen und steht mit einer ausgedehnten Hiatusbildung und kondensierter Sedimentakkumulation in Verbindung (SRIVASTAVA et al. 1987). Die Smear Slide-Untersuchungen zeigen mit zunehmender Tiefe von Kern 13-16, jedoch eine deutliche Zunahme im Vorkommen von Opalpartikeln sowie eine Abnahme von Korrosionsstrukturen. Diese Beobachtung wird durch das Verteilungsmuster der Opalpartikel in der Grobfraktion zwischen 115-145 m Tiefe bestätigt (Abb. 23). Schwammnadeln, welche durch eine hohe Lösungsresistenz ausgezeichnet sind, wurden anscheinend durch Auflösung der leichter löslichen Diatomeen und Radiolarien angereichert. So nehmen mit zunehmender Tiefe die Prozentanteile der Schwammnadeln ab, während die Anteile der Radiolarien zunehmen (Abb. 23), welches mit einer abnehmenden Opallösung korreliert wird.

In der lithologischen Einheit IIIa zwischen 150-200 m Tiefe werden konstant hohe Opalgehalte zwischen 35-50 Gew.-% erreicht (Abb. 23, 24). In der nächst tieferen Einheit IIIb zwischen 200-240 m Tiefe übersteigen die Opalgehalte die 60 %-Grenze und erreichen in 217-225 m Tiefe über 70 Gew.-% des Gesamtsedimentes (Abb. 23). Ein Vergleich der gemessenen Opalgehalte der karbonatfreien Probe mit dem Opalgehalt des Gesamtsedimentes

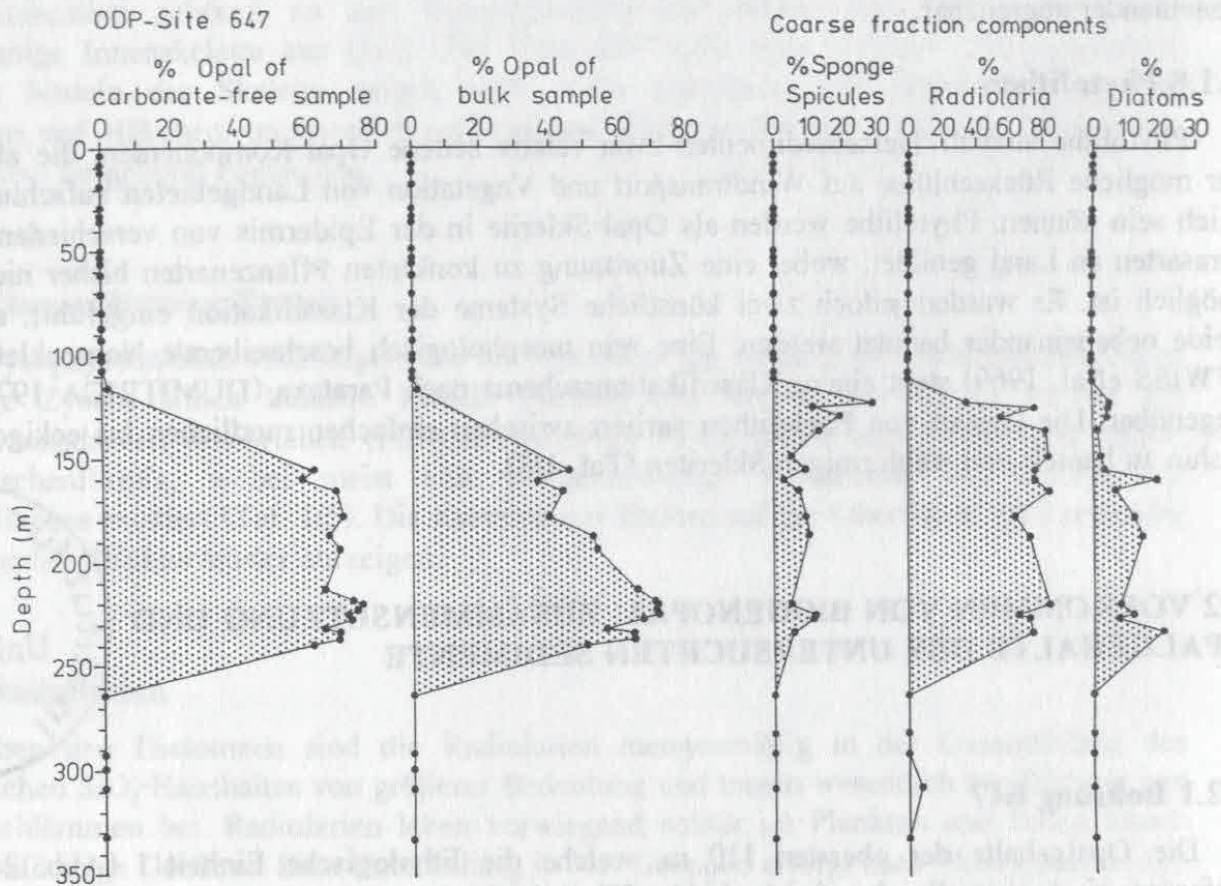


Abb. 23: Opalgehalt der Gesamtprobe und der karbonatfreien Probe und Opal-Komponenten der Grobfraction in Bohrung 647.

(in Abb. 23) zeigt deutlich zwischen 150-200 m die Verdünnung der biogenen Opalfraction durch biogenes Karbonat. Der regionale Reflektor "R3" in etwa 220 m Teufe (0.24 sec) wird allgemein mit dem Wechsel von Karbonat-reichen, kieseligen Sedimenten zu Karbonat-armen Diatomeen-Schlamm (SRIVASTAVA et al. 1987) in Verbindung gebracht. Die gemessenen Opalgehalte am Gesamtsediment stehen in guter Korrelation mit den Anteilen der Opalskelette in der Grobfraction (Abb. 23), obwohl die Grobfractionsgelalte in diesem Intervall generell unter 0.02 Gew.-% liegen und daher für die Gesamtprobe wenig repräsentativ sind. Radiolarien zeigen generell hohe Kornzahlprozent-Anteile zwischen 70-80 Vol.-% (Taf. 2/4, 2/5), während große, zentrische Diatomeen etwa zwischen 10-20 % der Grobfraction ausmachen. In beiden Kurven läßt sich allerdings der Wechsel im Gesamtopalgehalt in ca. 220 m Teufe von 40-60 Gew.-% zu konstanten Werten um 70 Gew.-% nicht nachvollziehen. Obwohl der Hauptanteil der Opalfraction ehemals schon überwiegend von Diatomeen gebildet wird, scheint zwischen 220-240 m Teufe das Diatomeen/Radiolarien-Verhältnis zu Gunsten der Diatomeen verschoben. Nach Smear

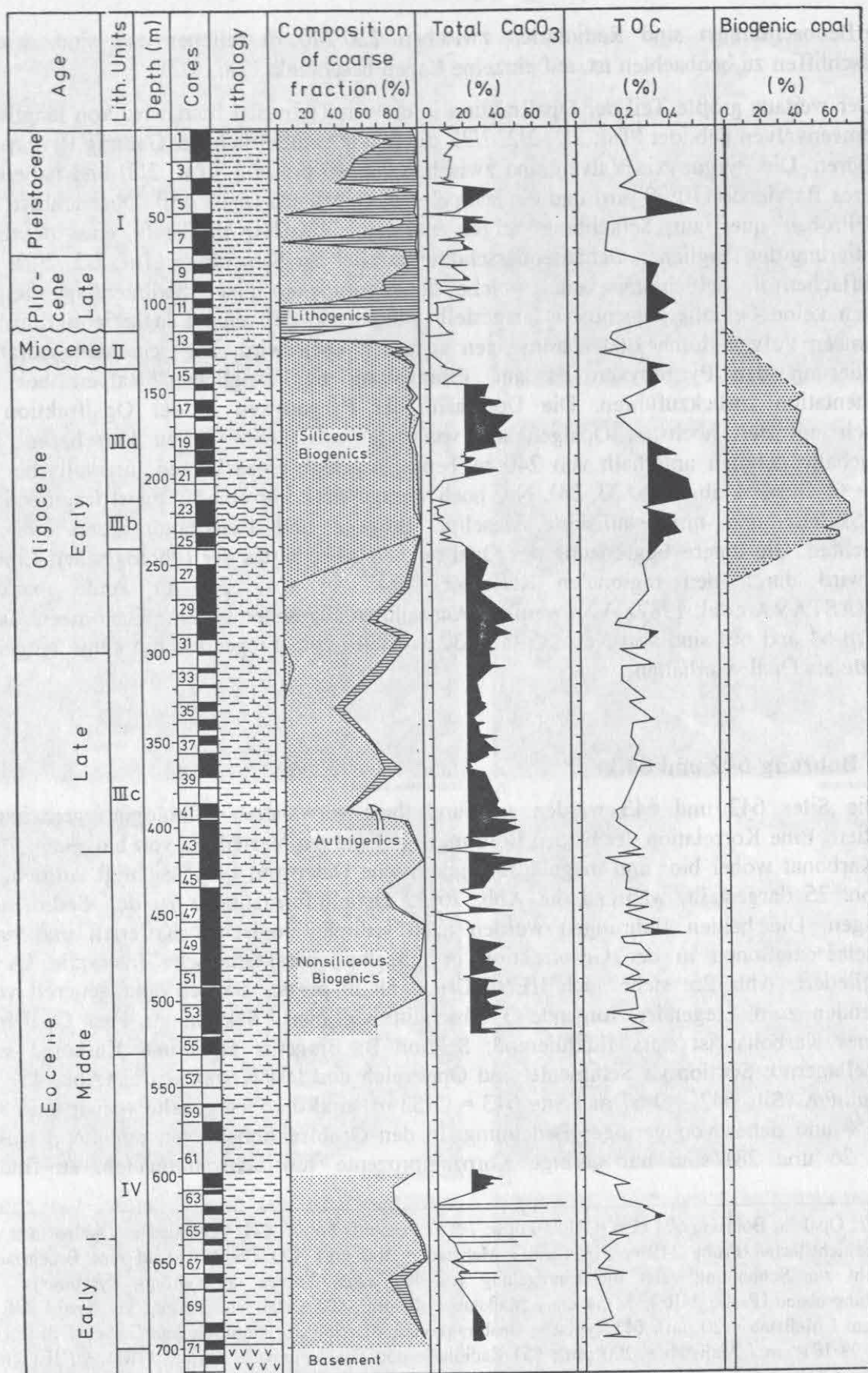


Abb. 24: Karbonat-, TOC- und Opal-Gehalte der Bohrung 647 und Verteilung der wichtigsten Partikelgruppen in der Grobfraction (aufgeteilt in biogen-kieselige, biogen-nichtkieselige, lithogene und authigene Partikel).

Slide-Beobachtungen sind Radiolarien zwischen 220-240 m seltener und sind, wie in Dünnschliffen zu beobachten ist, auf einzelne Lagen beschränkt (Taf. 2/7).

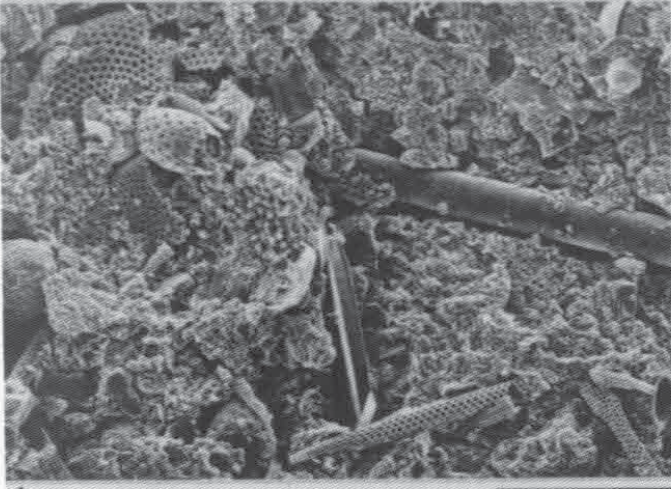
Der weitaus größte Teil der Opalfraktion in diesem Tiefenabschnitt wird von länglichen Diatomeenvalven gebildet (Taf. 2/1, 2/2, 2/3), die fast ausschließlich der Gattung *Pyrgopyxis* angehören. Die *Pyrgopyxis*-Valven sind zwischen 70-140 µm lang (Taf. 2/3) und haben ein breiteres Basalende (10-20 µm) und ein schmaleres Apicalende (5-10 µm). Dünnschliffe und REM-Proben quer zur Schichtung zeigen zwischen 220-240 m Teufe eine deutliche Orientierung der länglichen Gehäusequerschnitte parallel zur Schichtung (Taf. 2/2, 2/8). Auf Bruchflächen in Schichtungsebene, welche die *Pyrgopyxen* einer Sedimentlage zeigen, konnten keine Orientierungsmuster festgestellt werden, so daß eine Längsorientierung der Diatomeen-Valven durch Bödenströmungen ausgeschlossen wird. Die schichtungsparelle Orientierung der *Pyrgopyxen* ist auf Einregelung der länglichen Valven bei der Sedimentation zurückzuführen. Die Dominanz der *Pyrgopyxen* in der Opalfraktion ist deutlich mit den höchsten Opalgehalten von z.T. > 70 Gew.-% zu korrelieren. Die Opalgehalte nehmen unterhalb von 240 m Teufe innerhalb eines kurzen Intervalls bis auf Werte < 1 Gew.-% ab (Abb. 23, 24). Nur noch wenige stark korrodierte, meist fragmentierte Opal-Skelette und umkristallisierte kieselige Biogene und Pseudomorphosen sind zu beobachten. Die untere Begrenzung des Opal-reichen Abschnittes der lithologischen Einheit IIIb wird durch den regionalen Reflektor "R4" in etwa 250 m Teufe markiert (SRIVASTAVA et al. 1987). Von wenigen Ausnahmen abgesehen (je eine Diatomeen-Valve in Kern 64 und 66) sind von Kern 35 (ab 330 m Tiefe) zum Liegenden hin keine biogenen Skelette als Opal-A erhalten.

4.2.2 Bohrung 642 und 643

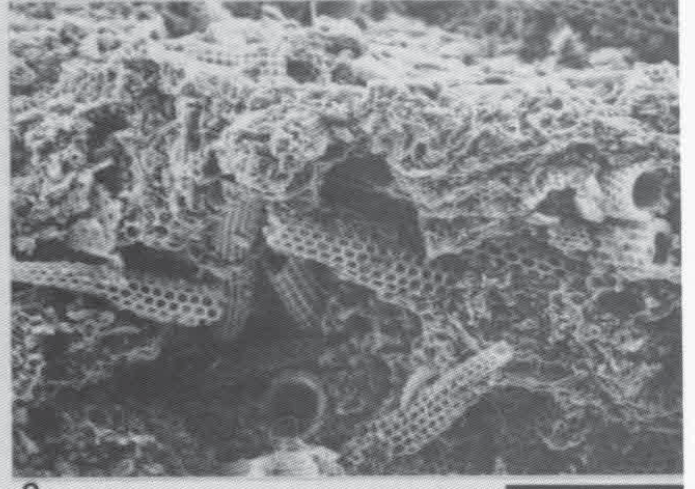
Die Sites 642 und 643 werden aufgrund ihrer verwandten Lithologien gemeinsam diskutiert. Eine Korrelation der beiden Bohrungen anhand der Verteilung von biogenem Opal und Karbonat wobei bio- und magnetostratigraphische Daten mit berücksichtigt wurden, ist in Abb. 25 dargestellt, während die Abb. 26-29 Detailinformationen zu den Sedimenten aufzeigen. Die beiden Bohrungen wurden nach sedimentologischen Kriterien und nach Partikelassoziationen in der Grobfraktion in einzelne charakteristische Intervalle (A-C) untergliedert (Abb. 25; siehe auch HENRICH et al. in press). Danach sind generell vom Hangenden zum Liegenden folgende 3 Abschnitte definiert: Sektion A: Fast Opal-frei, biogenes Karbonat ist stark fluktuierend; Sektion B: Biogener Opal und Karbonat sind wechsellagernd; Sektion C: Sedimente sind Opal-reich und fast Karbonat-frei (Abb. 25). In Abschnitt A (Site 642 = 0-67 m ; Site 643 = 0-53 m) sind die Opalgehalte vorwiegend < 1 Gew.-% und daher von geringer Bedeutung. In den Grobfraktionskurven opaliner Partikel (Abb. 26 und 28) sind nur geringe Kornzahlprozentage von Schwammnadeln zu finden

Tafel 2: Opal- in Bohrung 674 (1-6 = REM-Fotos; 7-8 Dünnschliff-Fotos). (1) Verschiedene Opalpartikel auf einer Schichtfläche (Probe 24R-4, 51-54 cm / Maßstab = 100 µm); (2) Der Blick auf eine Bruchfläche senkrecht zur Schichtung zeigt die Einregelung von länglichen Valven der Gattung *Pyrgopyxis* in Schichtungsebene (Probe 24R-4, 51-54 cm / Maßstab = 40 µm); (3) Detail von *Pyrgopyxis* (Probe 24R-4, 51-54 cm / Maßstab = 20 µm); (4) Typische Grobfraktionsassoziation der lithologischen Einheit IIIb (Probe 18R-1, 99-101 cm / Maßstab = 200 µm); (5) Radiolarie und Schwammnadel (Probe 18R-1, 99-101 cm / Maßstab = 40 µm); (6) Radiolarie und Diatomee (Probe 24R-4, 52 cm / Maßstab = 40 µm); (7) Radiolarien-reiche Lage (24R-4, 51-53 cm / Maßstab = 300 µm); (8) Ein Dünnschliff senkrecht zur Schichtung zeigt deutlich in Schichtung eingeregelt *Pyrgopyxen* (24R-4, 51-53 cm / Maßstab = 200 µm).

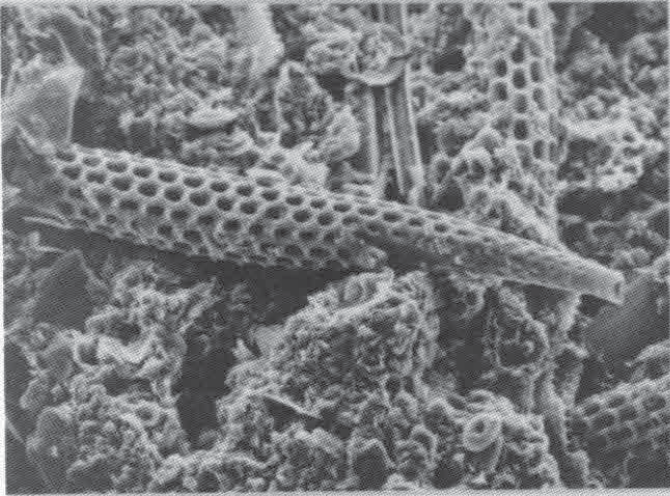
Tafel 2



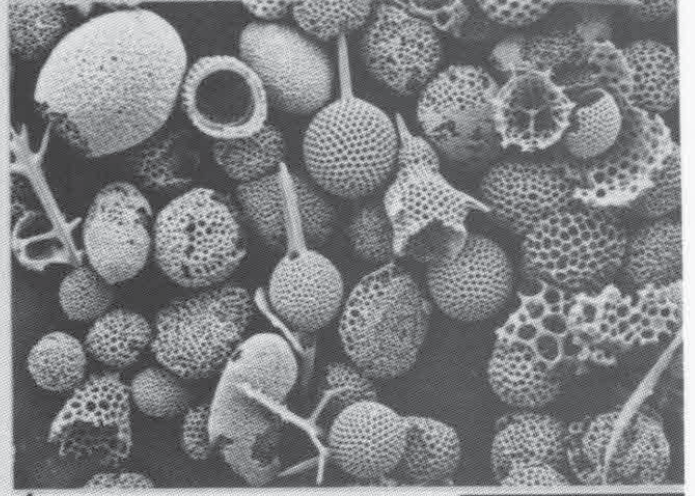
1



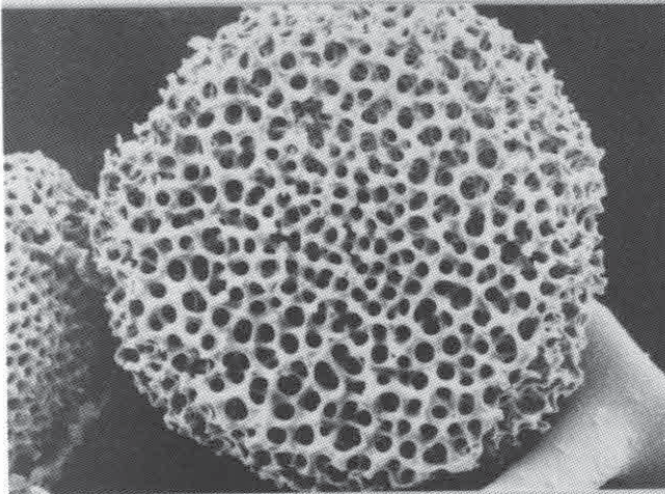
2



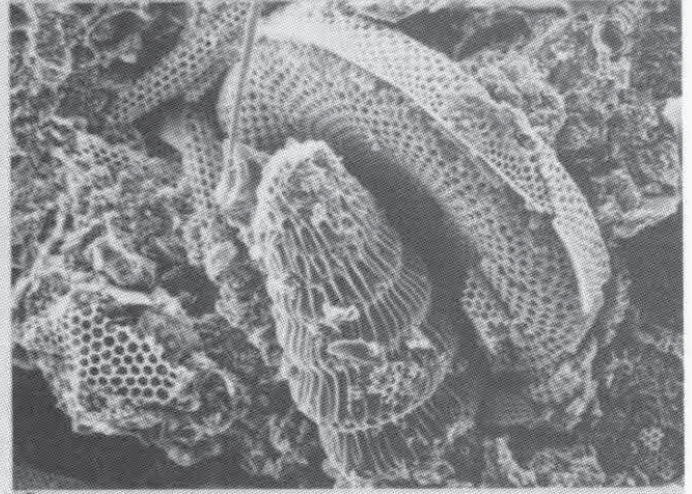
3



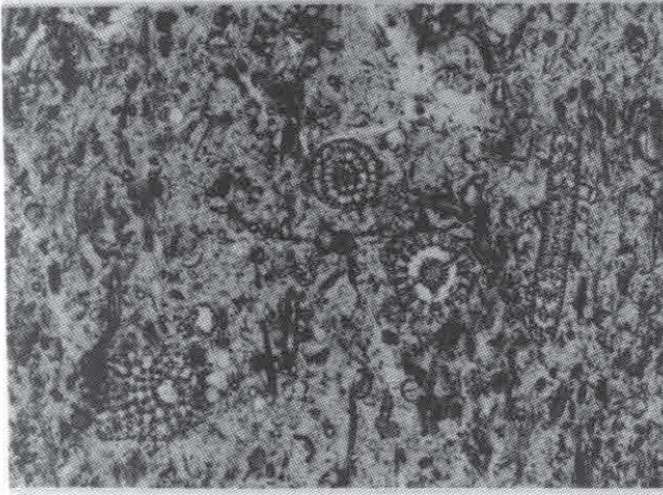
4



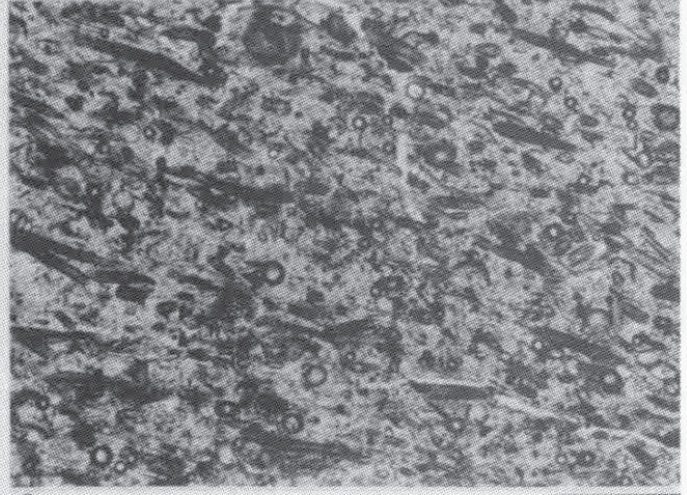
5



6

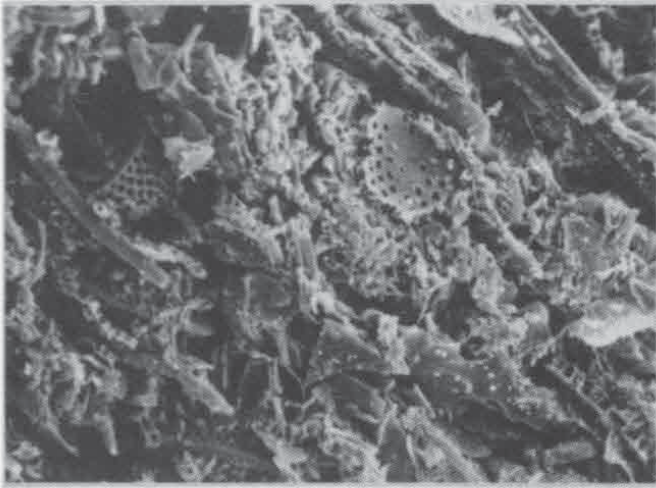


7

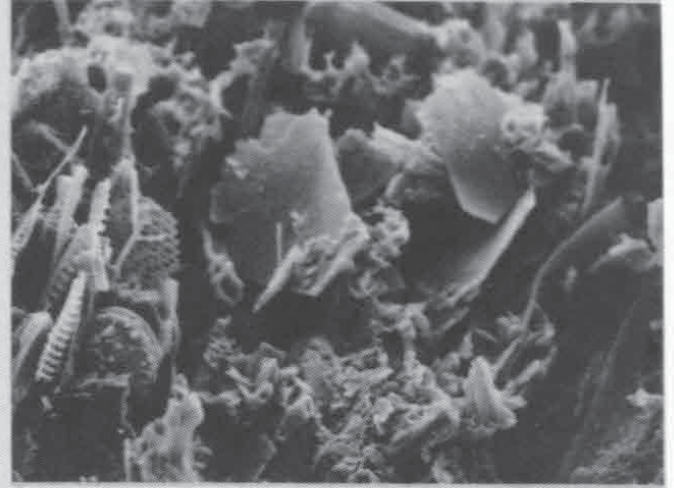


8

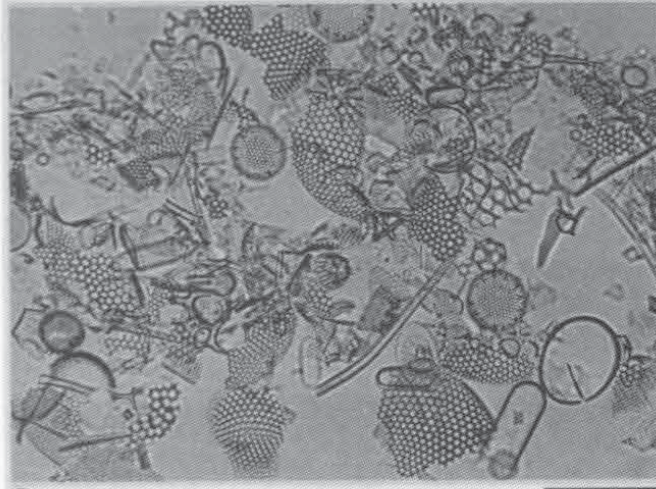
Tafel 3



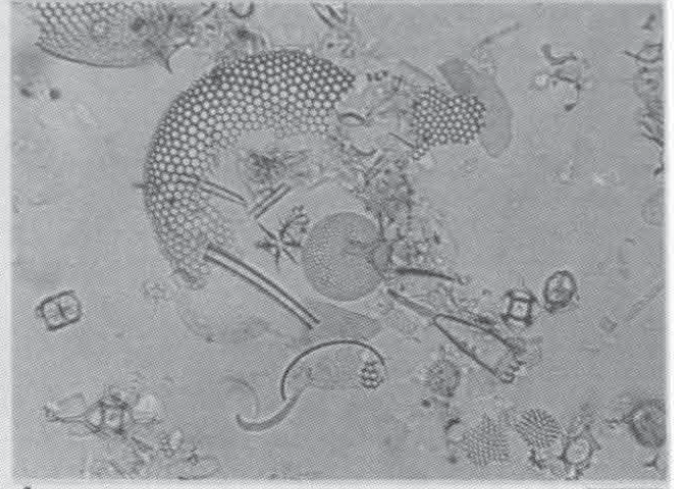
1



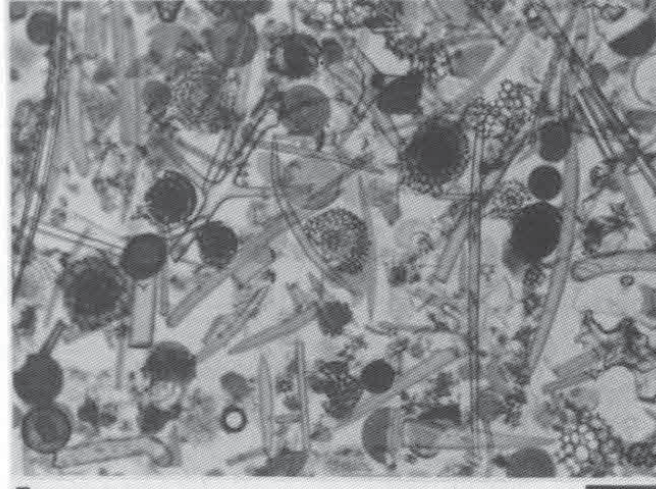
2



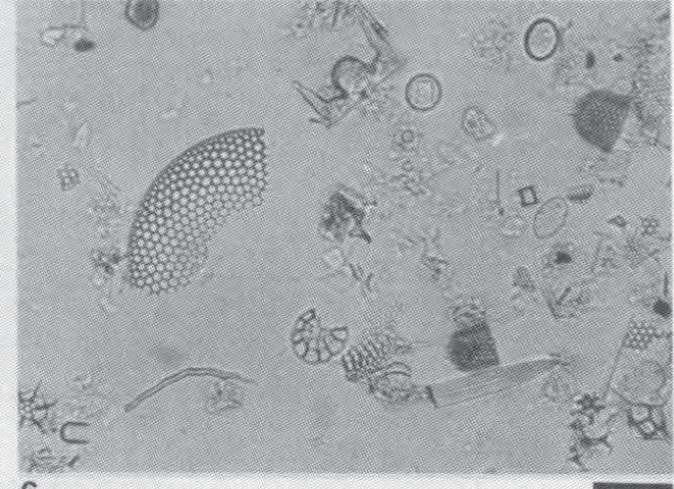
3



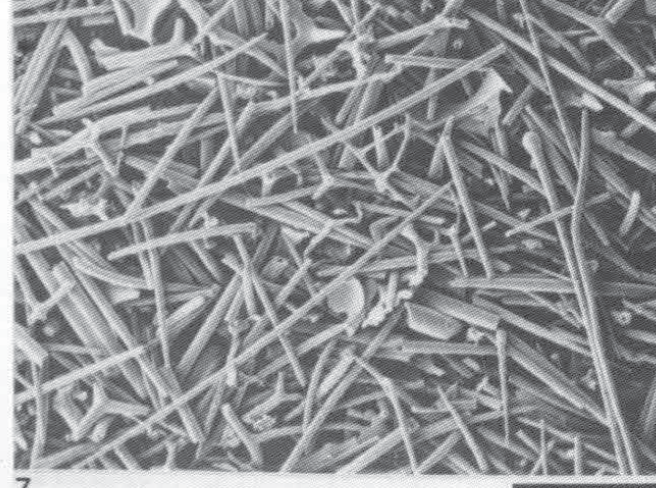
4



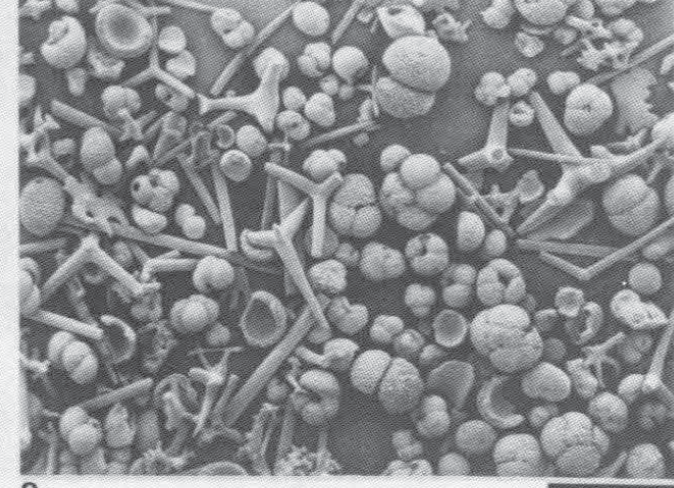
5



6



7



8

während kieselige Planktonskelette vollkommen fehlen. Dieser Abschnitt ist durch einen hohen Anteil an terrigenen Bestandteilen charakterisiert (Abb. 27 und 29), wobei in dem Land-ferneren Site 643 erhöhte Anteile in der Tonfraktion zu registrieren sind (Abb. 29). Weiterhin ist die Sektion A durch erhöhte und stark fluktuierende Gehalte der $> 63 \mu\text{m}$ -Fraktion gekennzeichnet (Abb. 26 und 28). Höhere Gehalte über 10 Gew.-% werden in tieferen Intervallen der Bohrungen nur noch in Aschenlagen und diagenetischen Horizonten registriert (Abb. 26). In Abschnitt B (Site 642 = 67-163 m ; Site 643 = 53-100 m) wurden unterschiedliche Gehalte von Opal gemessen. In den Abschnitten B₁ und B₂ in Site 642 (Abb. 25; 67-106 m Tiefe) wurden Opalgehalte von 2-16 Gew.-% registriert, die in der Sektion B₁ von Site 643 (53-60 m) ihre Entsprechung finden. Abschnitt B₂ der Bohrung 643 ist aufgrund der Schichtlücken genauso wie der obere Teil von Sektion B₃ nicht entwickelt. In dem Abschnitt B₃ (Site 642 = 106-163 m; Site 643 = 60-100 m) wurden in Site 643 (Abb. 28) bereits sehr hohe Opalgehalte von 55 Gew.-% gemessen, während in Site 642 nur Maximalwerte um 25 Gew.-% erreicht werden konnten.

Die höchsten Opalgehalte wurden in Sektion C gemessen (Site 642 = 163-230 m; Site 643 = 100-300 m). Diese schwanken in Bohrung 642 zwischen 30-66 Gew.-% (Abb. 26), wobei der Mittelwert in dieser Sektion bei 45 Gew.-% liegt. Dagegen wurden generell höhere Opalgehalte zwischen 42-78 Gew.-% in Sektion C der Bohrung 643 gemessen (Abb. 28). Der errechnete Mittelwert liegt bei 58 Gew.-% Opal. Die höchsten Opalgehalte, welche in dieser Arbeit überhaupt gemessen wurden, sind mit fast 80 Gew.-% in Kern 26 der Bohrung 643 zu finden. Die Sedimente in Abschnitt C bestehen überwiegend aus biogenem Opal, wobei noch wechselnde Gehalte von Tonmineralien (Abb. 27 und 29) und zahlreiche authigene Mineralpartikel hinzukommen. Die Bohrung 642 zeigt in Abschnitt C Tonmineralgehalte von ca. 40-45 Gew.-%, während Bohrung 643 entsprechend den höheren Opalgehalten geringere Tongehalte zwischen 20-40 Gew.-% aufweist.

Der Vergleich der Opalgehaltskurven mit den opalinen Grobfractionsanteilen zeigt eine gute Übereinstimmung (Abb. 26 und 28). Die Kurve der Kornzahlprozent-Anteile der aufsummierten Opalpartikel $> 63 \mu\text{m}$ korreliert generell mit der Kurve der gemessenen Opalgehalte. Scheinbar kleinere Abweichungen sind durch die geringere Probedichte bei den Opalgehaltsbestimmungen am Gesamtsediment zu erklären. Minima in den Kornzahlprozent-Kurven der opalinen Grobfractionspartikel sind vorwiegend dann zu beobachten, wenn die Maxima in der $> 63 \mu\text{m}$ -Fraktion auftauchen (Abb. 26). Dies zeigt deutlich die Verdünnung der opalinen Grobfraktion durch andere Partikel, wie z.B. vulkanische Aschenkomponenten und authigene Körner. Der Hauptanteil der Grobfraktion besteht überwiegend aus kieseligen Plankton-Skeletten von vorwiegend Radiolarien, die bei hohen Gesamtopalgehalten deutlich ihre Maxima zeigen (Abb. 26 und Abb. 28). In beiden Bohrungen sind Maxima in den Kornzahlprozentanteilen der Schwammnadeln $> 63 \mu\text{m}$ in

Tafel 3: Opal der Bohrungen 643 und 408. (1) Opal-reiches Sediment in der Übersicht zeigt zahlreiche Opal-Fragmente (Probe 642D-8X-1, 115 cm / Maßstab = 40 μm); (2) Sedimentübersicht einer nichtaufbereiteten Opal-reichen Probe (Probe 643-25X-3, 50 cm / Maßstab = 20 μm); (3) Smear Slide-Übersicht der Opalfraktion nach Abtrennung in der Schwerelösung (Probe 643-29X-4, 39 cm / Maßstab = 30 μm); (4) Phytoplankton-Skelette (Diatomeen, Silicoflagellaten, Ebriaceen, Actiniscidien) in der Opal-Fraktion (Probe 643-14H-4, 40 cm / Maßstab = 10 μm); (5) Opalfraktion mit vorwiegend Radiolarien und Diatomeen, untergeordnet Diatomeen (Probe 408-26-6, 2 cm / Maßstab = 100 μm); (6) Phytoplankton-Skelette der Opalfraktion (Probe 408-25-2, 108 cm / Maßstab = 10 μm); (7) Die REM-Aufnahme der Opalfraktion nach Abtrennung in der Schwerelösung zeigt die Dominanz großer Poriferen Spiculae in Kern 14 von Site 408 (Probe 408-14-CC, 6 cm / Maßstab = 400 μm);

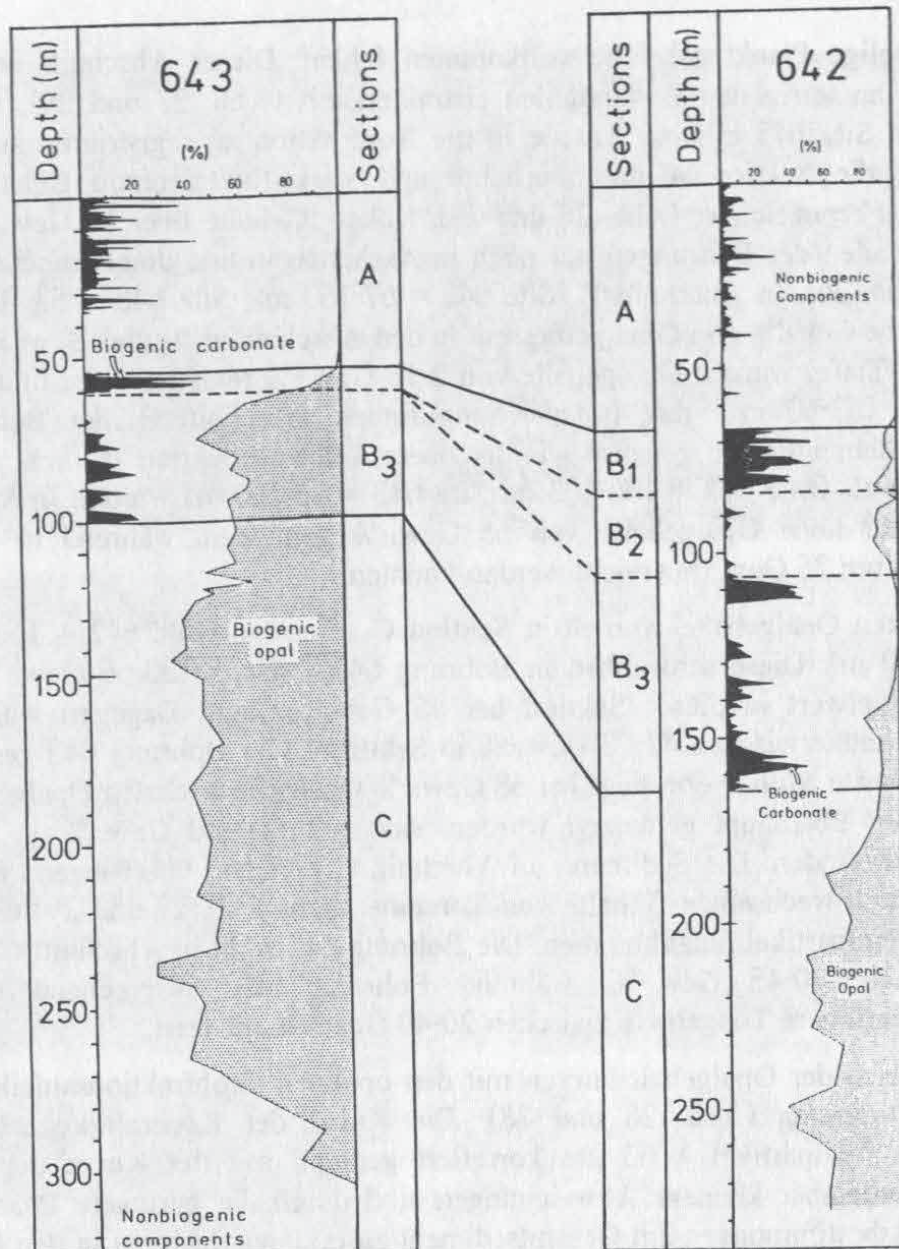


Abb. 25: Lithologische Korrelation der beiden Bohrungen 642 und 643 anhand der Karbonat- und Opalgehaltskurven unter Berücksichtigung der stratigraphischen Daten (siehe HENRICH et al. in press).

den Abschnitten B₁ bis zum oberen Teil von B₃ (Abb. 25) ausgebildet (Site 642 = 70-110 m; Site 643 = 53-65 m), die in diesen Abschnitten vorwiegend mit Peaks der kieseligen Planktonskelette antikorrelieren (Abb. 26 und 28). Die Anreicherung der sehr lösungsresistenten Poriferen Spiculae in beiden Bohrungen in etwa gleichalten Intervallen ist nicht oder nur untergeordnet auf verstärkte frühdiagenetische Opallösung in Verbindung mit Hiatusbildung in diesem Intervall zurückzuführen. In Bohrung 643 sind zwar in diesem Bereich Hiaten entwickelt (Kapitel 3.2.2), die aber in Site 642 nicht nachgewiesen werden konnten. Die höheren Gehalte von Schwammnadeln in diesem Intervall sind daher sehr wahrscheinlich als ein Signal erhöhter Benthosproduktivität zu verstehen.

Zur Interpretation dieser Opal-reichen Sedimente muß das Gesamtsediment betrachtet werden. Innerhalb der Sektionen B und C haben die Phytoplanktonskelette von vorwiegend Diatomeen und zu geringeren Anteilen von Silicoflagellaten, Ebriaceen und Actiniscidien eine Vormachtstellung, wie die zahlreichen Smear Slide-Beobachtungen belegen (Taf. 3/3,

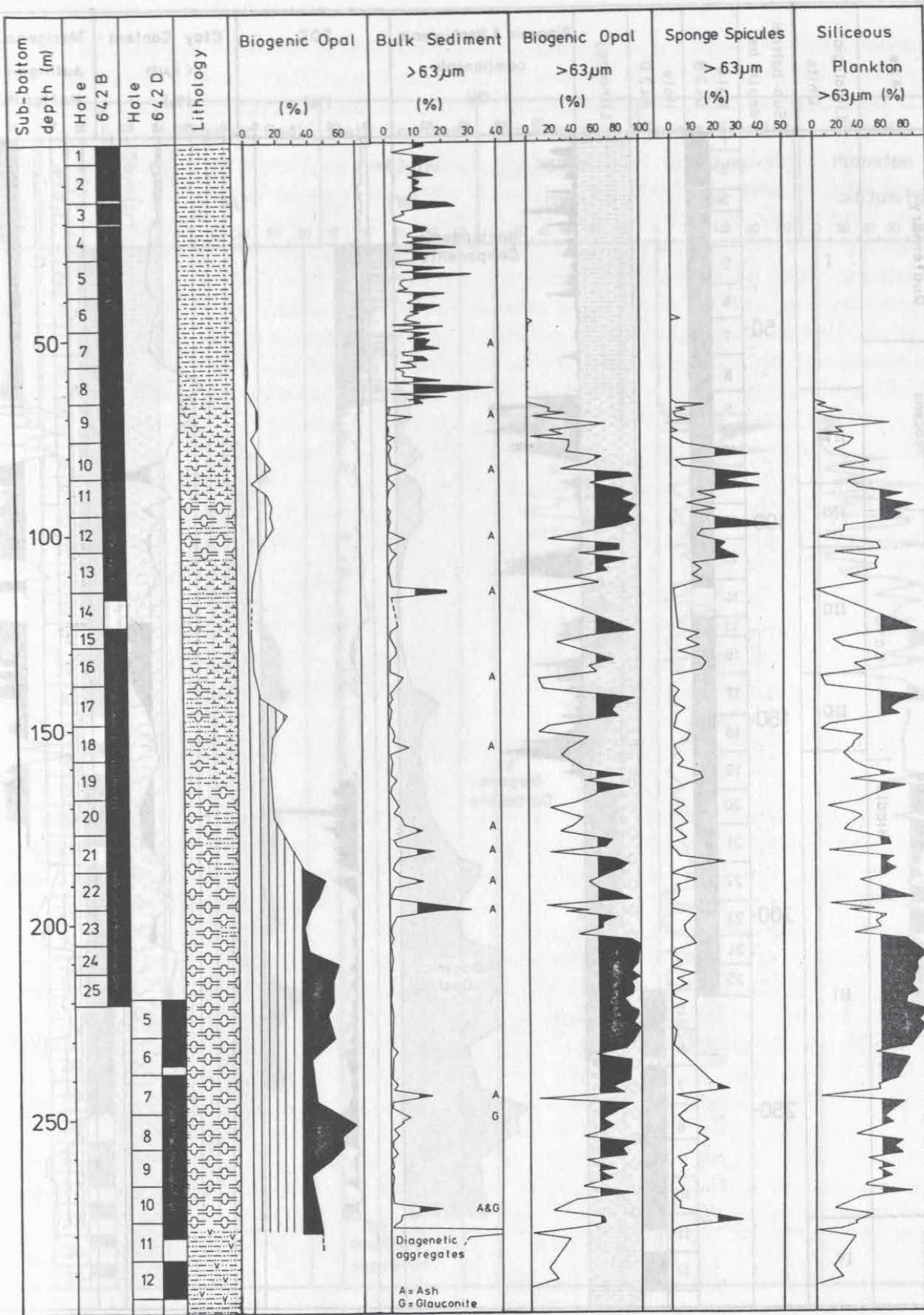


Abb. 26: Opal- und Grobfractionsgehalte in Gew.-% der Bohrung 642 und ausgezählte Opalpartikel der Grobfraction in Kornzahl-% (Biogener Opal > 63 µm = Radiolarien, Diatomeen und Schwammnadeln; Kieseliges Plankton > 63 µm = Radiolarien und Diatomeen).

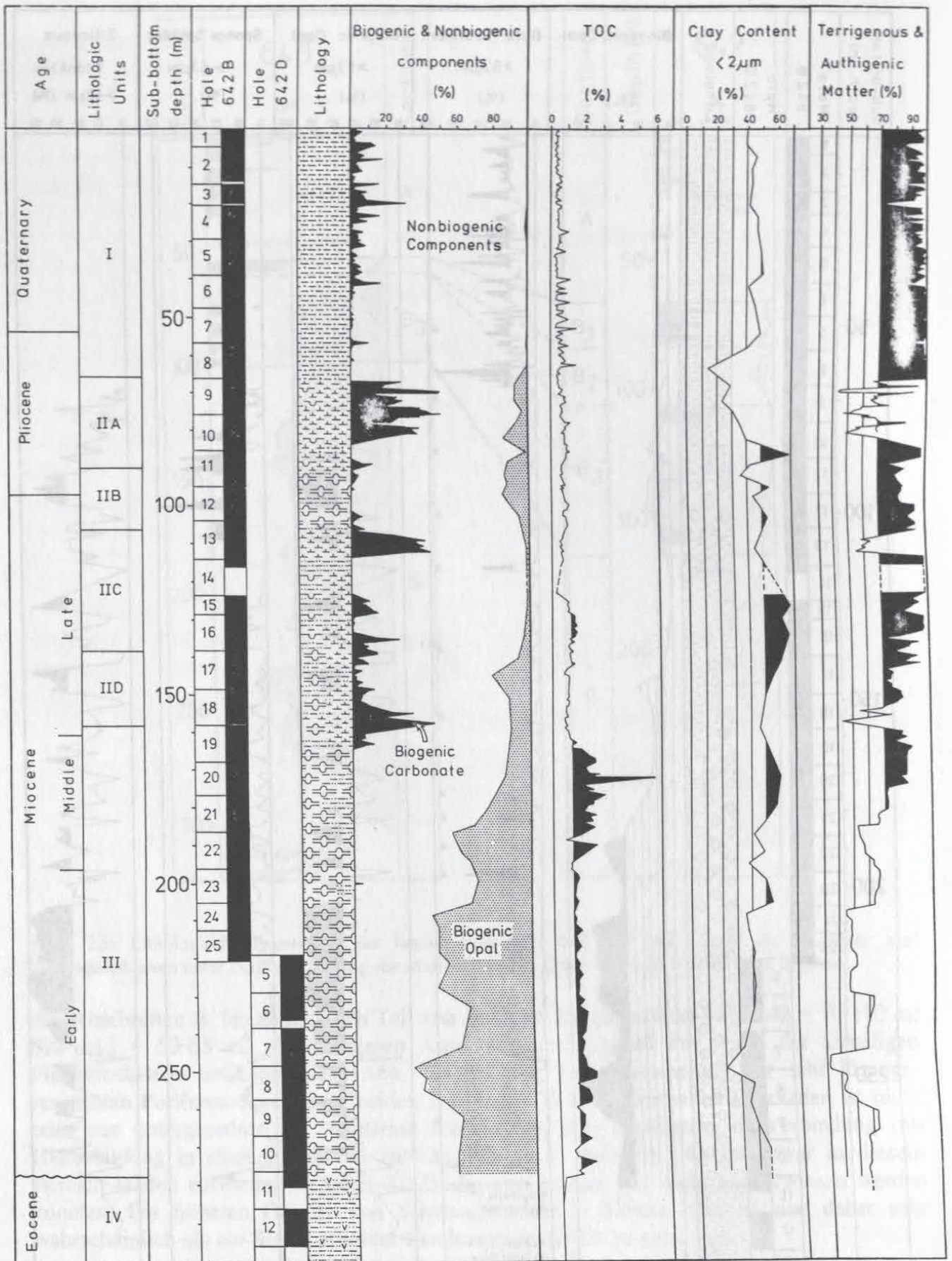


Abb. 27: Opalgehalte in Gew.-% und Korrelation mit Stratigraphie und Lithologie der Bohrung 642. Weiterhin sind wichtige sedimentologische Parameter, wie Karbonat-, TOC- und Tonghalte und errechnete Nichtbiogen-Anteile in Gew.-% aufgetragen.

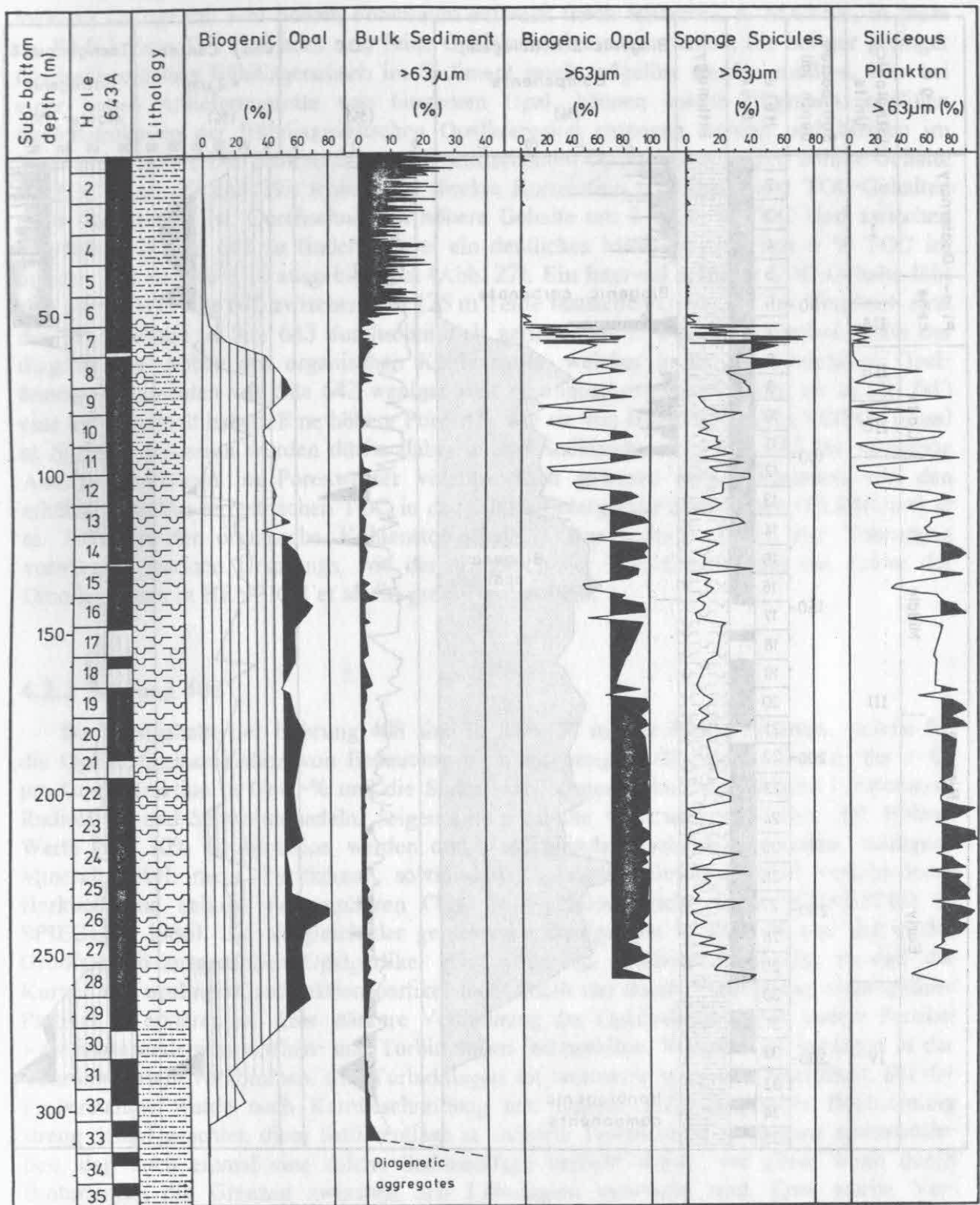


Abb. 28: Opal- und Grobfraktionsgehalte in Gew.-% der Bohrung 643 und ausgezählte Opalpartikel der Grobfraktion in Kornzahl-% (Biogener Opal > 63 µm = Radiolarien, Diatomeen und Schwammnadeln; kieseliges Plankton >63 µm = Radiolarien und Diatomeen).

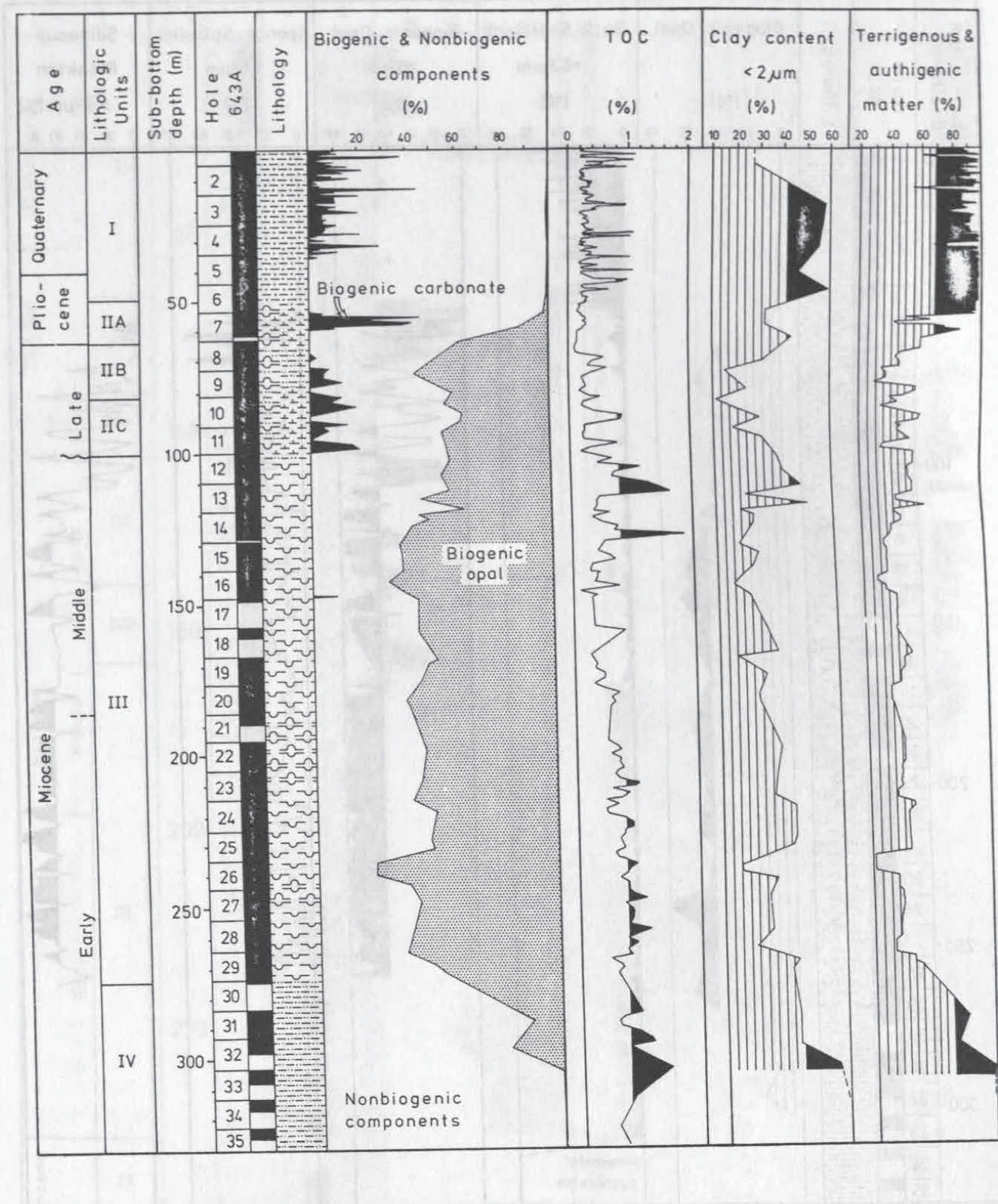


Abb. 29: Opalgehalte in Gew.-% und Korrelation mit Stratigraphie und Lithologie der Bohrung 643. Weiterhin sind wichtige sedimentologische Parameter, wie Karbonat-, TOC- und Tongehalte und errechnete Nichtbiogen-Anteile in Gew.-% aufgetragen.

3/4). Untersuchungen von nicht aufbereiteten Sedimentproben zeigen im REM einen hohen Anteil an fragmentiertem Opal, vorwiegend von Diatomeen (Taf. 3/1, 3/2), welcher ein lockeres Gefüge mit sehr hohem Porenraum aufweist (nach HEMPEL & MAYER, in press ca. 80 %). Zum Teil sind noch sehr feine Opalskelettelemente erhalten, die bei nur geringer Opalsedimentation frühdiagenetisch im Sediment rasch aufgelöst werden müßten. Nur bei einer hohen Anlieferungsrate von biogenem Opal, können solche filigranen, opalinen Skelettstrukturen der frühdiagenetischen Opalkorrosion entzogen werden und bleiben im Sediment erhalten. Die Sedimentabschnitte mit erhöhten Opalgehalten zeigen höhere Gehalte an TOC (Abb. 27 und 29), wobei eine direkte Korrelation von Opal- und TOC-Gehalten nicht festzustellen ist. Durchschnittlich höhere Gehalte um 2 Gew.-% TOC sind zwischen 160-180 m in Site 642 zu finden, wobei ein deutliches Maximum mit fast 6 % TOC im unteren Teil von Kern 19 ausgebildet ist (Abb. 27). Ein Intervall erhöhter TOC-Gehalte läßt sich ebenfalls in Site 643 zwischen 100-125 m Teufe feststellen (Abb. 29). Im Vergleich sind die TOC-Gehalte in Site 643 durchschnittlich geringer als in Site 642. Hierbei dürfte der diagenetische Abbau des organischen Kohlenstoffs, welcher in den Ton-reicheren Opal-ärmeren Sedimenten von Site 642 weniger weit vorangeschritten sein dürfte als in Site 643 eine Rolle gespielt haben. Eine höhere Porosität, wie sie von HEMPEL & MAYER (in press) in Site 643 gemessen wurden dürfte dabei in den Sedimenten von Site 643 für verstärkte Austauschreaktionen im Porenwasser verantwortlich gewesen sein. Abgesehen von den erhöhten Anteilen terrestrischen TOC in den Glazial/Interglazial-Sedimenten (ELDHOLM et al. 1987) ist der organische Kohlenstoffgehalt in den tieferen Teilen der Bohrungen vorwiegend marinen Ursprungs, wie der Vergleich der TOC-Gehalte mit der Kurve der Dinoflagellaten in HENRICH et al. (in press) verdeutlicht.

4.2.3 Bohrung 408

Die Opalgehalte der Bohrung 408 sind in Abb. 30 mit Grobfraktionsdaten, welche für die Opalpartikelassoziation von Bedeutung sind, aufgetragen. Die beiden Kurven der > 63 µm Gesamtfraktion in Gew.-% und die Summe der ausgezählten Opalpartikeln (Diatomeen, Radiolarien und Schwammnadeln) zeigen eine deutliche Antikorrelation (Abb. 30). Höhere Werte über 10% Grobfraktion werden durch vulkanische Aschenkomponenten, authigene Mineralpartikel, meist Pyritkörner, sowie durch lithogene Detrituspartikel verschiedener Herkunft und kalkige Foraminiferen (Taf. 3/8) gebildet (siehe auch SCHAEFFER & SPIEGLER 1986). Ein Vergleich der gemessenen Opalgehalte in Gew.-% und der in der Grobfraktion ausgezählten Opalpartikel zeigt allerdings deutliche Parallelen, so daß die Kurven der opalinen Grobfraktionspartikel nicht allein nur durch Verdünnung nichtopaliner Partikel zu erklären ist. Eine stärkere Verdünnung der Opalfraktion durch andere Partikel wäre insbesondere in Aschen- und Turbiditlagen festzustellen. Während Aschenlagen in der Bohrung verteilt vorkommen, sind Turbiditlagen auf bestimmte Intervalle beschränkt. Bei der Probenahme wurde nach Kernbeschreibung und eigener makroskopischer Beobachtung streng darauf geachtet, diese Sedimentlage zu meiden. Trotzdem ist nicht ganz auszuschließen, daß auch einmal eine solche Sedimentlage beprobt wurde, vor allem wenn durch Bioturbation die Grenzen zwischen den Lithologien verwischt sind. Eine solche Vermischung könnte in den Proben von Kern 26 in 241-245 m Teufe existieren, wo Sedimentproben zwischen relativ geringmächtigen Turbidit- Lagen genommen wurden.

Je nach Opalgehalt und Zusammensetzung der Opalfraktion kann die Bohrung in verschiedene Abschnitte gegliedert werden. Opalgehalte um 5 Gew.-% und größer sind

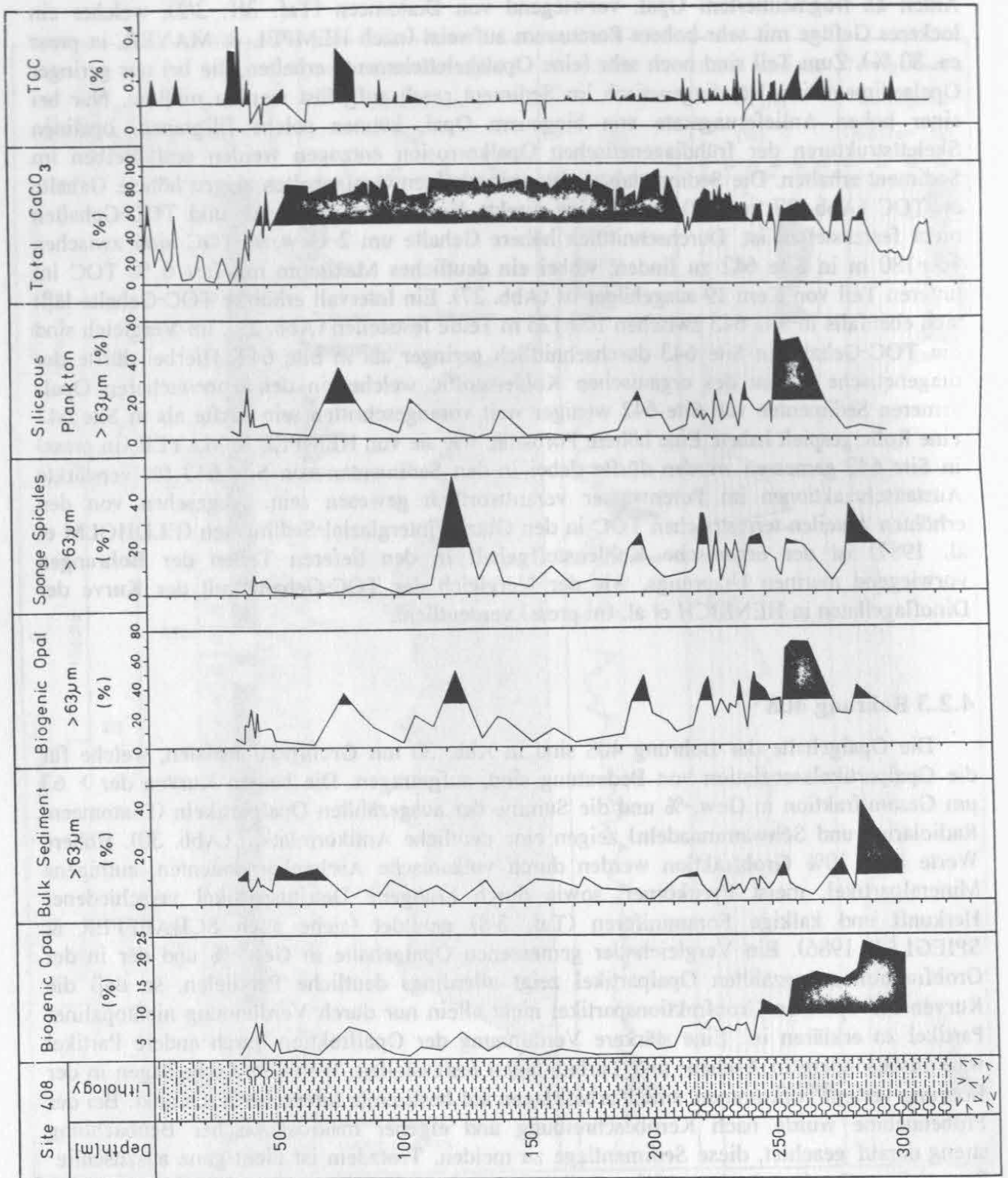


Abb. 30: Opalgehalte und Anteile der Grobfraction in Gew.-% und ausgezählte Opalpartikel der Grobfraction in Kornzahl-% (Biogener Opal > 63 µm = Radiolarien, Diatomeen und Schwammnadeln; kieseliges Plankton > 63 µm = Radiolarien und Diatomeen) und TOC- und Karbonatgehalte in Gew.-% der Bohrung 408.

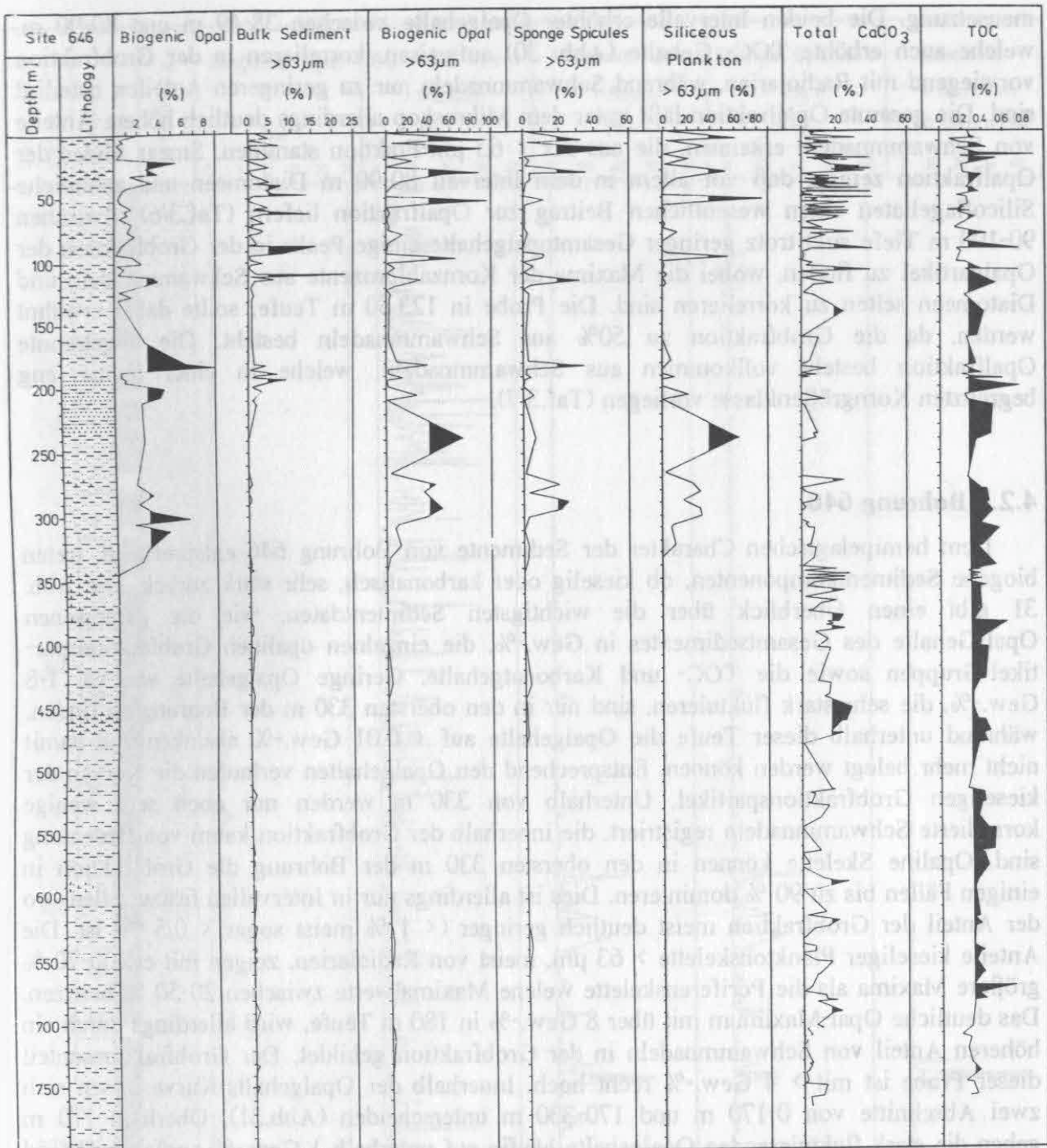


Abb. 31: Opalgehalte und Anteile der Grobfraction in Gew.-% und ausgezählte Opalpartikel der Grobfraction in Kornzahl-% (Biogener Opal > 63 µm = Radiolarien, Diatomeen und Schwammnadeln; kieseliges Plankton > 63 µm = Radiolarien und Diatomeen) und TOC- und Karbonatgehalte in Gew.-% der Bohrung 646.

zwischen 38-49 m, 80-90 m und ab 210 m und tiefer zu finden (Abb. 30). Dazwischen wurden geringere Opalgehalte gemessen. Opal-freie Proben waren nach den Messungen nicht vertreten, und in den Smear Slides waren zumindest immer noch geringe Anteile von Schwammnadeln beobachtet worden. Die Einzelkurven des opalinen Planktons (Radiolarien und Diatomeen) und der Schwammnadeln aus der Grobfraction (Abb. 30) charakterisieren in guter Übereinstimmung mit den mikroskopischen Beobachtungen die Opalpartikel-Zusam-

mensetzung. Die beiden Intervalle erhöhter Opalgehalte zwischen 38-49 m und 80-90 m, welche auch erhöhte TOC- Gehalte (Abb. 30) aufweisen, korrelieren in der Grobfraction vorwiegend mit Radiolarien, während Schwammnadeln nur zu geringeren Anteilen beteiligt sind. Die gesamte Opalfraction läßt unter dem Mikroskop allerdings deutlich höhere Anteile von Schwammnadeln erkennen, die aus der $< 63 \mu\text{m}$ -Fraction stammen. Smear Slides der Opalfraction zeigen, daß vor allem in dem Intervall 80-90 m Diatomeen und zahlreiche Silicoflagellaten einen wesentlichen Beitrag zur Opalfraction liefern (Taf.3/6). Zwischen 90-190 m Tiefe sind trotz geringer Gesamtopalgehalte einige Peaks in der Grobfraction der Opalpartikel zu finden, wobei die Maxima der Kornzahlprozentage aus Schwammnadeln und Diatomeen selten zu korrelieren sind. Die Probe in 123.50 m Teufe, sollte dabei erwähnt werden, da die Grobfraction zu 50% aus Schwammnadeln besteht. Die abgetrennte Opalfraction besteht vollkommen aus Schwammnadeln, welche in einer relativ eng begrenzten Korngrößenklasse vorliegen (Taf.3/7).

4.2.4 Bohrung 646

Dem hemipelagischen Charakter der Sedimente von Bohrung 646 entsprechend, treten biogene Sedimentkomponenten, ob kieselig oder karbonatisch, sehr stark zurück. Die Abb. 31 gibt einen Überblick über die wichtigsten Sedimentdaten, wie die gemessenen Opal-Gehalte des Gesamtsedimentes in Gew.-%, die einzelnen opalinen Grobfractionspartikel-Gruppen sowie die TOC- und Karbonatgehalte. Geringe Opalgehalte von ca. 1-8 Gew.-%, die sehr stark fluktuieren, sind nur in den obersten 330 m der Bohrung zu finden, während unterhalb dieser Teufe die Opalgehalte auf < 0.01 Gew.-% absinken und damit nicht mehr belegt werden können. Entsprechend den Opalgehalten verlaufen die Kurven der kieseligen Grobfractionspartikel. Unterhalb von 330 m werden nur noch sehr wenige korrodierte Schwammnadeln registriert, die innerhalb der Grobfraction kaum von Bedeutung sind. Opaline Skelette können in den obersten 330 m der Bohrung die Grobfraction in einigen Fällen bis zu 90 % dominieren. Dies ist allerdings nur in Intervallen festzustellen, wo der Anteil der Grobfraction meist deutlich geringer (< 1 % meist sogar < 0.5 %) ist. Die Anteile kieseliger Planktonskelette $> 63 \mu\text{m}$, meist von Radiolarien, zeigen mit ca. 30-70 % größere Maxima als die Poriferenskelette welche Maximalwerte zwischen 20-50 % besitzen. Das deutliche Opal-Maximum mit über 8 Gew.-% in 180 m Teufe, wird allerdings durch ein höheren Anteil von Schwammnadeln in der Grobfraction gebildet. Der Grobfractionanteil dieser Probe ist mit > 4 Gew.-% recht hoch. Innerhalb der Opalgehalts-Kurve lassen sich zwei Abschnitte von 0-170 m und 170-330 m unterscheiden (Abb.31). Oberhalb 170 m gehen die stark fluktuierenden Opalgehalte häufig auf unterhalb 1 Gew.-% zurück, während zwischen 170-330 m Teufe generell höhere Opalgehalte gemessen wurden, die mit Ausnahme zwischen 170-330 m nicht unter die 2 %-Grenze zurückgehen. Dies läßt sich auch durch die Smear Slide-Beobachtungen verdeutlichen, die in diesem Bereich erhöhte Anteile an Diatomeen zeigen. Innerhalb der mit der Schwereflüssigkeit abgetrennten Opalfractionen zeichnen sich die Proben zwischen 200-215 m und in 240 m Tiefe durch besonders hohe Anteile an zentrischen Diatomeen aus. Weiterhin werden in allen Proben etwas erhöhter Opalgehalte, Silicoflagellaten und im unteren Teil Phytolithe (Taf. 1/8) beobachtet. Die Karbonatgehalte sind, ähnlich den Opalgehalten, ebenfalls stark fluktuierend (Abb. 31). Kontinuierlich höhere Karbonatgehalte zwischen 10-20 Gew.-% wurden nur zwischen 330-480 m Tiefe gemessen. Dagegen fluktuieren die TOC-Gehalte relativ wenig um ihren Mittelwert von 0.35 Gew.-%. Nur in den obersten 200 m sind stärkere Fluktuationen

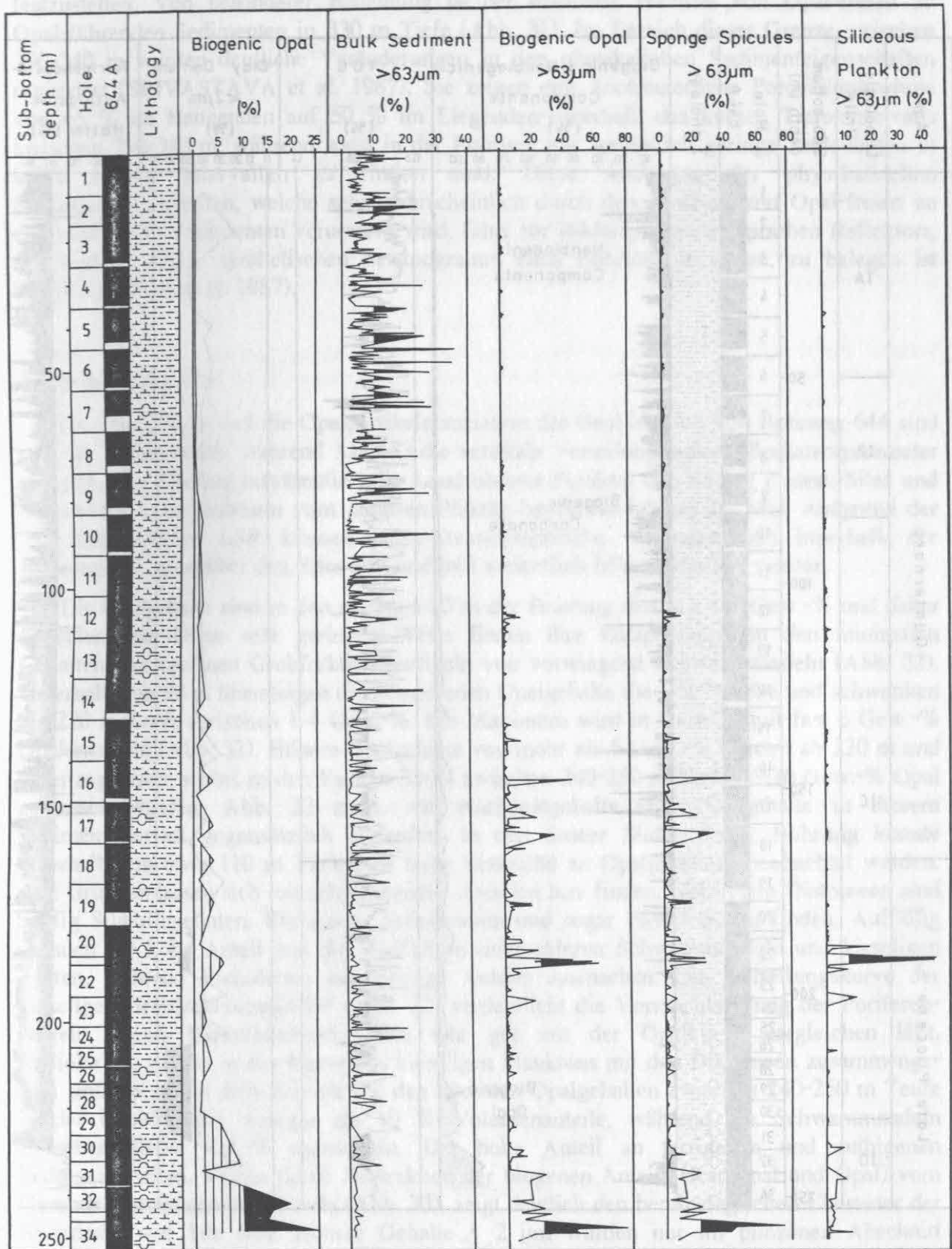


Abb. 32: Opal- und Grobfraktionsgehalte in Gew.-% der Bohrung 644 und ausgezählte Opalpartikel der Grobfraktion in Kornzahl-% (Biogener Opal > 63 µm = Radiolarien, Diatomeen und Schwammnadeln; kieseliges Plankton > 63 µm = Radiolarien und Diatomeen).

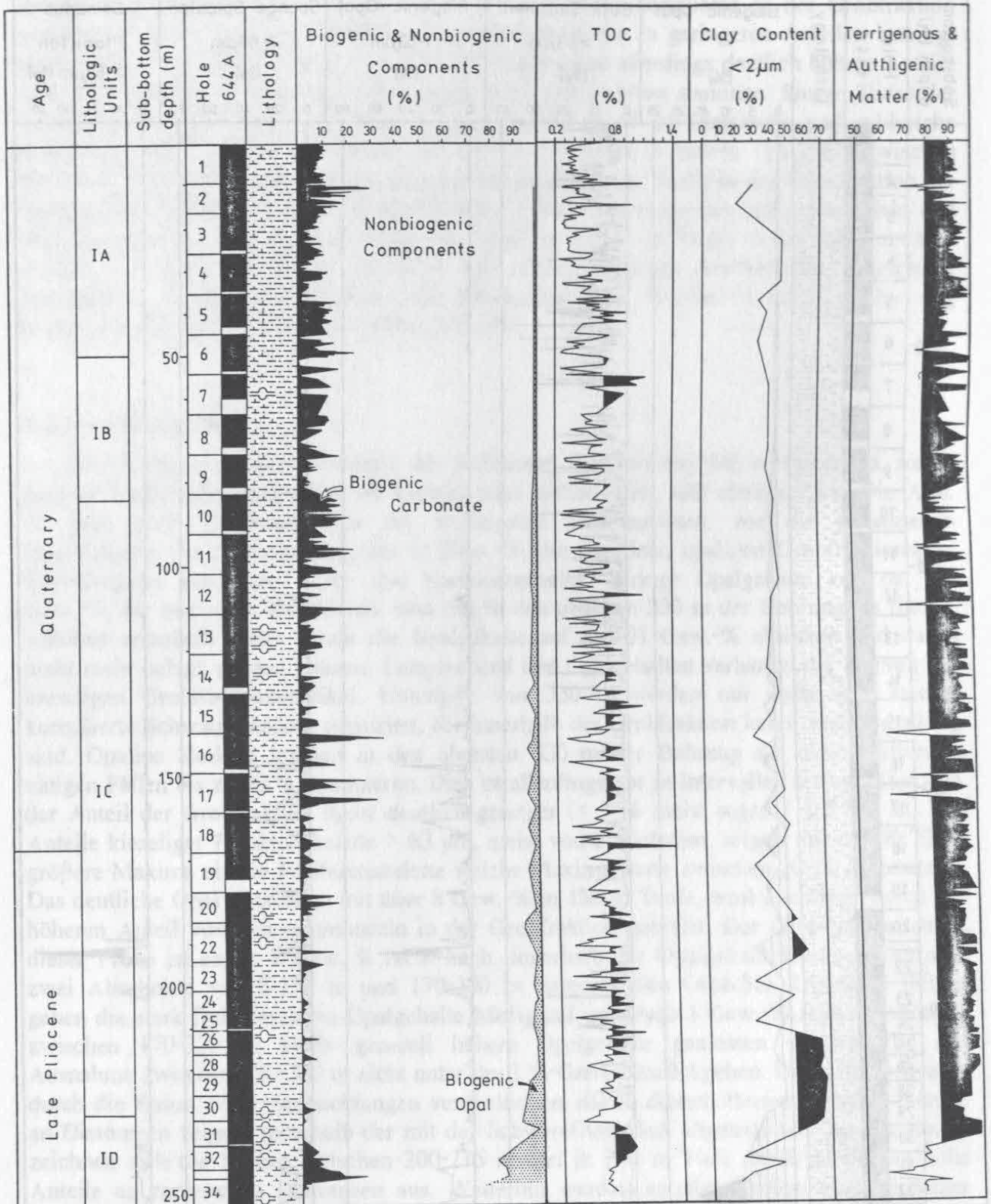


Abb. 33: Opalgehalte in Gew.-% und Korrelation mit Stratigraphie und Lithologie der Bohrung 644. Weiterhin sind wichtige sedimentologische Parameter, wie Karbonat-, TOC- und Tonghalte und errechnete Nichtbiogen-Anteile in Gew.-% aufgetragen.

festzustellen. Von besonderer Bedeutung ist der deutliche Wechsel von Opal-freien zu Opal-führenden Sedimenten in 330 m Tiefe (Abb. 31). Im Bereich dieser Grenze zwischen 290-340 m wurden deutliche Veränderungen in den physikalischen Sedimenteigenschaften registriert (SRIVASTAVA et al. 1987). Sie zeigen eine kontinuierliche Porositätsabnahme von 65 % im Hangenden auf 50 % im Liegenden innerhalb des kurzen Tiefenintervalls zwischen 290-340 m, während sonst in der Bohrung nur wesentlich geringe Änderungen in solch kurzen Intervallen zu finden sind. Diese Änderung der physikalischen Sedimenteigenschaften, welche sehr wahrscheinlich durch den Wechsel von Opal-freien zu Opal-führenden Sedimenten verursacht wird, führt zur Bildung eines seismischen Reflektors, der auch in einem synthetischen Seismogramm nach Bohrlochmessdaten, zu belegen ist (SRIVASTAVA et al. 1987).

4.2.5 Bohrung 644

Die Opalgehalte und die Opalpartikelassoziation der Grobfraktion von Bohrung 644 sind in Abb. 32 dargestellt, während Abb. 33 die vertikale Verteilung anderer Sedimentparameter aufzeigt. Die Bohrung repräsentiert die Land-nächste Position der Vöring Plateau-Sites und dokumentiert den Zeitraum vom jüngsten Pliozän bis rezent (ab ca. 2.9 Ma). Aufgrund der 2-3 fach höheren LSR können paläo-ozeanographische Veränderungen innerhalb der Bohrung 644 gegenüber den Sites 642 und 643 wesentlich höher aufgelöst werden.

Die Opalgehalte sind in den obersten 80 m der Bohrung deutlich < 1 Gew.-% und daher bedeutungslos. Diese sehr geringen Werte finden ihre Entsprechung in den minimalen Gehalten von opalinen Grobfraktionspartikeln von vorwiegend Schwammnadeln (Abb. 32). Unterhalb von 80 m übersteigen die gemessenen Opalgehalte die 1 %- Marke und schwanken bis 220 m Teufe zwischen 1-4 Gew.-%. Ein Maximum wird in Kern 21 mit fast 6 Gew.-% Opal erreicht (Abb. 32). Höhere Opalgehalte von mehr als 5 Gew.-% werden ab 220 m und tiefer registriert, wobei in den Kernen 32-34 zwischen 240-250 m Tiefe 15-26 Gew.-% Opal gemessen wurden. Abb. 23 zeigt, wie Karbonatgehalte und Opalgehalte in diesem Sedimentintervall gegensätzlich verlaufen. In den Smear Slides dieser Bohrung konnte unterhalb von etwa 110 m Tiefe eine hohe Diversität an Opalpartikeln beobachtet werden. Alle Gruppen lassen sich mit schwankenden Anteilen hier finden. Neben den Diatomeen sind häufig Silicoflagellaten, Ebriaceen, Actiniscidien und sogar Phytolithe zu finden. Auffällig ist auch der hohe Anteil und die Vielfalt an mikrosklaren Schwammnadeln und kieseligen Zysten, während Radiolarien nur geringe Anteile ausmachen. Die Verteilungskurve der kieseligen Grobfraktionspartikel (Abb. 32) verdeutlicht die Vormachtstellung der Poriferen-Nadeln, deren Variationsmuster sich sehr gut mit der Opalkurve vergleichen läßt. Radiolarien, welche in der Kurve des kieseligen Planktons mit den Diatomeen zusammengefaßt sind, zeigen in dem Bereich mit den höchsten Opalgehalten zwischen 240-250 m Teufe in der Grobfraktion weniger als 10 % Volumenanteile, während die Schwammnadeln zwischen 40-70 Vol.-% ausmachen. Der hohe Anteil an terrigenen und authigenen Sedimentanteilen, welche durch Subtraktion der biogenen Anteile (Karbonat und Opal) vom Gesamtsediment ermittelt wurde (Abb. 33), zeigt deutlich den hemipelagischen Charakter der Sedimente von Site 644. Höhere Gehalte < 2 µm wurden nur im pliozänen Abschnitt festgestellt (Abb. 33).

4.2.6 Vergleich der Opalgehalte mit den Opalpartikeln > 63 µm

Um die Aussagekraft, der in der Grobfraktion ausgezählten Opalpartikel in Bezug auf den Opalgehalt des Gesamtsedimentes zu testen, wurden Korrelationen zwischen verschiedenen Opalpartikel-Gruppen und den gemessenen Opalgehalten in Gew.-% errechnet, deren Korrelationskoeffizienten in Tabelle 10 aufgelistet sind. Es wurden für jede Bohrung Korrelationskoeffizienten einer linearen Regression ermittelt, wobei 1.) die Summe aller Opalpartikel (Radiolarien, Diatomeen und Schwammnadeln) und 2.) nur die Planktonskelette betrachtet wurden. Weiterhin wurde unterschieden zwischen reinen Kornzahlprozentanteilen der Grobfraktion, welche in den Abb. 23, 26, 28, 30-32 aufgetragen sind und dem gewichtsmäßigen Anteil dieser Opalkomponenten. Während die Kornzahlprozentanteile sich

Tabelle 10: Korrelation der Opalgehaltsmessungen vom Gesamtsediment mit den jeweils ausgezählten opalinen Partikeln in der Grobfraktion einer Bohrung in Kornzahlprozent (KZ-%) und in Gewichtsprozent (Gew.-%). Aufgelistet ist jeweils der Korrelationskoeffizient (r).

Site:	KZ-% Kies.Pla.	KZ-% Opal	Gew.-% Kies.Pla	Gew.-% Opal	Anzahl Meßwerte	Mittelw. Opal Gew.-%
408	0.412	0.601	0.596	0.732	65	6.74
644	0.141	0.648	0.319	0.707	47	3.30
646	0.176	0.223	0.283	0.529	61	2.91
642	0.714	0.616	0.469	0.469	56	19.94
643	0.806	0.860	0.489	0.424	54	43.39
647	0.959	0.964	0.591	0.574	47	22.63

auf die ausgezählten Opalkomponenten einer Grobfraktionsprobe beziehen, wurden bei der Umrechnung in Gewichtsprozent der Gesamtgrobfraktion die Quantität der Grobfraktion berücksichtigt.

Generell läßt sich die Summe aller kieseligen Partikel > 63 µm besser mit dem Opalgehalt korrelieren, als nur die kieseligen Planktonpartikel allein, was zu erwarten ist. Dieser Unterschied wird allerdings nicht in den Bohrungen 642, 643 und 647 deutlich, wo durchschnittlich hohe Opalgehalte gemessen wurden (Mittelwerte zwischen 19-43 Gew.-%). In diesen drei Bohrungen ist der Anteil an Schwammnadeln, im Vergleich zu den Planktonskeletten von geringer Bedeutung, so daß es nur geringe Unterschiede in den Korrelationskoeffizienten der kieseligen Planktonpartikel und der Summe aller Opalpartikel > 63 µm gibt. In den Bohrungen 408, 644, 646 mit generell geringeren Opalgehalten (Mittelwerte zwischen 3-6 Gew.-%) sind Schwammnadeln, zu wechselnden Anteilen für die Opalfraktion von Bedeutung. Dies äußert sich in den höheren Korrelationkoeffizienten der Gesamtopalpartikel > 63 µm gegenüber den reinen Planktonpartikeln > 63 µm (Tab. 10). Vergleicht man die unterschiedlichen Korrelationskoeffizienten der Kornzahlprozentanteile > 63 µm mit denen der Gewichtsprozentanteile > 63 µm, so muß auch zwischen den Bohrungen mit geringen Opalgehaltsanteilen (408, 644, und 646) und den Bohrungen mit höheren Opalgehalten (642, 643 und 647) unterschieden werden. In den letzteren ist der Korrelationskoeffizient deutlich höher, wenn die Kornzahlprozent-Werte mit den Opalgehalten korreliert werden (z.B. Abb. 34), während in den Bohrungen 408, 644 und 646 die Gewichtsprozentanteile der Opalpartikel > 63 µm höhere Korrelationskoeffizienten zeigen

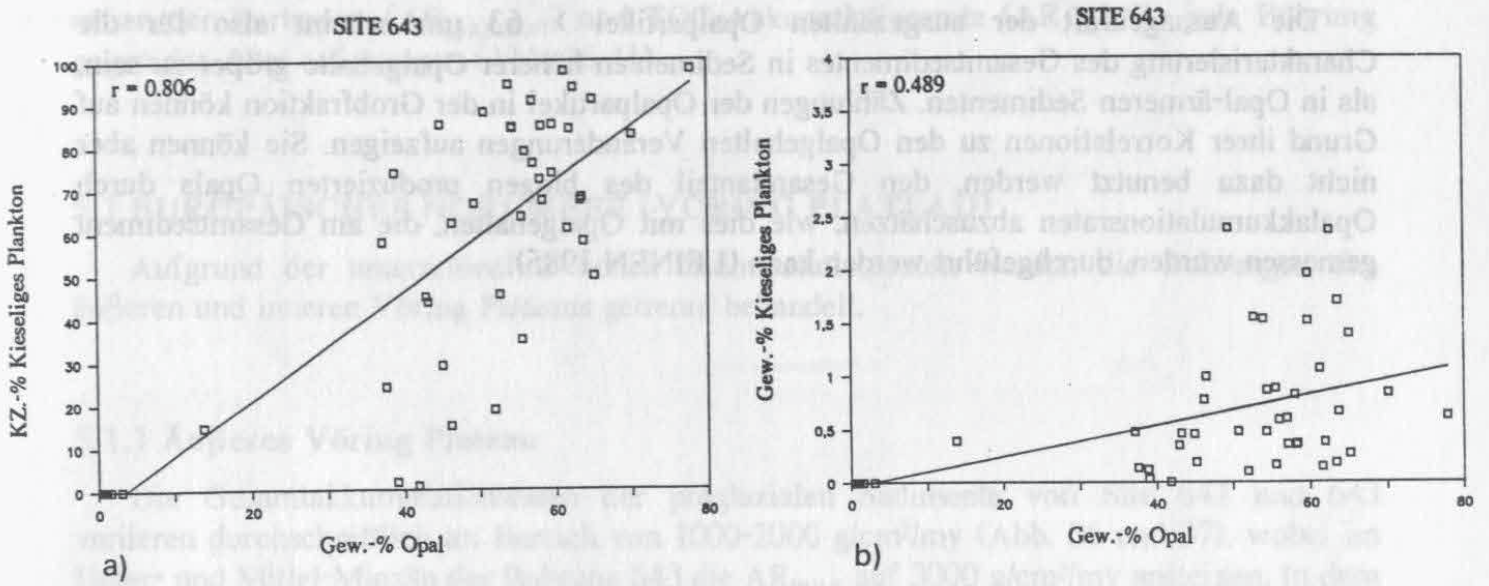


Abb. 34: Korrelationsdiagramm von 54 Meßwertpaaren der Bohrung 643. Die opalinen Planktonpartikel > 63 μm (a. als Kornzahlprozentanteile; b. als Gewichtsprozentanteile) sind gegen den Opalgehalt in Gew.-% aufgetragen.

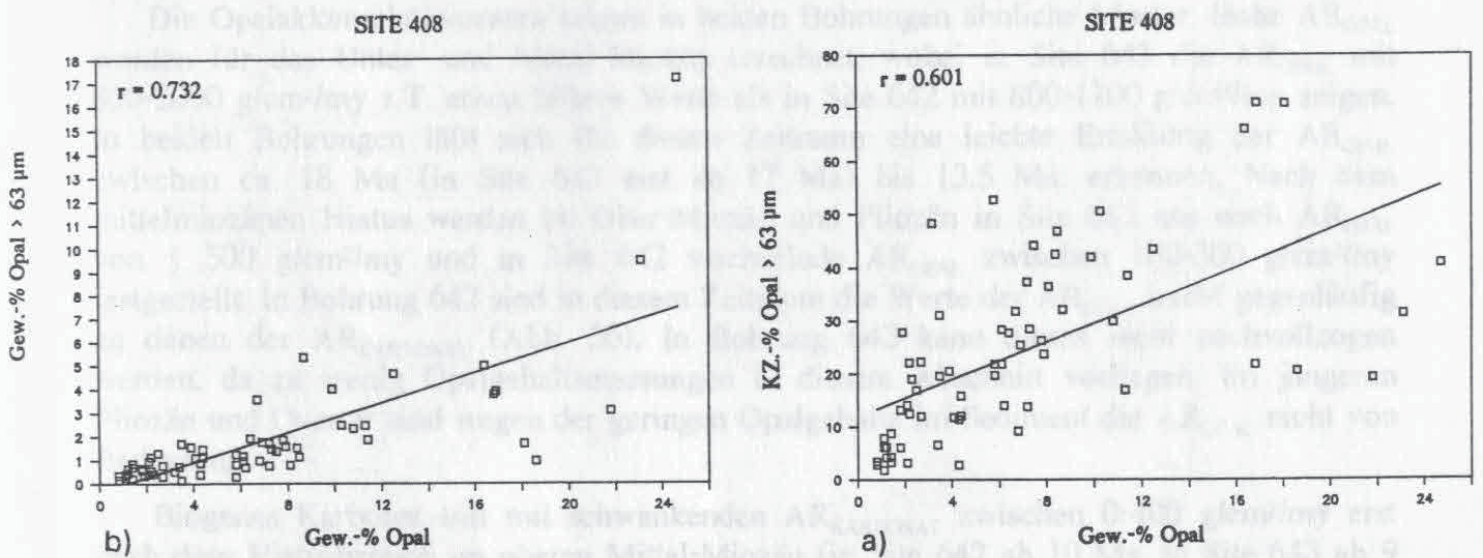


Abb. 35: Korrelationsdiagramm von 65 Meßwertpaaren der Bohrung 408. Die aufaddierten Opalpartikel der Grobfraktion (a. als Kornzahlprozentanteile; b. als Gewichtsprozentanteile) sind gegen den Opalgehalt in Gew.-% aufgetragen.

(z.B. Abb. 35). Dies könnte auf den höheren Grobfraktionsanteil zurückgeführt werden, der in den Bohrungen mit hohen Opalgehalten nur sehr geringe Werte erreicht (meist < 0.5 Gew.-%).

Die Aussagekraft der ausgezählten Opalpartikel > 63 µm scheint also für die Charakterisierung des Gesamtsedimentes in Sedimenten höherer Opalgehalte größer zu sein, als in Opal-ärmeren Sedimenten. Zählungen der Opalpartikel in der Grobfraktion können auf Grund ihrer Korrelationen zu den Opalgehalten Veränderungen aufzeigen. Sie können aber nicht dazu benutzt werden, den Gesamtanteil des biogen produzierten Opals durch Opalakkumulationsraten abzuschätzen, wie dies mit Opalgehalten, die am Gesamtsediment gemessen wurden, durchgeführt werden kann (LEINEN 1985).

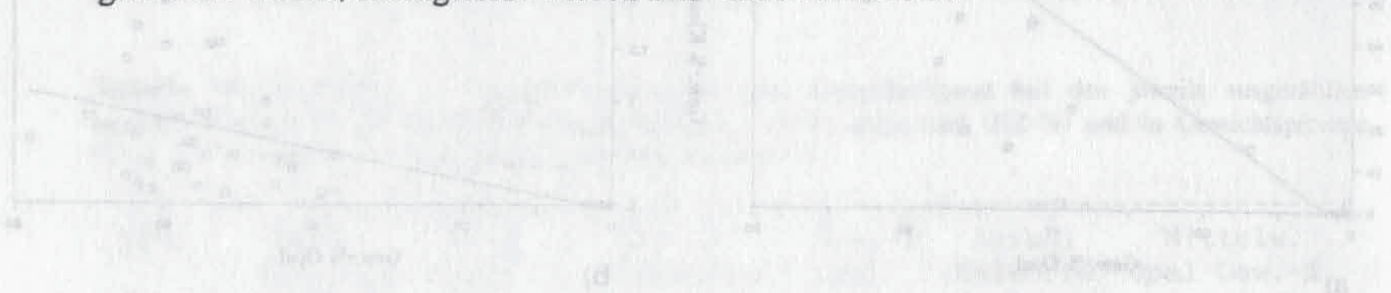


Abb. 34: Korrelationsdiagramm von 54 Tiefbohrungen der Bohrung BKZ. Die x-Achse zeigt den Opalgehalt in Gew.-%, die y-Achse die Anzahl der ausgezählten Opalpartikel > 63 µm. Die Korrelationskoeffizienten r sind angegeben. Die Korrelationskoeffizienten sind positiv für die Bohrung BKZ-1 und negativ für die Bohrung BKZ-2.

Abb. 35: Korrelationsdiagramm von 54 Tiefbohrungen der Bohrung BKZ. Die x-Achse zeigt den Opalgehalt in Gew.-%, die y-Achse die Anzahl der ausgezählten Opalpartikel > 63 µm. Die Korrelationskoeffizienten r sind angegeben. Die Korrelationskoeffizienten sind positiv für die Bohrung BKZ-1 und negativ für die Bohrung BKZ-2.



Abb. 36: Korrelationsdiagramm von 54 Tiefbohrungen der Bohrung BKZ. Die x-Achse zeigt den Opalgehalt in Gew.-%, die y-Achse die Anzahl der ausgezählten Opalpartikel > 63 µm. Die Korrelationskoeffizienten r sind angegeben. Die Korrelationskoeffizienten sind positiv für die Bohrung BKZ-1 und negativ für die Bohrung BKZ-2.

5 AKKUMULATIONS-RATEN

Zur Sedimentbilanzierung wurden die Gesamtsedimentakkumulationsraten (AR_{BULK}) der 6 Bohrungen errechnet. Die Opalakkumulationsrate (AR_{OPAL}) wird davon abgeleitet und neben der Karbonat- ($AR_{KARBONAT}$) und TOC-Akkumulationsrate (AR_{TOC}) für jede Bohrung gegen das Alter aufgetragen (Abb. 36-41).

5.1 EUROPÄISCHES NORDMEER (VÖRING PLATEAU)

Aufgrund der unterschiedlich hohen Sedimentationsraten werden die Bohrungen des äußeren und inneren Vöring Plateaus getrennt behandelt.

5.1.1 Äußeres Vöring Plateau

Die Gesamtakkumulationsraten der präglazialen Sedimente von Site 642 und 643 variieren durchschnittlich im Bereich von 1000-2000 g/cm²/my (Abb. 36 und 37), wobei im Unter- und Mittel-Miozän der Bohrung 643 die AR_{BULK} auf 3000 g/cm²/my ansteigen. In dem Zeitraum 23-19.5 Ma, welcher in Bohrung 643 durch besonders hohe AR_{BULK} gekennzeichnet wird (Abb. 37), ist allerdings aufgrund der wenigen stratigraphischen Belege, Vorsicht geboten. Der Umschwung zum glazialen Regime, welcher durch den Beginn des vermehrt auftretenden eistransportierten Materials (HENRICH et al. in press) bei 2.56 Ma einsetzt, ist in beiden Bohrungen durch keine wesentliche Änderung in den AR_{BULK} gekennzeichnet. Allerdings ist in den Bohrungen bei ca. 1 Ma ein deutlicher Anstieg von ca. 1500 g/cm²/my auf 4000 g/cm²/my in Site 643 und auf 5000 g/cm²/my in Site 642 zu verzeichnen (Abb. 36 und 37). Diese deutliche Veränderung im Sedimenteintrag wird nach JANSEN et al. (in press) auf eine wichtige paläo-ozeanographische Änderung im glazialen Regime zurückgeführt.

Die Opalakkumulationsraten zeigen in beiden Bohrungen ähnliche Muster. Hohe AR_{OPAL} wurden für das Unter- und Mittel-Miozän errechnet, wobei in Site 643 die AR_{OPAL} mit 800-2000 g/cm²/my z.T. etwas höhere Werte als in Site 642 mit 800-1200 g/cm²/my zeigen. In beiden Bohrungen läßt sich für diesen Zeitraum eine leichte Erhöhung der AR_{OPAL} zwischen ca. 18 Ma (in Site 643 erst ab 17 Ma) bis 13.5 Ma. erkennen. Nach dem mittelmiozänen Hiatus werden im Ober-Miozän und Pliozän in Site 643 nur noch AR_{OPAL} von < 500 g/cm²/my und in Site 642 wechselnde AR_{OPAL} zwischen 100-300 g/cm²/my festgestellt. In Bohrung 642 sind in diesem Zeitraum die Werte der AR_{OPAL} leicht gegenläufig zu denen der $AR_{KARBONAT}$ (Abb. 36). In Bohrung 643 kann dieses nicht nachvollzogen werden, da zu wenig Opalgehaltsmessungen in diesem Abschnitt vorliegen. Im jüngeren Pliozän und Quartär sind wegen der geringen Opalgehalte im Sediment die AR_{OPAL} nicht von Bedeutung.

Biogenes Karbonat tritt mit schwankenden $AR_{KARBONAT}$ zwischen 0-400 g/cm²/my erst nach dem Hiatusbereich im oberen Mittel-Miozän (in Site 642 ab 10 Ma, in Site 643 ab 9 Ma) in Erscheinung und kann in eng begrenzten Zeiträumen (vor allem während der letzten 1 Ma) Werte von > 1000 g/cm²/my erreichen. Die AR_{TOC} zeigen ähnliche vertikale Verteilungsmuster wie die AR_{BULK} (Abb. 36 und 37). Deutlich herauszuheben ist der Zeitraum zwischen 14.5-14 Ma, wo die AR_{TOC} auf Werte von 50 g/cm²/my ansteigen und einen einzelnen Peak von 140 g/cm²/my aufweisen.

Site 642

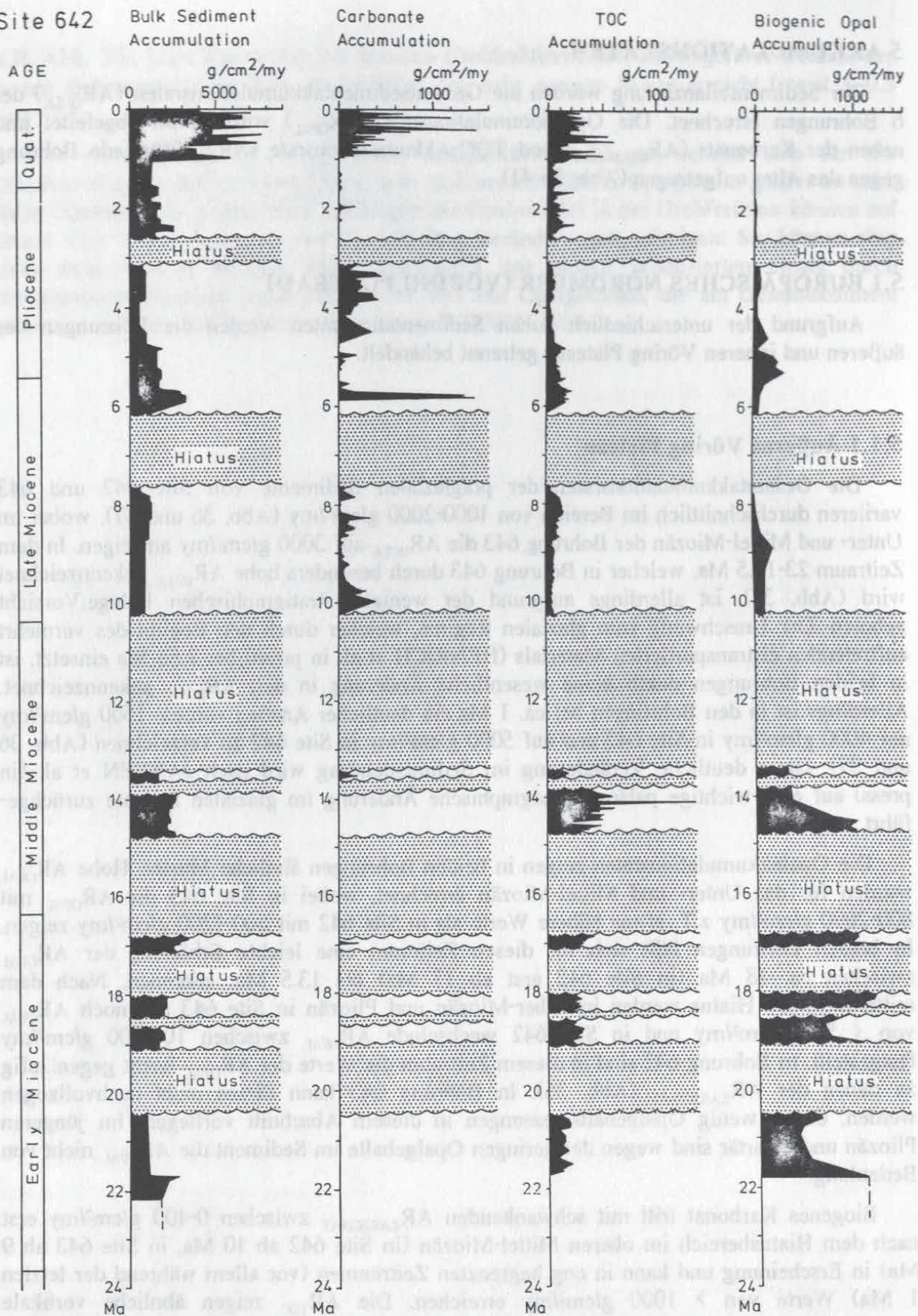


Abb. 36: Opalakkumulationsraten (AR_{OPAL}) der Bohrung 642 mit AR_{BULK} , $AR_{KARBONAT}$ und AR_{TOC} gegen das Alter in Ma aufgetragen.

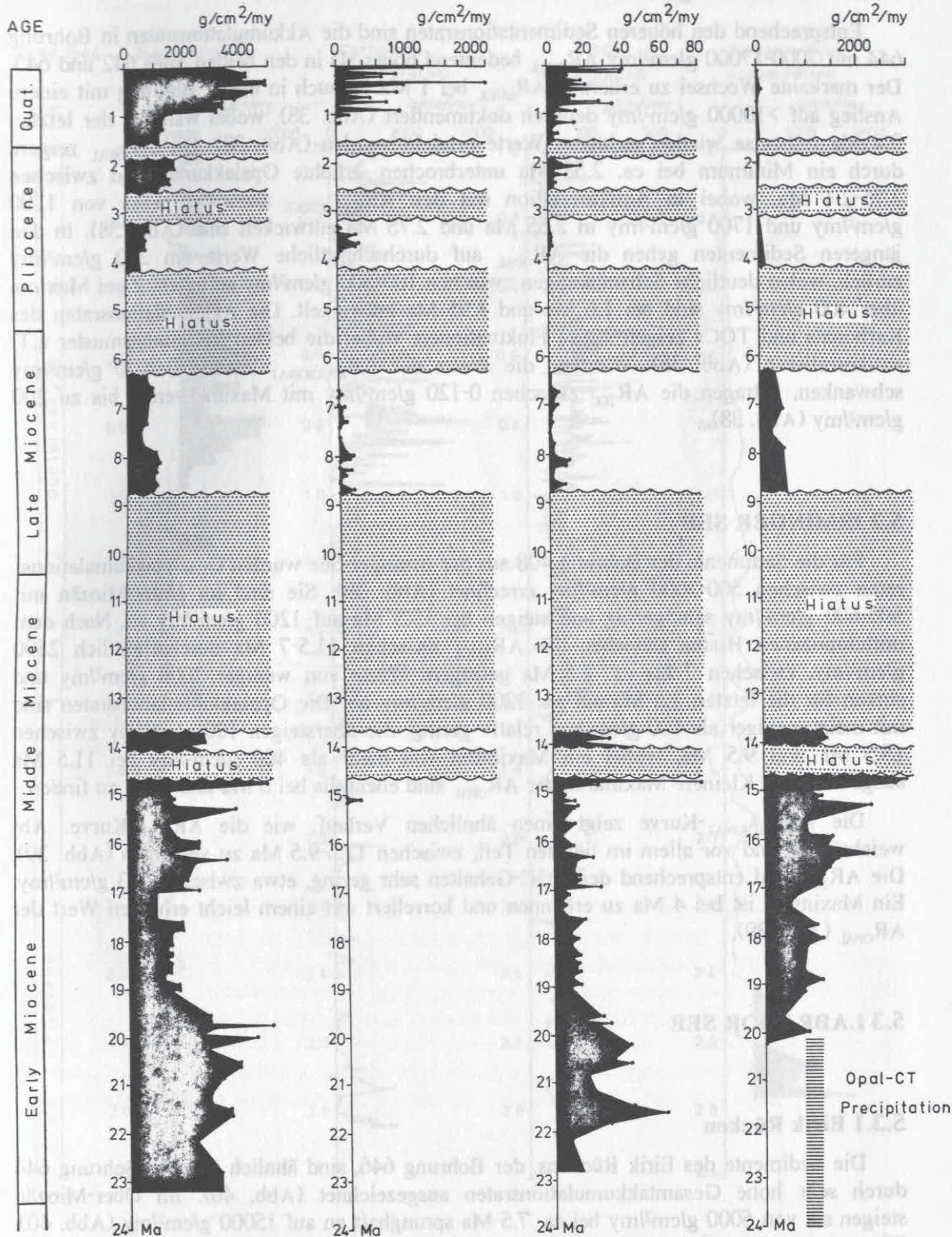


Abb. 37: Opalakkumulationsraten (AR_{OPAL}) der Bohrung 643 mit AR_{BULK} , $AR_{KARBONAT}$ und AR_{TOC} gegen das Alter in Ma aufgetragen.

5.1.2 Inneres Vöring Plateau

Entsprechend den höheren Sedimentationsraten sind die Akkumulationsraten in Bohrung 644 mit 7000-17000 g/cm²/my AR_{BULK} bedeutend höher als in den beiden Sites 642 und 643. Der markante Wechsel zu erhöhten AR_{BULK} bei 1 Ma ist auch in dieser Bohrung mit einem Anstieg auf >10000 g/cm²/my deutlich dokumentiert (Abb. 38), wobei während der letzten 0.4 Ma teilweise wieder geringere Werte erreicht werden (Abb. 38). Die AR_{OPAL} zeigen, durch ein Minimum bei ca. 2.58 Ma unterbrochen, erhöhte Opalakkumulation zwischen 2.75-2.4 Ma, wobei in Antikorrelation mit den $AR_{KARBONAT}$ zwei Opalpeaks von 1200 g/cm²/my und 1700 g/cm²/my in 2.55 Ma und 2.75 Ma entwickelt sind (Abb. 38). In den jüngeren Sedimenten gehen die AR_{OPAL} auf durchschnittliche Werte um 200 g/cm²/my zurück, wobei deutliche Schwankungen zwischen 100-300 g/cm²/my auftreten. Zwei Maxima über 400 g/cm²/my sind bei 1.6 Ma und 1.95 Ma entwickelt. Die Akkumulationsraten des Karbonats und TOCs zeigen starke Fluktuationen, wobei die beiden Verteilungsmuster z.T. antikorrelieren (Abb. 38). Während die Werte der $AR_{KARBONAT}$ zwischen 0-2000 g/cm²/my schwanken, betragen die AR_{TOC} zwischen 0-120 g/cm²/my mit Maximalwerten bis zu 200 g/cm²/my (Abb. 38).

5.2 IRMINGER SEE

Für die Sedimente der Bohrung 408 aus der Irminger See wurden Gesamtakkumulationsraten zwischen 500-3000 g/cm²/my errechnet (Abb. 39). Sie sind im Unter-Miozän mit 500-600 g/cm²/my sehr gering und steigen bei 15.5 Ma auf 1200 g/cm²/my an. Nach dem mittelmiozänen Hiatus erreichen die AR_{BULK} zwischen 11.5-7 Ma durchschnittlich 2500 g/cm²/my, zwischen 7 bis ca. 2.5 Ma geringere Werte von weniger 2000 g/cm²/my und sinken für die letzten 2.5 Ma auf ca. 1200 g/cm²/my ab. Die Opalakkumulationsraten sind mit meist weniger als 100 g/cm²/my relativ gering. Sie übersteigen 100 g/cm²/my zwischen 15.5 Ma und 9.5 Ma, wobei ein Maximum von mehr als 400 g/cm²/my bei 11.5 Ma ausgebildet ist. Kleinere Maxima in der AR_{OPAL} sind ebenfalls bei 6 Ma und 4 Ma zu finden.

Die $AR_{KARBONAT}$ -Kurve zeigt einen ähnlichen Verlauf, wie die AR_{BULK} -Kurve. Abweichungen sind vor allem im tieferen Teil, zwischen 11.5-9.5 Ma zu verfolgen (Abb. 39). Die AR_{TOC} sind entsprechend den TOC-Gehalten sehr gering, etwa zwischen 1-3 g/cm²/my. Ein Maximum ist bei 4 Ma zu erkennen und korreliert mit einem leicht erhöhten Wert der AR_{OPAL} (Abb. 39).

5.3 LABRADOR SEE

5.3.1 Eirik Rücken

Die Sedimente des Eirik Rückens, der Bohrung 646, sind ähnlich wie die Bohrung 644 durch sehr hohe Gesamtakkumulationsraten ausgezeichnet (Abb. 40). Im Ober-Miozän steigen sie von 5000 g/cm²/my bei ca. 7.5 Ma sprunghaft an auf 15000 g/cm²/my (Abb. 40). Diese hohen Werte der AR_{BULK} werden bis ca. 4 Ma beibehalten. Danach sinken sie durchschnittlich bis auf 9000 g/cm²/my in 0.5 Ma, wobei starke Schwankungen entwickelt sind. Die Verteilung der AR_{OPAL} zeigt deutlich den Beginn im Eintrag von biogenem Opal

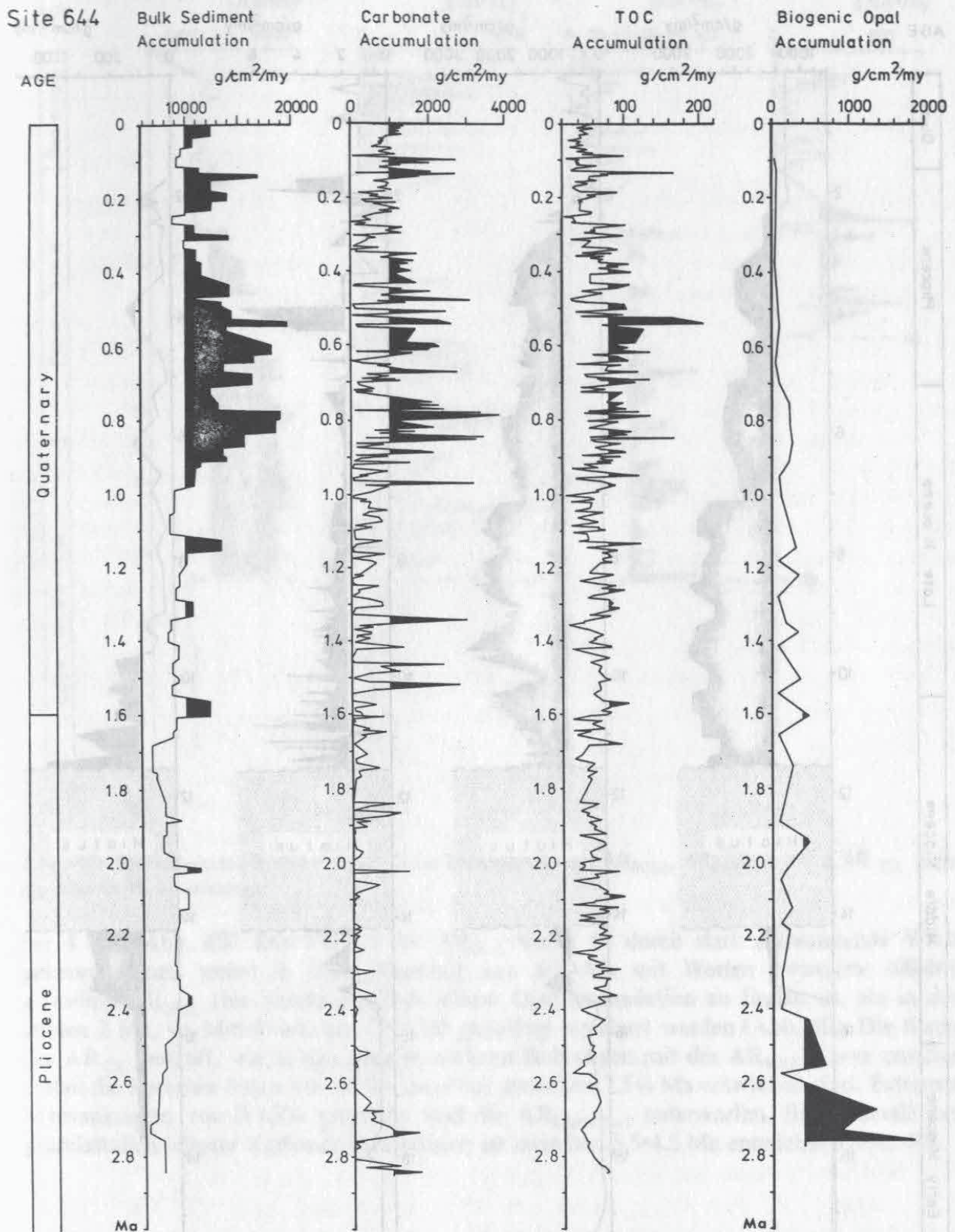


Abb. 38: Opalakkumulationsraten (AR_{OPAL}) der Bohrung 644 mit AR_{BULK} , $AR_{KARBONAT}$ und AR_{TOC} gegen das Alter in Ma aufgetragen.

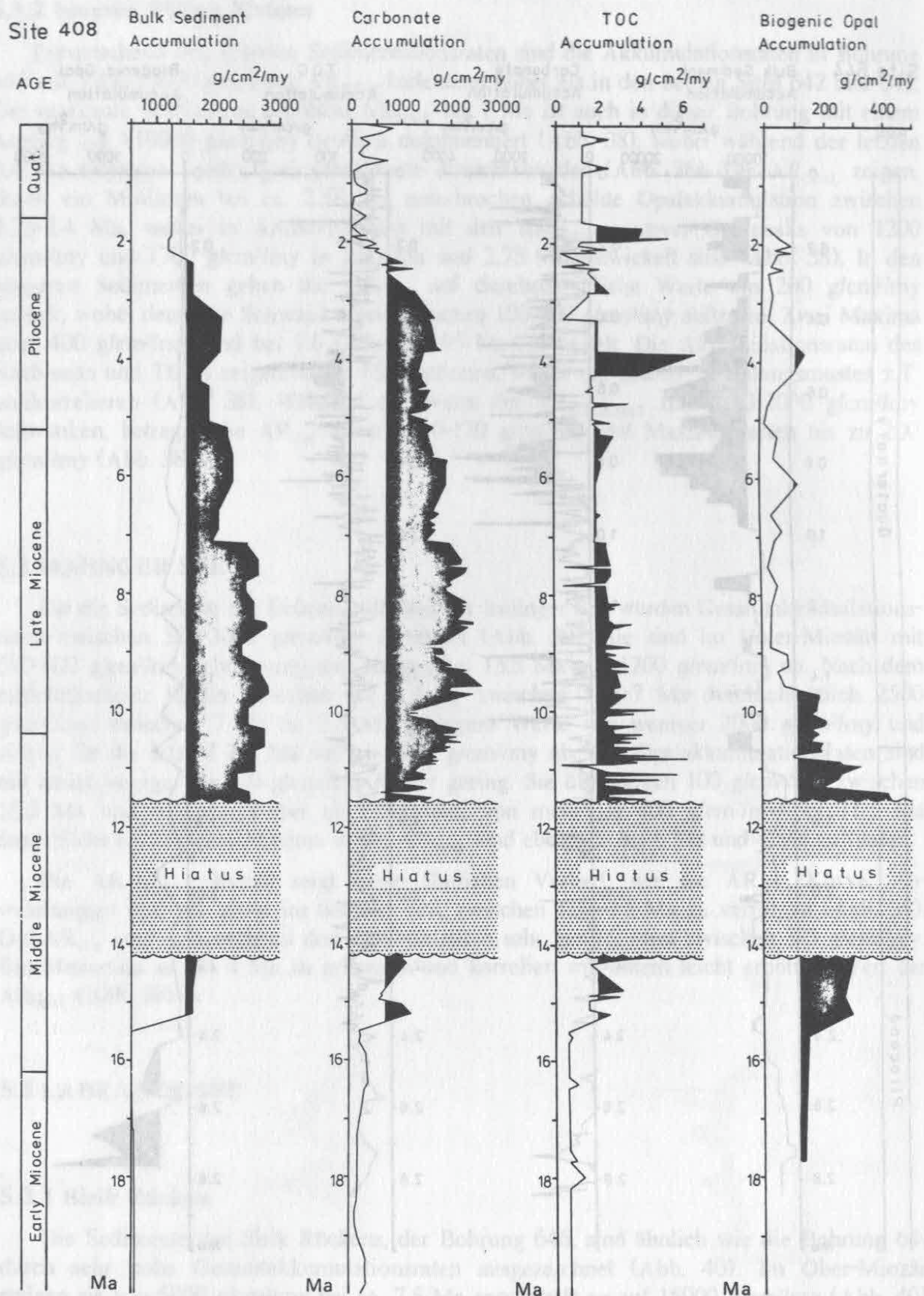


Abb. 39: Opalakkumulationsraten (AR_{OPAL}) der Bohrung 408 mit AR_{BULK} , AR_{KARBONAT} und AR_{TOC} gegen das Alter in Ma aufgetragen.

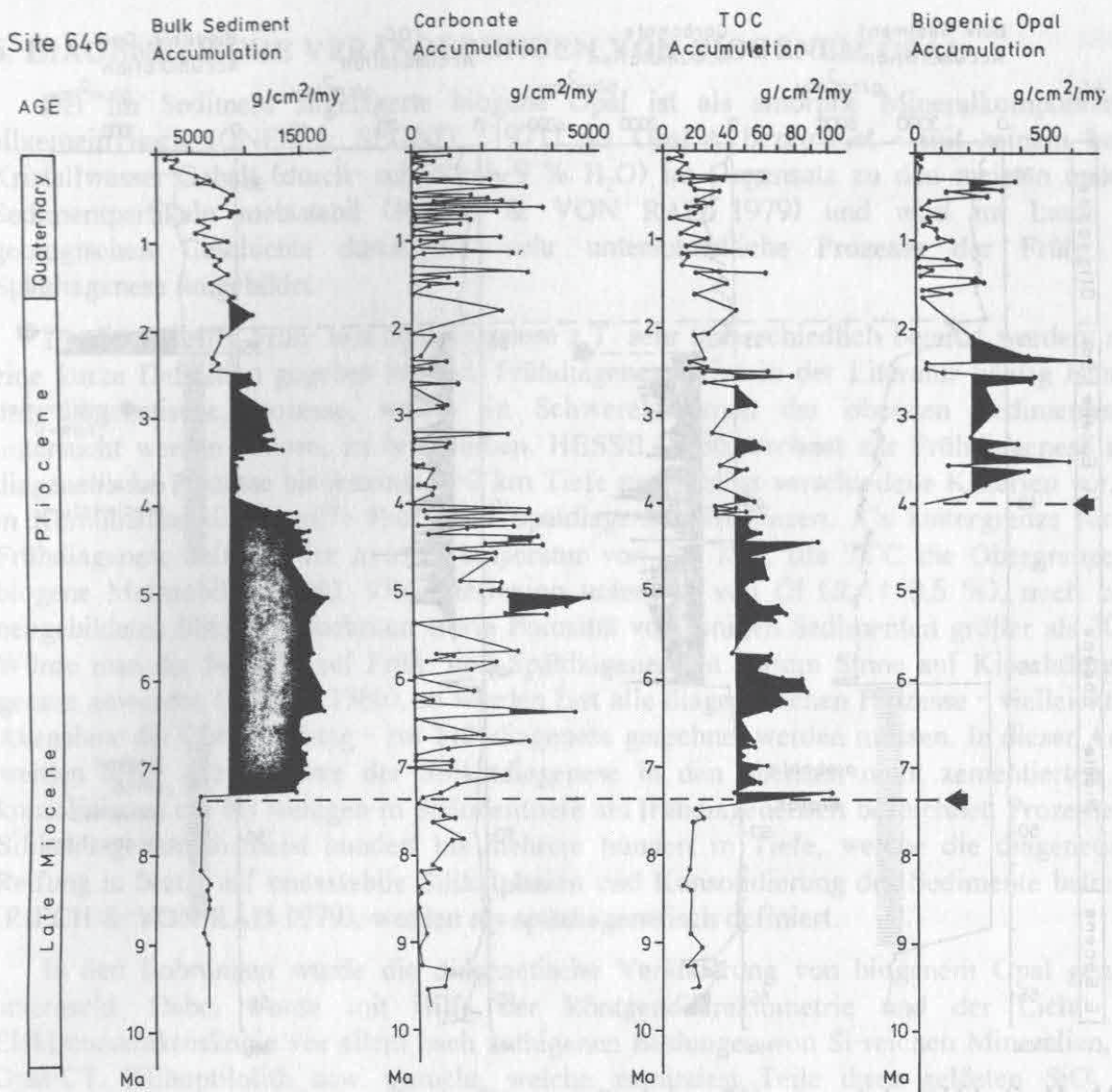


Abb. 40: Opalakkumulationsraten (AR_{OPAL}) der Bohrung 646 mit AR_{BULK} , $AR_{KARBONAT}$ und AR_{TOC} gegen das Alter in Ma aufgetragen.

bei 4 Ma (Abb. 40). Der Verlauf der AR_{OPAL} -Kurve ist durch stark schwankende Werte gekennzeichnet, wobei in dem Abschnitt von 4-2 Ma mit Werten zwischen 200-600 $g/cm^2/my$ AR_{OPAL} eine durchschnittlich höhere Opalakkumulation zu finden ist, als in den letzten 2 Ma, wo Mittelwerte um 100-200 $g/cm^2/my$ errechnet wurden (Abb. 40). Die Kurve der AR_{TOC} verläuft, wie in den meisten anderen Bohrungen mit der AR_{BULK} -Kurve parallel, wobei die höchsten Raten von 50-90 $g/cm^2/my$ zwischen 7.5-4 Ma entwickelt sind. Extremen Schwankungen von 0-4500 $g/cm^2/my$ sind die $AR_{KARBONAT}$ unterworfen. Ein Intervall von grundsätzlich höherer Karbonatakkumulation ist zwischen 5.5-4.5 Ma entwickelt (Abb. 40).

5.3.2 Südliche Labrador See

Für die Bohrung 647 in der südlichen Labrador See werden in Abb. 41 nur die Akkumulationsraten für die Zeitspanne älter als 30 Ma aufgezeigt, da die jüngeren Sedimente von 30 Ma bis Oberpliozän durch zahlreiche Schichtlücken und lediglich durch

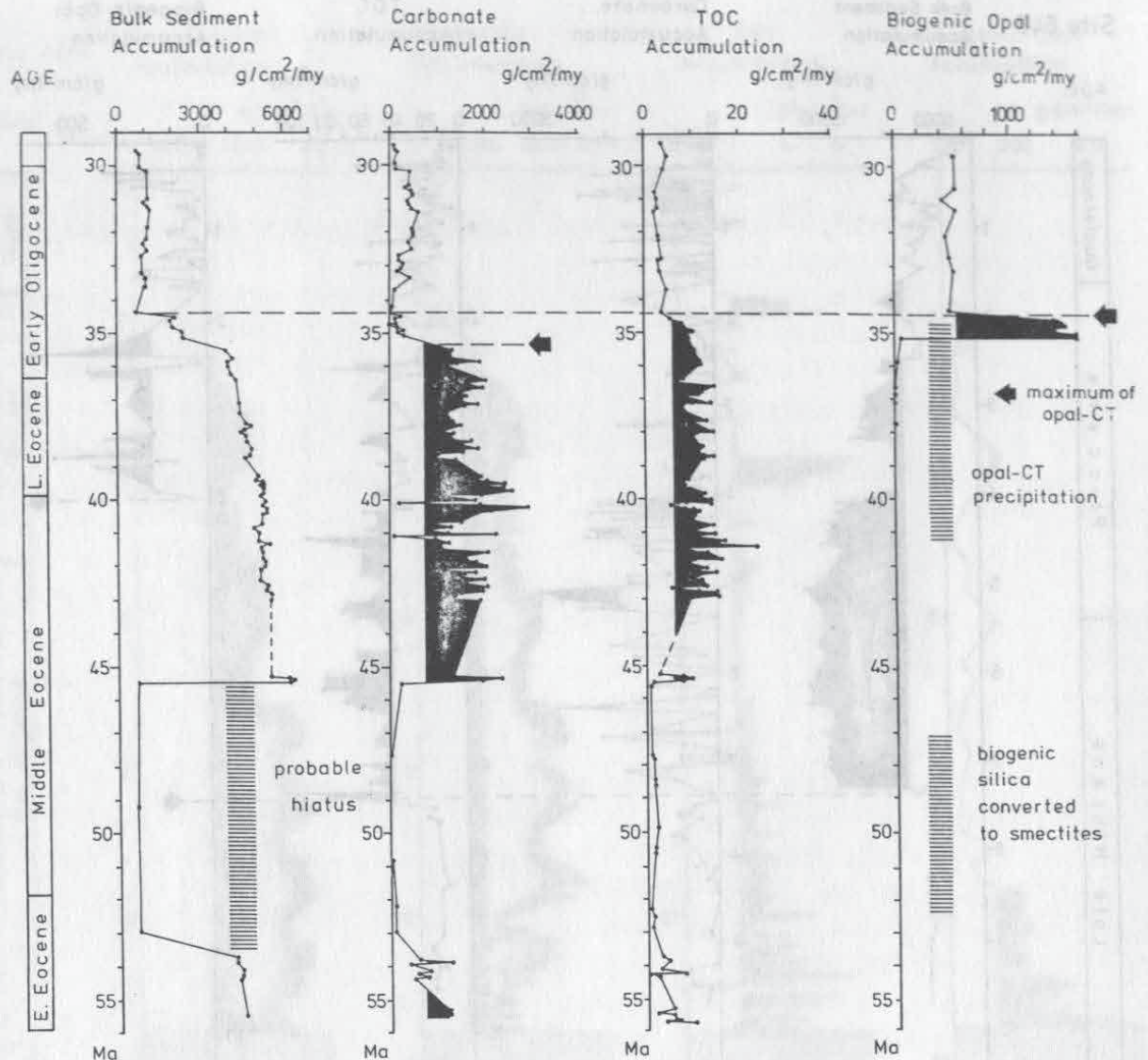


Abb. 41: Opalakkumulationsraten (AR_{OPAL}) der Bohrung 647 mit AR_{BULK} , $AR_{KARBONAT}$ und AR_{TOC} gegen das Alter in Ma aufgetragen.

stratigraphisch stark kondensierte Sedimente gekennzeichnet sind. Die jüngsten Sedimente sind Opal-frei und sollen daher in dieser Arbeit nicht berücksichtigt werden.

Hohe AR_{BULK} um 4000-5000 $g/cm^2/my$ wurden für das Unter-Eozän und für das Mittel-Eozän zwischen 45-40 Ma errechnet. In dem Zeitabschnitt zwischen 53-45 Ma sind entweder sehr geringe LSR entwickelt (SRIVASTAVA et al. 1987) oder aber es kam in diesem Bereich zur Ausbildung einer Schichtlücke. Ein Hiatus wird von BOHRMANN & THIEDE (in press) aufgrund sedimentologischer Kriterien in Kern 64R in ca. 620 m Tiefe postuliert. Daher sind in diesem Zeitabschnitt die AR_{BULK} nicht zuverlässig. Beginnend bei 40 Ma zum Jüngeren hin fallen die AR_{BULK} zunächst kontinuierlich und dann zwischen 35,5-34,5 Ma in Stufen auf etwa 1000 $g/cm^2/my$ hin ab. Die Kurven der $AR_{KARBONAT}$ und AR_{TOC} zeigen eine der AR_{BULK} -Kurve sehr ähnlichen Verlauf (Abb. 41). Die vertikale Verteilung der AR_{OPAL} zeigt allerdings andere Muster auf. Da in den Sedimenten älter als 35,5 Ma fast nur noch Diageneseprodukte von Opal vorliegen, konnten dort keine Opalakkumulationsraten mehr errechnet werden. Zwischen 35,5-34,5 Ma wird ein Maximum in der AR_{OPAL} von 1400-1600 $g/cm^2/my$ dokumentiert. In dem Abschnitt zum Jüngeren hin bis 30 Ma bleibt die AR_{OPAL} auf einem einheitlichen Niveau von ca. 500 $g/cm^2/my$ (Abb. 41).

6. DIAGENETISCHE VERÄNDERUNGEN VON BIOGENEM OPAL

Der im Sediment abgelagerte biogene Opal ist als amorphe Mineralkomponente - allgemein nach JONES & SEGNI (1971) als Opal-A bezeichnet - mit seinem hohen Kristallwasser-Gehalt (durchschnittlich 9 % H_2O) im Gegensatz zu den meisten anderen Sedimentpartikeln metastabil (RIECH & VON RAD 1979) und wird im Laufe der geologischen Geschichte durch z.T. sehr unterschiedliche Prozesse der Früh- und Spätdiagenese umgebildet.

Da die Begriffe Früh- und Spätdiagenese z.T. sehr unterschiedlich benutzt werden, muß eine kurze Definition gegeben werden. Frühdiagenese wird in der Literatur häufig benutzt, um diagenetische Prozesse, welche in Schwerelotkernen der obersten Sedimentmeter untersucht werden können, zu beschreiben. HESSE (1986) rechnet zur Frühdiagenese auch diagenetische Prozesse bis maximal 2-3 km Tiefe und schlägt verschiedene Kriterien vor, die in Kombination die Begriffe Früh- und Spätdiagenese abgrenzen. Als Untergrenze für die Frühdiagenese definiert der Autor: Temperatur von 0 - 75°C (da 75°C die Obergrenze für biogene Methanbildung ist), Vitritreflexion unterhalb von Öl ($R_0 < 0.5$ %), noch keine neugebildeten Illite aus Smektiten sowie Porosität von tonigen Sedimenten größer als 30 %. Würde man die Begriffe auf Früh- und Spätdiagenese in diesem Sinne auf Kieselsäurediagenese anwenden (HESSE 1986), so würden fast alle diagenetischen Prozesse - vielleicht mit Ausnahme der Chert-Bildung - zur Frühdiagenese gerechnet werden müssen. In dieser Arbeit werden daher alle Prozesse der Silikatdiagenese in den obersten nicht zementierten und konsolidierten cm bis wenigen m Sedimenttiefe als frühdiagenetisch bezeichnet. Prozesse der Silikatdiagenese in meist hundert bis mehrere hundert m Tiefe, welche die diagenetische Reifung in bezug auf metastabile Silikatphasen und Konsolidierung der Sedimente betreffen (RIECH & VON RAD 1979), werden als spätdiagenetisch definiert.

In den Bohrungen wurde die diagenetische Veränderung von biogenem Opal genauer untersucht. Dabei wurde mit Hilfe der Röntgendiffraktometrie und der Licht- und Elektronenmikroskopie vor allem nach authigenen Bildungen von Si-reichen Mineralien, wie Opal-CT, Klinoptilolith usw. gesucht, welche zumindest Teile ihres gelösten SiO_2 von biogenem Opal bezogen haben. Weiterhin wurden auch die Opal-freien Intervalle im Hinblick auf Strukturhaltung von biogen-kieseligen Skeletten untersucht, die als Indizien für ehemalige Opalsedimentation benutzt werden können.

6.1 OPALLÖSUNG

Da im marinen Environment vorwiegend SiO_2 -Untersättigung herrscht, ist die An- bis Auflösung der mineralogisch metastabilen Opal-A-Phase weit verbreitet (CALVERT 1974, 1983). Lösung von biogenem Skelettopal ist einer der wichtigen, frühdiagenetischen Prozesse mariner Sedimente (SUESS 1976). Ebenfalls bedeutend scheint die Opallösung bei späteren Diageneseprozessen, wie etwa bei der Umwandlung von Opal-A nach Opal-CT (RIECH & VON RAD 1979).

Da Lösung von Opalskeletten bereits im stark an SiO_2 -untersättigten Meerwasser stattfindet nachdem organische Schutzhäute wegfallen, darf Opallösung nicht grundsätzlich auf diagenetische Reaktionen im Sediment zurückgeführt werden. Ob Opallösung in der Wassersäule oder im Sediment stattfand, kann aber anhand der hier untersuchten Opalpartikel im Einzelfall nicht geklärt werden. Daher wird in folgender Beschreibung von

Lösung an Opalpartikeln keine Unterscheidung zwischen prä- und postsedimentärer Lösung gemacht.

6.1.1 Allgemeine Merkmale

Die Erscheinungen der Opallösung werden sowohl von der variablen, morphologischen Skelettgestaltung, als auch vom inneren, molekularen Aufbau des Opals, bestimmt. Opalskelette werden entsprechend ihrer spezifischen Oberfläche mehr oder weniger schnell gelöst (HURD 1983). So haben Diatomeen mit sehr feinästigen Skelettelementen, welche für eine relativ große spezifische Skelettoberfläche verantwortlich sind, ein generell höheres Lösungsbestreben, als z.B. die robusteren Radiolarienskelette, die eine geringere spezifische Oberfläche aufweisen. Die morphologisch-strukturellen Unterschiede der verschiedenen Gruppen von Opal-Skelettbildnern führten daher zu einer unterschiedlichen Lösung. Obwohl im Detail viele Abweichungen existieren, wird generell folgende Reihenfolge von Lösungsanfälligkeit zu Lösungsresistenz akzeptiert: Silicoflagellaten, Diatomeen, Radiolarien und Schwammnadeln (SCHRADER 1972, MIKKELSEN 1980, MIKKELSEN 1984). Verteilungsmuster dieser Gruppen in einem Sedimentabschnitt können daher schon erste Hinweise auf Opallösung geben (z.B. BOHRMANN 1986). Im Detail ist Opallösung allerdings sogar Arten-abhängig, wie Lösungsexperimente an Diatomeen zeigen (SCHRADER 1972, MIKKELSEN 1980), und die Artzusammensetzung einer Taphozönose wird durch die Intensität der Opallösung bestimmt. So kann umgekehrt aus der überlieferten Artzusammensetzung auf Opallösung zurückgeschlossen werden, was häufig auch Gegenstand mikropaläontologischer Forschung ist.

Es wurde zunächst versucht, die Opallösung in den Sedimenten der Bohrungen mittels Lösungsstadien an ausgewählten Opalpartikeln zu erfassen, wie dies in einem Sedimentkern aus dem Skagerrak erfolgreich angewendet wurde (BOHRMANN 1986). Allerdings war dies aufgrund des großen Arbeitsaufwandes am REM nicht durchführbar, sodaß nur ein grober Eindruck von Opallösung unter dem REM gewonnen werden konnte. Die grundsätzliche Einteilung der Opallösung in Stufen von MANN & MÜLLER (1985), wobei eine frühe Strukturauflösung von einer späteren Oberflächenauflösung unterschieden wird, konnte nicht nachvollzogen werden.

6.1.2 Opallösung und skelletale Ultrastruktur

Allen etwas angelösten Opalkomponenten gemeinsam ist die rauhe Oberfläche, die sich bei näherem Betrachten im REM als globulöse, blumenkohlartige Ultrastruktur (Taf. 5/6) darstellt. Bei nur leichter Oberflächenlösung haben diese ultrastrukturellen, blumenkohlartigen Sphären Durchmesser von 30-150 nm (Taf. 4/8, 5/4, 5/6). Mit zunehmendem Alter lassen sich aber Kügelchen mit Durchmessern von 200-350 nm finden (Taf. 4/2, 4/7, 5/7, 10/7, 10/8). Nichtgelöste Opal-Partikel zeigen keine globulösen Oberflächenstrukturen und sind glatt (Taf. 4/1, 5/1). Die durch Lösung herauspräparierten Blumenkohlstrukturen und ihre Größe scheinen vom molekularen Aufbau des Opals abhängig zu sein.

Es ist generell wenig über die Ultrastruktur im kolloidalen Kornbereich von biogenem Opal bekannt. In anorganisch ausgeschiedenem Edelopal (siehe WILLIAMS & CRERAR 1985) ist eine kolloidale Partikelgröße von 20-50 nm zu finden, wobei eine Kluster-Bildung dadurch entsteht, daß mehrere Partikel Aggregate um ein Zentralpartikel bilden. Solche

Sphären haben nach DARRAGH et al. (1976) Durchmesser um 250 nm, welches der Sphärengröße der gefundenen älteren Opalpartikel entspricht (Taf. 4/2, 4/7, 5/7). Möglicherweise führt ein Alterungsprozeß im biogenen Opal zu einer Vergrößerung der kolloidalen Aggregatstruktur, wodurch größere Sphären entstehen. Leider können die Strukturen der Sphären, wie sie durch die Opalanlösung auf der Oberfläche der Partikel freipräpariert wurden und im REM zu beobachten sind, nicht in den zahlreichen TEM-Aufnahmen von Opal-Skeletten von HURD et al. (1981) nachvollzogen werden. Allerdings zeigen die detaillierten Messungen an Opalpartikeln von HURD et al. (1981), daß sowohl die spezifische Oberfläche als auch der spezifische Porenraum mit zunehmendem Alter abnehmen. Dies bedeutet, daß die kolloidale Partikelgröße im Opalskelett im Laufe der Zeit zunehmen muß, was mit den eigenen REM-Untersuchungen sehr gut in Einklang zu bringen ist. Allerdings deuten HURD et al. (1981) in etwas wagen Vermutungen an, daß die geometrische Umbildung im Opalskelett durch Bildung von Alumosilikaten oder etwas stabileren Silikatphasen (in HURD et al. (1979) sogar mit Cristobalit, Tridymit und Quarz genauer bezeichnet) im Porenraum ablaufen mag. Diese Umkristallisierung würde nach der Meinung der Autoren auch die Lösungsresistenz von älteren biogenen Opalskeletten erklären, welche aus Lösungsexperimenten zahlreicher Arbeiten bekannt ist (SCHRADER 1972, KAMATANI 1971, HURD & THEYER 1975, HURD 1983).

6.1.3 Opallösungsmuster der verschiedenen Organismengruppen

Neben der, bei allen Opalgerüstbildnern zu beobachtenden, Oberflächenrauigkeit bewirkt die Opallösung je nach Organismengruppe unterschiedliche morphologische Veränderungen.

6.1.3.1 Diatomeen

Im Einzelnen ist die Skelettdiversität, gerade bei einlagig aufgebauten Diatomeen (nach Definition HENDEY 1971) so vielgestaltig, daß die Lösungsstadien spezifischer Arten nicht speziell behandelt werden können. Es sollen nur allgemeine Tendenzen im Auflösungsverhalten von charakteristischen Diatomeen-Gruppen aufgezeigt werden.

Die bei Diatomeen häufig entwickelten feinen Skelettstrukturen, wie Borsten, Maschengewebe oder Prozess-Anhänge der Areolen, können bereits bei geringer Lösung verloren gehen. Zentrische, doppellagige Diatomeen (HENDEY 1971) tendieren bei fortschreitender Lösung dazu, ihre Deck- und Siebmembranen aufzuspalten. Zuerst wird die feine Siebmembran in den besonders porigen Abschnitten gelöst und es kommt häufig zu einer partiellen Ablösung der Siebmembran, sodaß Teile der hexagonal angeordneten lateralen Membranteile zum Vorschein kommen (Taf. 4/3). Die robustere Deckmembran ist dagegen lösungsresistenter und kann bei sehr starker Lösung als Valvenrest noch zu finden sein (Taf. 4/5). Die fortschreitende Lösung kann aber auch sehr unregelmäßig, wahrscheinlich vom chemischen Mikromilieu im Porenraum gesteuert, Valventeile herauslösen (Taf. 4/4) oder durch kontinuierliche Verdünnung von Skelettelementen zu einer starken Fragmentierung der Valven führen (Taf. 4/6). Bei starker Lösung werden meist nur noch robuste Skeletteile, separierte Gürtelbänder und häufig massive Opalfragmentplatten in Residualen angereichert. Benthische, marine Diatomeen (SCHRADER 1972) zeichnen sich teilweise durch Ausbildung von etwas dickeren Klappen aus, welche bei Lösung etwas länger

erhalten bleiben.

6.1.3.2 Schwammnadeln

Bei Poriferen-Spicula werden generell die kleineren Mikroskleren schneller aufgelöst, während die Makroskleren mit ihrer massiven Wandstruktur sehr lösungsresistent sind. Da Makroskleren allerdings keine Ornamentierung besitzen, können bei gesteigerter Lösung keine morphologischen Strukturveränderungen differenziert werden. Zunächst wird die gesamte Oberfläche, welche im Kontakt zum Porenwasser steht, aufgerauht, was sich sowohl auf der äußeren Oberfläche, als auch im Zentralkanal beobachten läßt (Taf. 5/5). Dabei wird auf Bruchflächen im Querschnitt der Nadeln häufig ein konzentrisch um den Axialkanal angeordneter Lagenbau der Spicula deutlich (Taf. 5/4). Nachdem eine leichte Lösung die Skleren-Oberfläche aufgerauht hat, entstehen bei fortschreitender Lösung fleckig verteilte Lösungsnarben, die zu größeren Korrosionskanälen ausgeweitet werden können (Taf. 5/2). Der Axialkanal vergrößert sich fortschreitend, während eine konsequente Reduktion der Nadelwand, bis hin zu sehr dünnwandigen Resten, zu beobachten ist (Taf. 5/8). Ein durch Korrosion entstandenes regelmäßiges Wabenmuster, wie bei MANN & MÜLLER (1985) beschrieben, konnte in den Sedimenten nicht beobachtet werden. Solche Wabenstrukturen konnten allerdings im Labor an künstlich gelösten (1 % NaOH) Schwammnadeln hergestellt werden (Taf. 5/3).

6.1.3.3 Silicoflagellaten

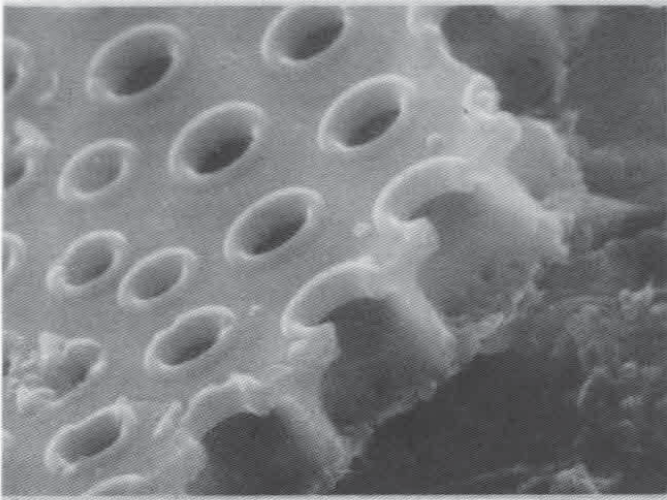
Die Silicoflagellaten sind aufgrund ihres zierlichen Kieselgerüsts, welches aus röhrenartigen hohlen Stäben besteht, die nur wenige μm dicke Wände besitzen, leicht zu lösen (Taf. 4/7). Bei nur schwacher Lösung wird die netzartige Oberflächenornamentierung (Taf. 4/8) langsam reduziert und verschwindet vollständig. Allerdings ist diese Musterung nicht bei allen Silicoflagellaten zu finden (LOCKER, mündliche Mitteilung), so daß sie nicht als eindeutiges Lösungskriterium zu verwenden ist.

6.1.4 Bereiche intensiver Opalkorrosion innerhalb der Bohrungen

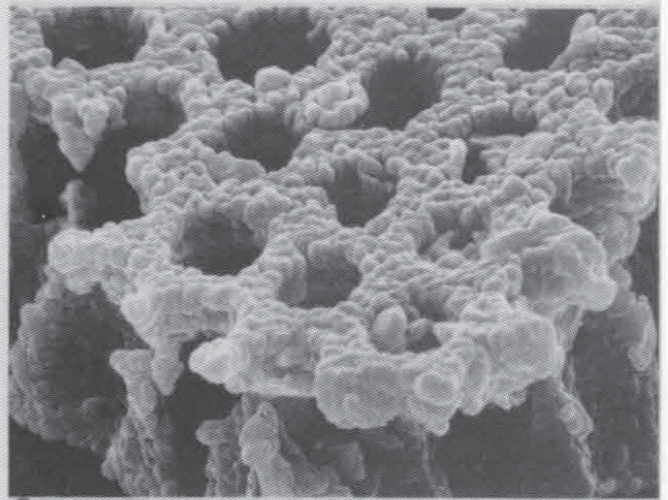
Mit Hilfe der REM-Untersuchungen wurden einzelne Abschnitte starker Opalkorrosion beobachtet, welche im Rahmen diagenetischer Prozesse von Bedeutung sind. Solche Abschnitte intensiver Opallösung sollen für die einzelnen Bohrungen im Folgenden kurz genannt werden, ohne allerdings generell den Erhaltungszustand von Opal in den Bohrungen

Tafel 4: Opallösung bei Diatomeen und Silicoflagellaten. (1) Gut erhaltene Diatomee mit glatter Deckmembran und noch erhaltenem Velum (Probe 647-24X-4, 52 cm / Maßstab = 2 μm); (2) Stark korrodierte, doppelmembranige Diatomee (Probe 646-36X-1, 59 cm / Maßstab = 4 μm); (3) Zentrische Diatomee mit teilweise aufgelöster Siebmembran, wodurch das hexagonale Muster der lateralen Membran zum Vorschein kommt (Probe 647A-13R-5, 63-66 cm / Maßstab = 4 μm); (4) Doppelmembranige Diatomee mit irregulären Korrosionsspuren und teilweise herausgebrochenem Valvenzentrum (646-36X-1, 59 cm / Maßstab = 4 μm); (5) Stark gelöstes Diatomeenskelett mit charakteristischer, feinglobularer Oberflächenstruktur (Probe 647A-14R-3, 95 cm / Maßstab = 4 μm); (6) Fragmentiertes Diatomeen-Skelett (Probe 647A-13R-5, 63-66 cm / Maßstab = 20 μm); (7) Silicoflagellat stärker gelöst (Probe 642B-11H-7, 54 cm / Maßstab = 4 μm); (8) Silicoflagellat, leicht angelöst mit deutlicher Ornamentierung (Probe 643-14H-4, 40 cm / Maßstab = 2 μm).

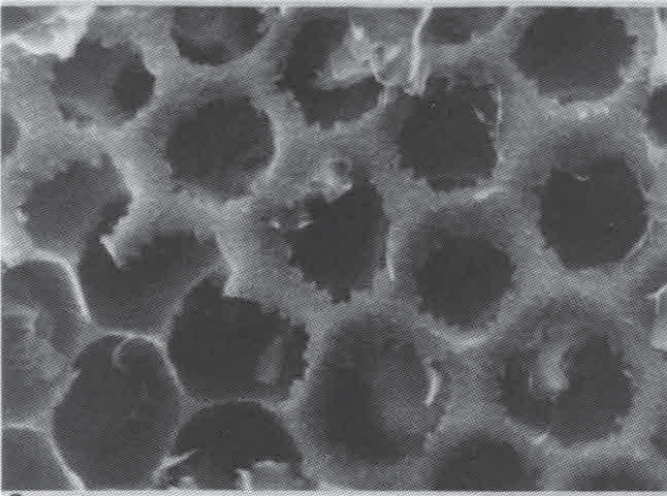
Tafel 4



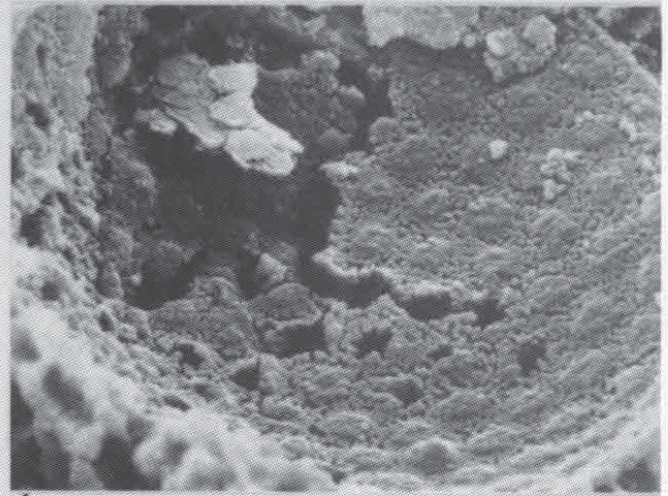
1



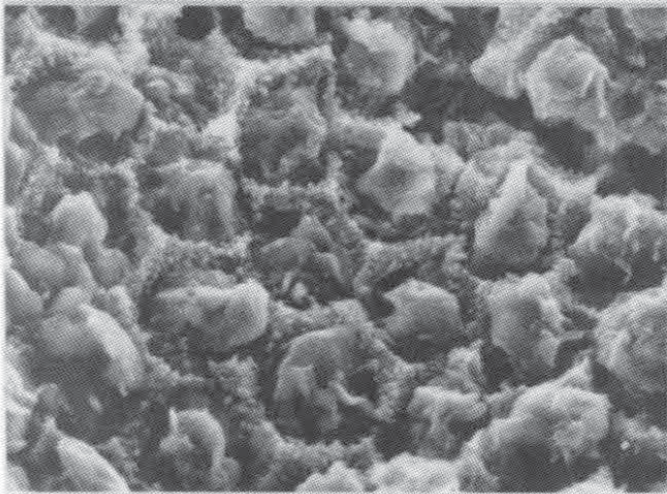
2



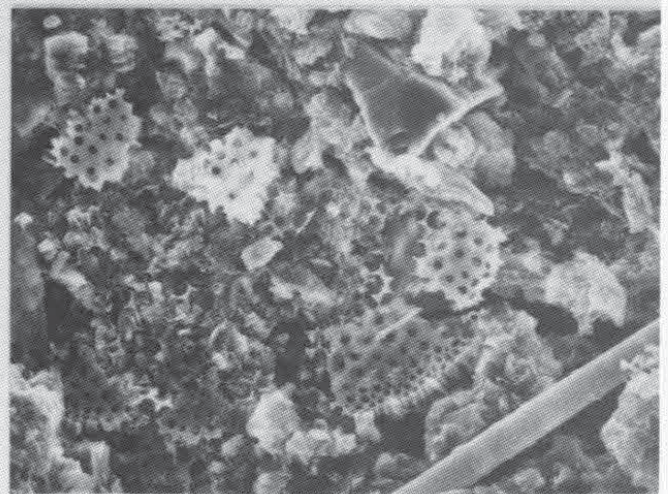
3



4



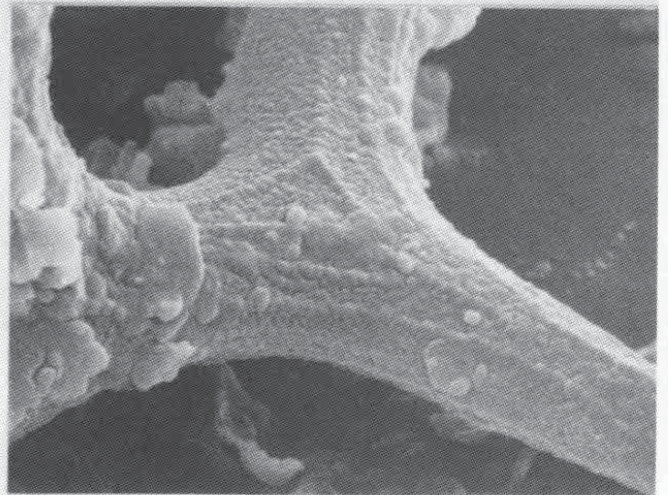
5



6

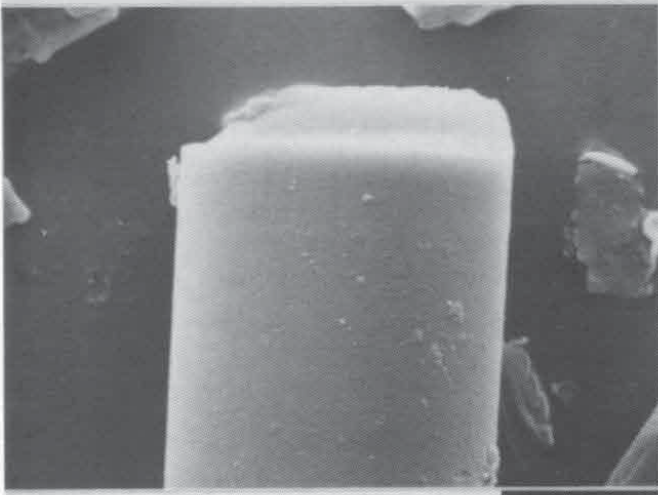


7

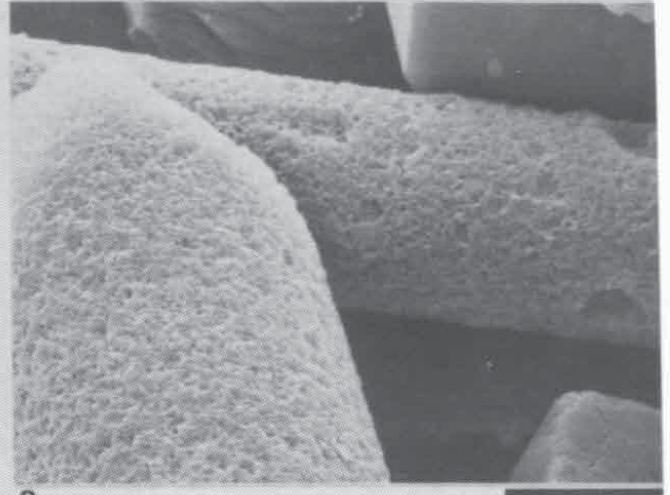


8

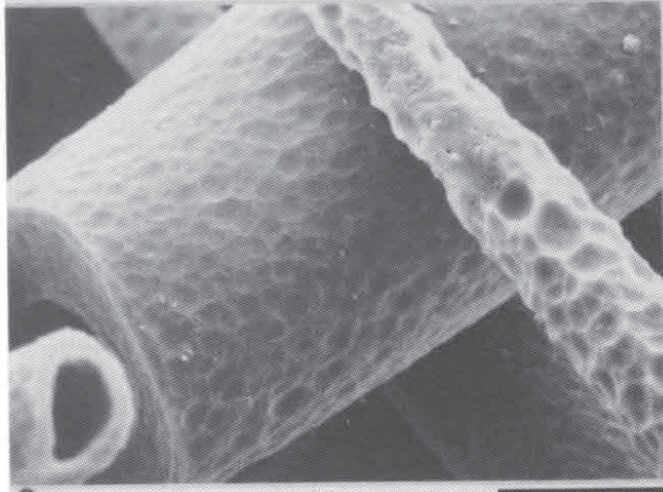
Tafel 5



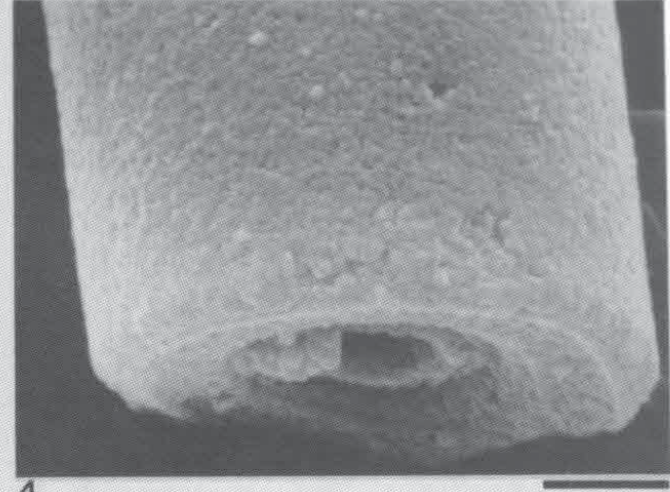
1



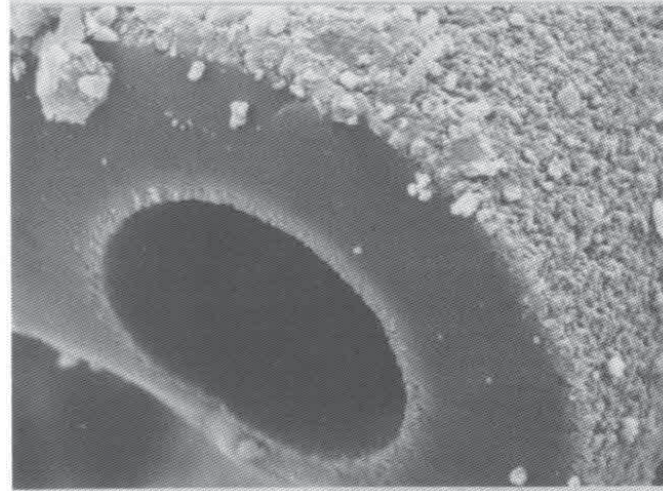
2



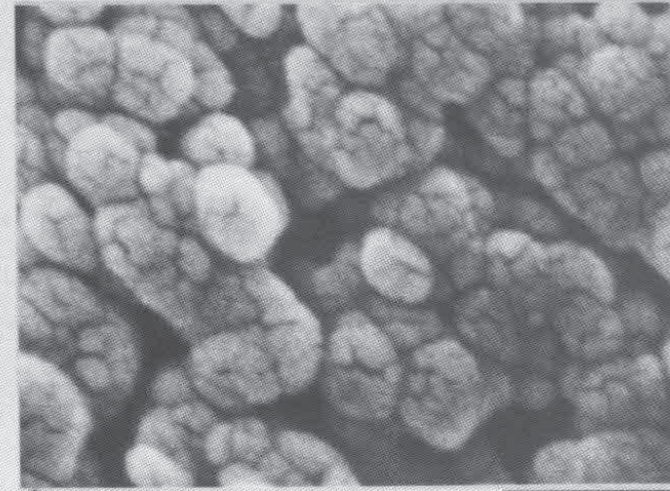
3



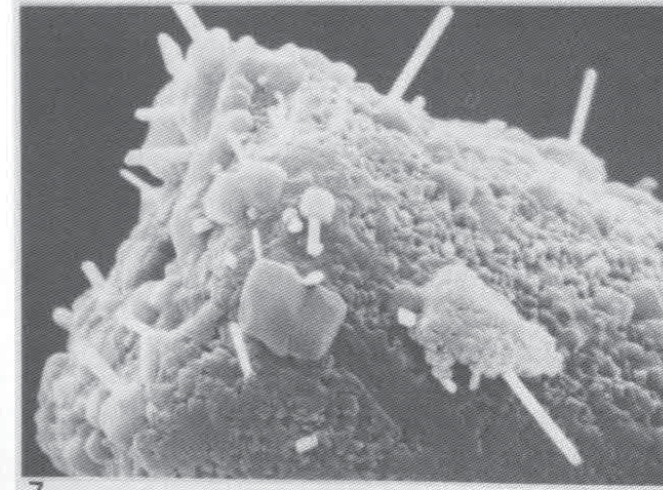
4



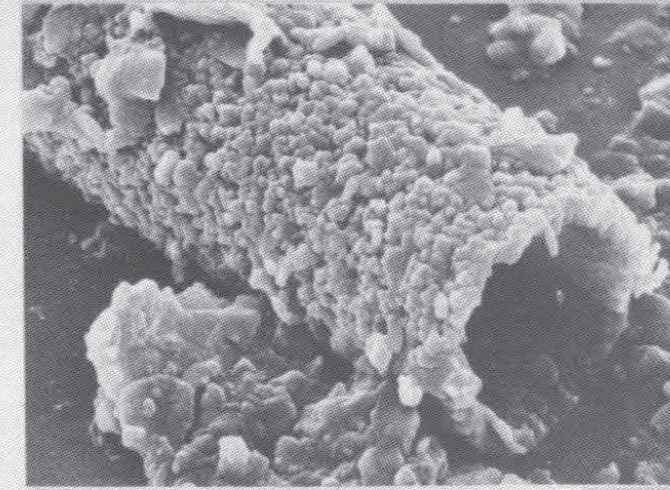
5



6



7



8

zu diskutieren.

6.1.4.1 Bohrung 647

Stark korrodierte Schwammnadeln und nur wenige Fragmente anderer Opalgerüstbildner dokumentieren in Bohrung 647 einen Bereich intensiver Opalkorrosion in Kern 13 in Sektion 1-3 (Taf. 5/7). Ab Sektion 5 (Kern 13) zu tieferen Intervallen hin ist weiterhin Opallösung zu beobachten, die allerdings durch das Auftreten anderer Opalskelettbildner wie Diatomeen, Radiolarien und sogar Silicoflagellaten vermindert gewesen sein muß (Taf. 4/3, 4/5, 4/6). Es ist eine deutliche Beziehung dieser Opallösung zu einer mehrfachen Hiatusbildung in diesem Sedimentabschnitt zu verzeichnen. Ein oberer Hiatus zwischen Kern 12 und 13 trennt Opal-freie Sedimente des Ober-Pliozäns (SRIVASTAVA et al. 1987) von obermiozänen Sedimenten, die stark korrodierten Opal führen. Ein zweiter Hiatus ist etwa zwischen Sektion 2 und 3 in Kern 13 zu finden, wobei Unter-Miozän von Ober-Miozän getrennt wird. Kern 15 ist bereits Oligozän (SRIVASTAVA et al. 1987). Ein weiteres Intervall stärkerer Opalkorrosion ist zwischen den Kernen 28 (ca. 264 m) und 30 (ca. 282 m) zu finden. Dieser Bereich bildet den Übergang zwischen Opal-reichen Sedimenten der lithologischen Einheit IIIb und dem Horizont authigener Silikat-Mineralisation um 300 m Sedimenttiefe (Abb. 42). Ein drittes Intervall mit Opalkorrosion ist in 620 bis 660 m Tiefe dokumentiert, wo Smektit-Pseudomorphosen nach biogenem Opal und zahlreiche Abdrücke kieseliger Biogene in frühzementierten Karbonatkonkretionen gefunden wurden (Taf. 9 & 10; BOHRMANN & THIEDE in press).

6.1.4.2 Bohrung 642

In Bohrung 642 zeigen die Proben von Kern 8-1 und dem Intervall von Kern 10-4 bis 11-1 partiell starke Lösung, die mit Glaukonitbildung in Zusammenhang mit Schichtlückenbildung steht (siehe Kapitel 6.3.1).

6.1.4.3 Bohrung 643

In Bohrung 643 ist von Kern 31-45 (zwischen 280-430 m) der biogene Opal vollkommen gelöst und nur wenige Hinweise auf ehemalige Opalsedimentation, wie Skelettabdrücke in authigenen Karbonatlagen (Taf. 6/4) und Pyritimprägnationen (siehe Kapitel 6.2.1.1), sind zu finden.

Tafel 5: Opallösung bei Poriferen Spicula. (1) Gut erhaltene Schwammnadel mit glatter Oberfläche (Maßstab = 5 µm); (2) Poriferen Spicula mit aufgerauhter Oberfläche und fleckig verteilten Korrosionsnarben (642B-16H-1, 116 cm / Maßstab = 4 µm); (3) Wabenstrukturen auf Poriferen-Nadeln nach NaOH-Behandlung (Probe 408-28R-1, 40 cm / Maßstab = 10 µm); (4) Schwach angelöste Schwammnadel zeigt konzentrischen Aufbau auf der Bruchfläche (Probe 408-4R-5, 65 cm / Maßstab = 1 µm); (5) Oberflächenlösung einer Schwammnadel auch im Axialkanal beobachtbar, während die Bruchfläche glatt erscheint. (Probe 31X-1, 95cm / Maßstab = 10 µm); (6) Ausschnitt von 4 zeigt Details der globulösen Ultrastruktur (Probe 31X-1, 95cm / Maßstab = 400 nm); (7) Stark korrodierte Schwammnadel mit körnigen NaCl-Kristallen und Nadeln unbekannter Zusammensetzung (Probe 647A-13R-3, 63-66 cm / Maßstab = 2 µm); (8) Stark korrodierte Schwammnadel mit ausgedünnter Wandstruktur (Probe 36X-1, 59cm / Maßstab = 2 µm).

6.1.4.5 Bohrung 646

In Bohrung 646 wird im Bereich von Kern 31-36 von ca. 285-333 m eine mit der Bohrtiefe zunehmende Opallösung deutlich. Oberhalb von ca. 300 m sind die wichtigsten Opal-bildenden Gruppen noch vertreten, obwohl schon deutlich Korrosionsspuren zu sehen sind. Unterhalb von 300 m nehmen die Diatomeen ab oder sind fast bis zur Unkenntlichkeit korrodiert (Taf. 4/2). In den tiefsten Abschnitten sind fast nur noch Schwammnadeln zu finden, die äußerst stark korrodiert sind.

6.2 AUTHIGENE BILDUNG VON SI-REICHEN MINERALIEN

Durch Auflösung von opalinen Skeletten wird dem Porenwasser SiO_2 zur Verfügung gestellt, wobei es wieder zur Ausscheidung von Si-reichen Mineralien kommen kann (GIESKES 1981, WILLIAMS & CRERAR 1985). Dabei hat in den untersuchten Sedimenten die Opal-CT-Bildung die weitaus größte Bedeutung, während Klinoptilolith nur in einem kurzen Intervall der Bohrung 647 nachgewiesen werden konnte. Weiterhin konnte eine authigene Smektit-Bildung in der Labrador See durch Umwandlung von biogenem Opal belegt werden.

6.2.1 Opal-CT-Bildung

Opal-CT-Kristallisation wurde in den drei Bohrungen 643, 646 und 647 festgestellt, wobei eine massive Opal-CT-Bildung nur in tieferen Teilen der Bohrung 643 dominiert.

6.2.1.1 Bohrung 643

Mikroskopische Ausbildung

Intensive Opal-CT-Mineralisation ist in der Bohrung 643 zwischen 297-414 m im Unter-Miozän dokumentiert (Abb. 42). Im REM können zwei Habitustypen von Opal-CT-Kristallen unterschieden werden, die in verschiedenen Lithologien ausgebildet sind.

In biogenen Schalenhohlräumen, die in frühdiagenetisch gebildeten Karbonatlagen (HENRICH in press) vorkommen, sind sehr dünne (ca. 0.05-0.1 μm Dicke), ebene Opal-CT-Plättchen entwickelt, welche sehr regelmäßige Mikrosphärolithe, sogenannte Lepisphären (FLÖRKE et al. 1976), bilden. Die Opal-CT-Lepisphären variieren in Größe und Ausbildung, haben aber meist Durchmesser zwischen 3-6 μm . Sie bestehen aus Gruppierungen von Plättchen, die z.T. parallel angeordnet und z.T. unter bestimmten Winkeln nach einem Tridymit-Verzwilligungsgesetz (FLÖRKE et al. 1976, VON RAD et al. 1977) miteinander verwachsen sind (Taf. 6/3).

Im Gegensatz dazu sind die Opal-CT-Lepisphären in tonigen Sedimenten sehr viel unregelmäßiger und mit 1-4 μm Durchmesser in der Dimension kleiner (Taf. 6/1, 6/2, 6/3). Die durchschnittlich 0.1 μm dicken Plättchen erscheinen von der Seite betrachtet sehr unregelmäßig gebogen und - durch die in dieser Korngröße typisch abgerundeten Kanten - im Detail würmchenartig. In den tonigen Sediment-Abschnitten sind alle Wachstumsübergänge von nicht-Lepisphären zu embryonalen Lepisphären mit nur 2-3 Opal-CT-Plättchen

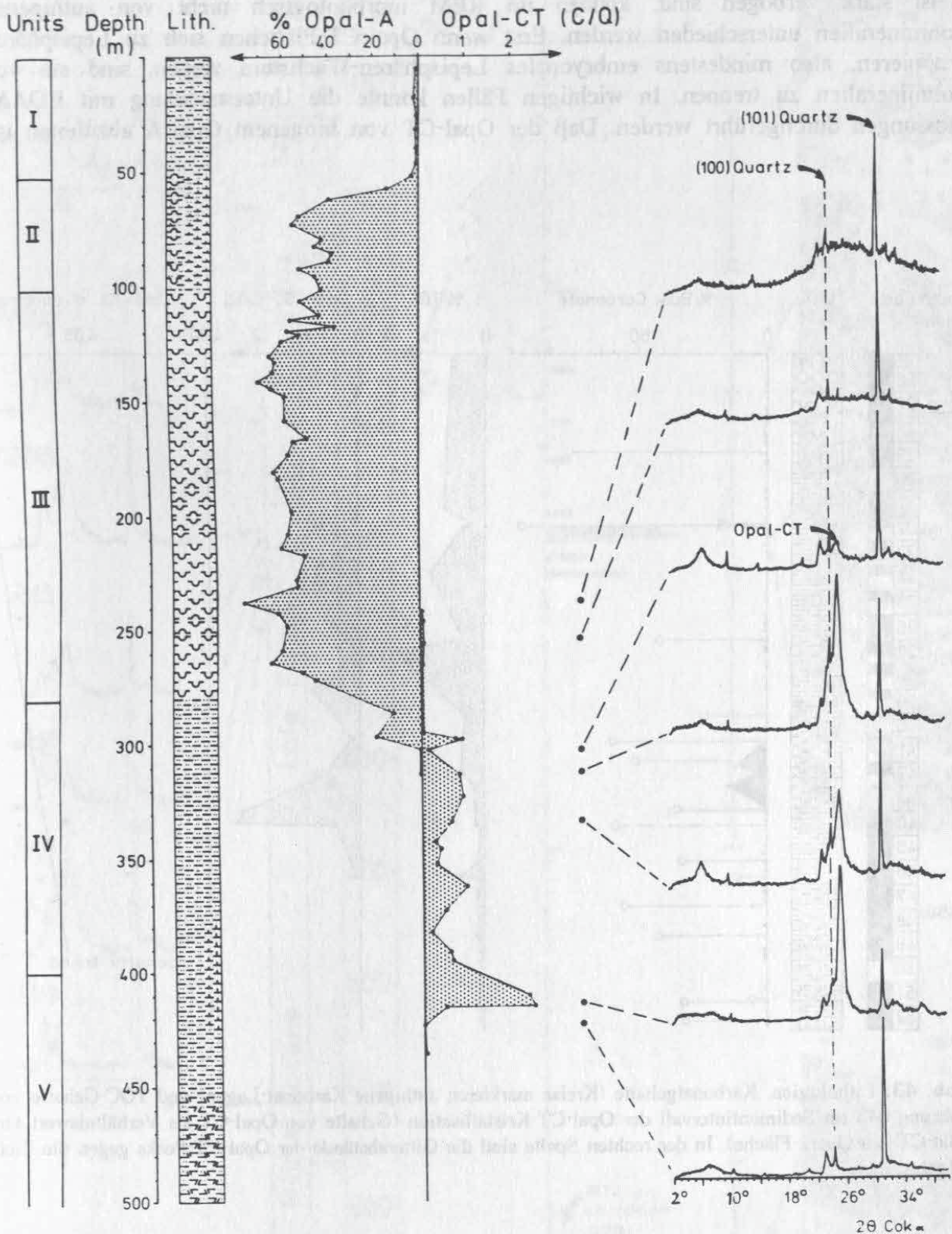


Abb. 42: Vorkommen und Gehalte von Opal-A und Opal-CT (als Verhältniszahl der beiden Peakflächen von (101) Opal-CT und (101) Quarz) in Bohrung 643. Die rechte Spalte zeigt charakteristische XRD-Analysenergebnisse in verschiedenen Tiefen.

bis hin zu größeren Lepisphären (max. 4 μm) entwickelt. Einzelplättchen von Opal-CT, die meist stark verbogen sind, können im REM morphologisch nicht von authigenen Tonmineralien unterschieden werden. Erst wenn Opal-CT-Plättchen sich zu Lepisphären gruppieren, also mindestens embryonales Lepisphären-Wachstum zeigen, sind sie von Tonmineralien zu trennen. In wichtigen Fällen konnte die Unterscheidung mit EDAX-Messungen durchgeführt werden. Daß der Opal-CT von biogenem Opal-A abzuleiten ist,

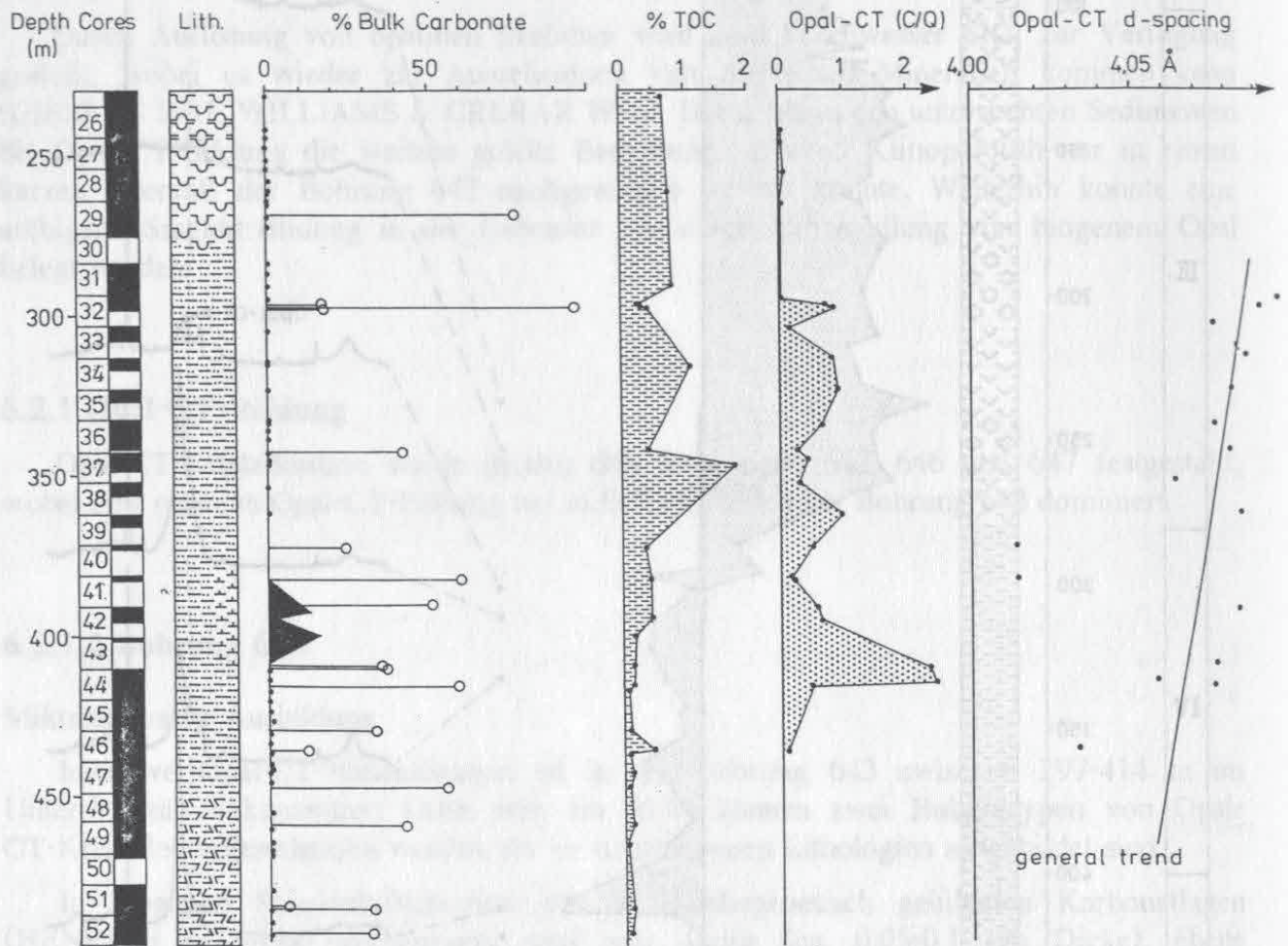
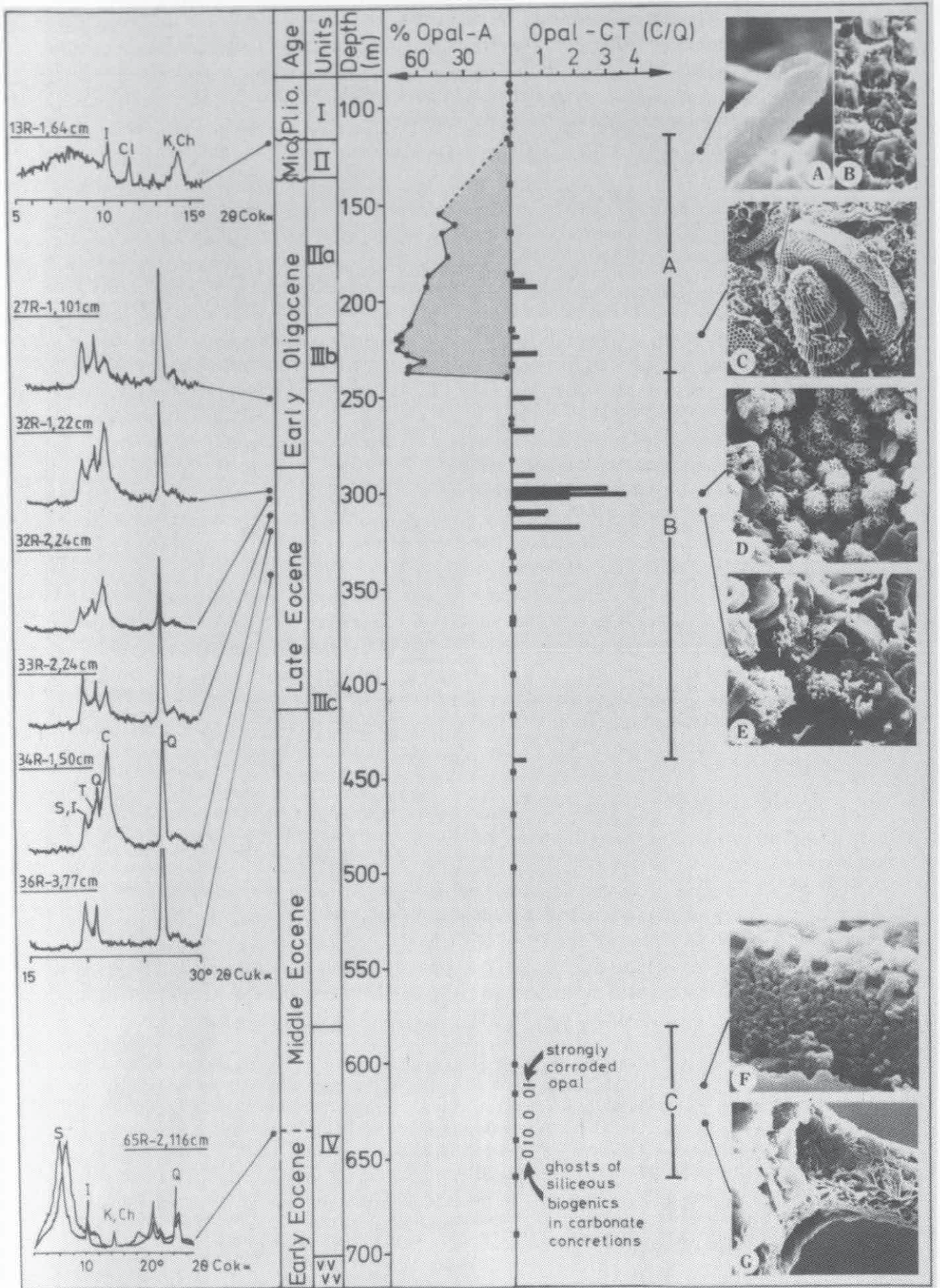


Abb. 43: Lithologien, Karbonatgehalte (Kreise markieren authigene Karbonat-Lagen) und TOC-Gehalte von Bohrung 643 im Sedimentintervall der Opal-CT-Kristallisation (Gehalte von Opal-CT als Verhältniswert von Opal-CT- zu Quarz-Fläche). In der rechten Spalte sind die Gitterabstände der Opal-CT-Peaks gegen die Tiefe aufgetragen.

Abb. 44: Einteilung der ODP-Bohrung 647 in diagenetische Abschnitte (A, B, C) und Vorkommen und Gehalte von Opal-A und Opal-CT (dargestellt als Verhältnis der Peakflächen von (101) Cristobalit und (101) Quarz). Linke Reihe enthält Beispiele von typischen XRD-Analysen: I = Illit, Cl = Klinoptilolith, K = Kaolinit, Ch = Chlorit, S = Smektit, Q = Quarz, C = Cristobalit, T = Tridymit. Rechte Kolonne zeigt charakteristische REM-Aufnahmen in verschiedenen Tiefen: a) korrodierter Klinoptilolith, b) stark gelöste Diatomee, c) gut erhaltener Opal-A, d) gut ausgebildete Opal-CT-Lepisphären, e) unregelmäßig aufgebaute Lepisphären, f) stark korrodierter Opal-A, g) authigene Smektite pseudomorph nach einem Radiolarienskelett.



belegen die vielen Abdrücke von kieseligen Skeletten (Taf. 6/4) in den frühdiagenetisch zementierten Karbonatlagen (HENRICH in press) und zahlreiche pyritisierte Diatomeen in den Tonsteinen (Kap. 6.3.1).

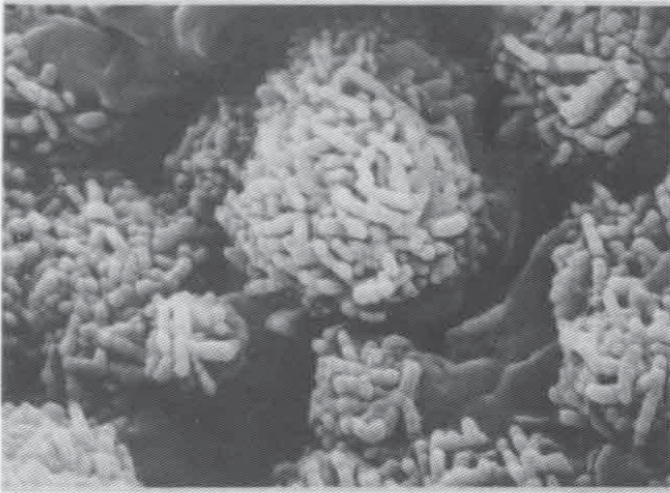
Vorkommen und Verteilung von Opal-CT in der Bohrung

Zur groben semiquantitativen Abschätzung von Opal-CT-Gehalten wurde das Verhältnis der Peak-Flächen vom (101) Cristobalit-Peak zum (101) Quarz-Peak ausgewertet und in den Abb. 42 und 43 zusammen mit anderen Parametern gegen die Teufe dargestellt. Dabei wird in erster Annäherung angenommen, daß der detritische Quarz zu etwa gleichen Anteilen in den Proben verteilt vorliegt. Diagenetischer Quarz konnte in keiner der untersuchten Proben nachgewiesen werden. Beispiele der Opal-CT-Schwankungen sind den XRD-Diagrammen zu entnehmen (Abb. 42). Die so abgeschätzten Opal-CT-Anteile am Gesamtsediment zeigen, daß Opal-CT-Kristallisation im wesentlichen in der lithologischen Einheit IV (ELDHOLM et al. 1987) und im oberen Teil der Einheit V stattfand, wobei ein deutliches Maximum im letztgenannten Bohrabschnitt zwischen 410-415 m in Kern 43X und 44X dokumentiert ist. Obwohl bereits in der lithologischen Einheit III zwischen 232-295 m nach XRD-Analysen sehr geringe Opal-CT-Anteile zu finden sind, setzt doch die massive Opal-CT-Mineralisation erst mit dem Fazies-Wechsel von kieseligen Schlämmen der Einheit III zu verfestigten "Mudstones" mit deutlich höheren Tonmineralanteilen (FROGET et al. in press) der Einheit IV ein. Dieser deutliche Wechsel in Lithologie und Grad der Verfestigung veranlaßte bereits die "Shipboard Scientific Party" von Leg 104 (ELDHOLM et al. 1987) im Übergang von Einheit III nach IV einen Hiatus zu fordern, welcher biostratigraphisch allerdings nicht zu belegen ist. Es muß hier im Übergang von den unverfestigten Kieselschlämmen zu den intensiv mit Opal-CT zementierten Ton-/Siltsteinen vielmehr von einer diagenetischen "Silica"-Front gesprochen werden, deren Ausbildung wahrscheinlich auf einen deutlichen Fazieswechsel zurückzuführen ist. "Silica"-Diagenese-Fronten sind auch von anderen DSDP-Bohrungen beschrieben worden, wobei meist ein seismischer Reflektor ausgebildet ist (HEIN et al. 1978, THEIN & VON RAD 1987). Die Diagenese-front in Bohrung 642 wird ebenfalls sehr deutlich durch einen seismischen Reflektor markiert (HEMPEL & MAYER in press).

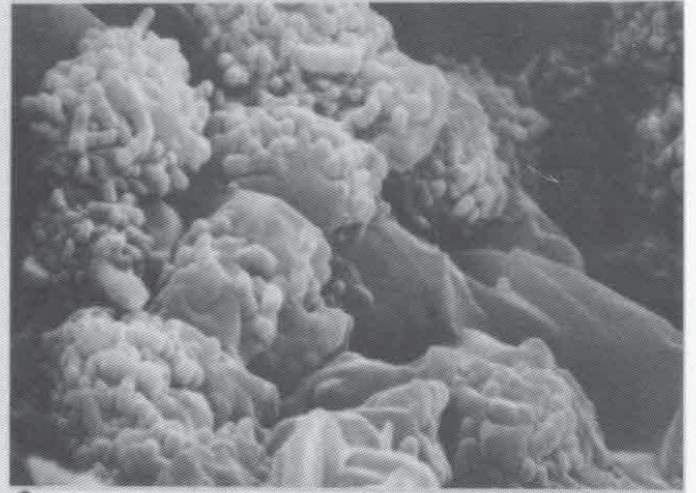
Um die Kristallinität von Opal-CT abzuschätzen, wurde der (101) Gitterabstand von Opal-CT genauer bestimmt, nachdem eine Korrektur der XRD-Aufzeichnungen über den Quarz-Reflex ($d = 3.343 \text{ \AA}$) bei $2\theta_{\text{Cok}} = 31.040 \text{ \AA}$ vorgenommen wurde. Die so ermittelten d -Werte wurden in Abb. 43 gegen die Tiefe aufgetragen. Obwohl die Gitterabstände eine gewisse Schwankungsbreite zeigen, läßt sich doch eine generelle Abnahme im Gitterabstand von ca. 4.08 \AA in etwa 300 m auf ca. $4.05\text{-}4.06 \text{ \AA}$ in etwa 450 m Tiefe ablesen. Dies deutet auf eine Kristallinitätszunahme der Opal-CT-Kristalle, welche mit zunehmender Versenkungstiefe zu erklären ist. Diese Abnahme im Gitterabstand der Opal-CT-Kristalle steht im

Tafel 6: Opal-CT-Bildung in Bohrung 643, (1-4) und 647, (5-8). (1) Opal-CT-Lepisphären in karbonatfreiem, tonigem Sediment (34X-1, 38 cm / Maßstab = 1 μm); (2) Unregelmäßige Mikrosphärolithe aus Opal-CT-Plättchen (37X-3, 38 cm / Maßstab = 1 μm); (3) Gut kristallisierte Opal-CT-Lepisphären in authigener Karbonatlage (Probe 41X-CC, 38 cm / Maßstab = 4 μm); (4) Diatomcnaabdrücke von authigenem Karbonat (Probe 41X-CC, 38 cm / Maßstab = 10 μm); (5) Radiolarienskelett aus Opal-CT bestehend, zeigt *in situ*-Umwandlung von Opal-A nach Opal-CT (Probe 31R-2, 55-59 cm / Maßstab = 4 μm); (6) Detail von 5 zeigt die würmchenartigen Opal-CT-Plättchen (Probe 31R-2, 55-59 cm / Maßstab = 2 μm); (7) Mikrosphärolithe aus würmchenartigen Opal-CT-Plättchen als Zemente zwischen Coccolithen (Probe 33R-1, 64 cm / Maßstab = 4 μm); (8) Unregelmäßige Opal-CT-Lepisphären (Probe 33R-1, 64cm / Maßstab = 2 μm).

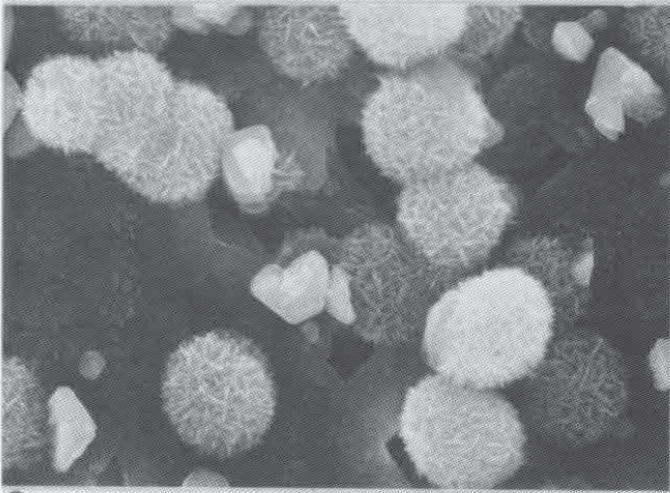
Tafel 6



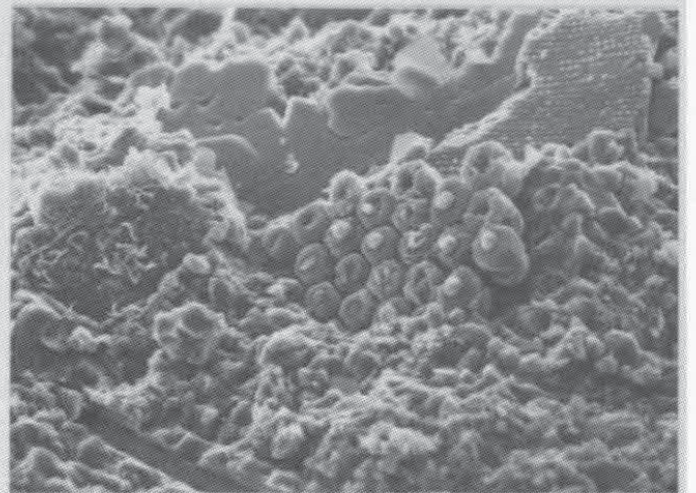
1



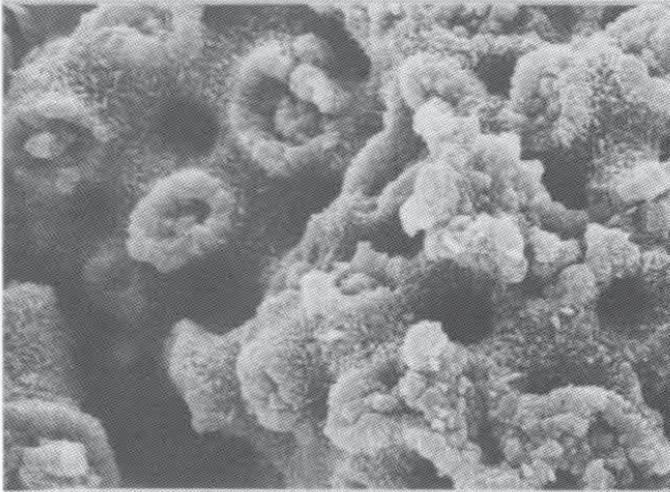
2



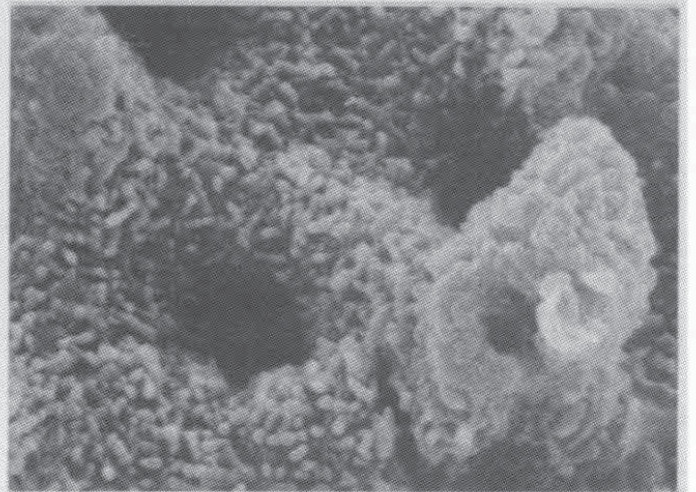
3



4



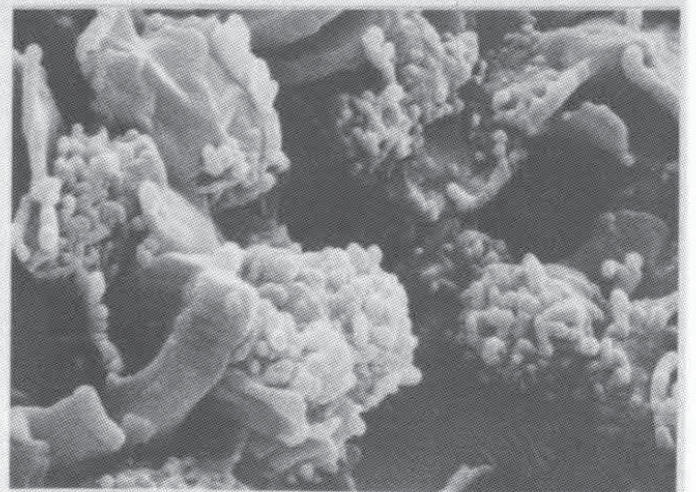
5



6

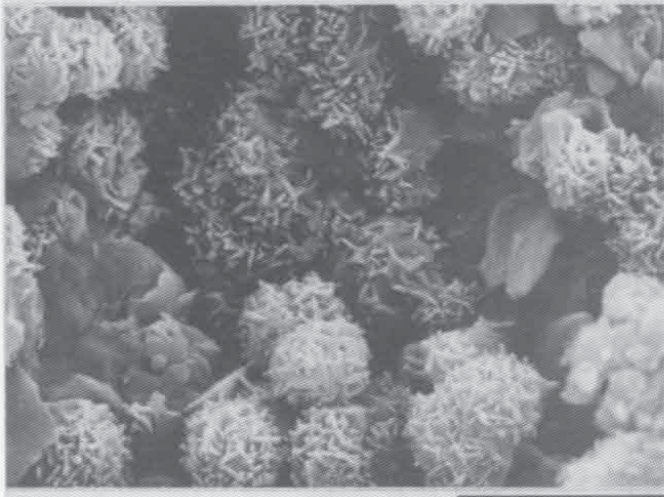


7

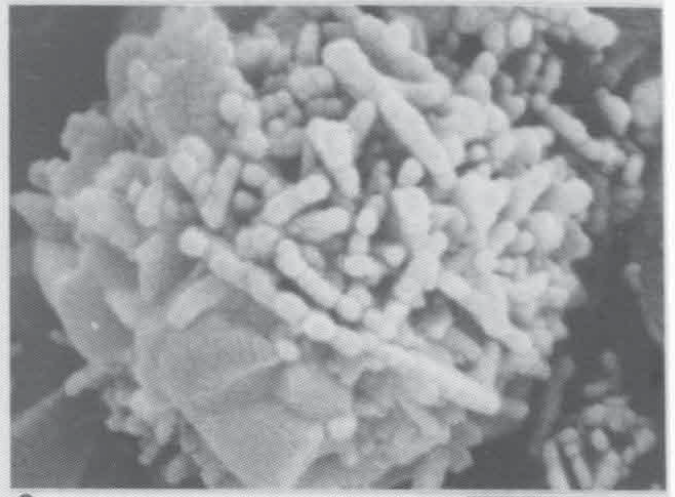


8

Tafel 7



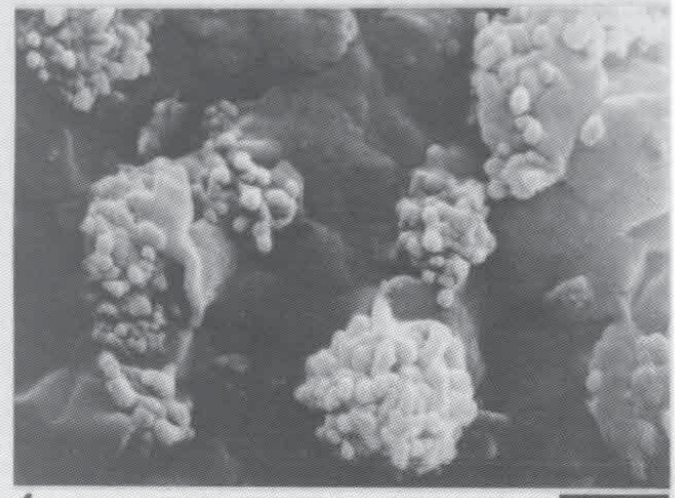
1



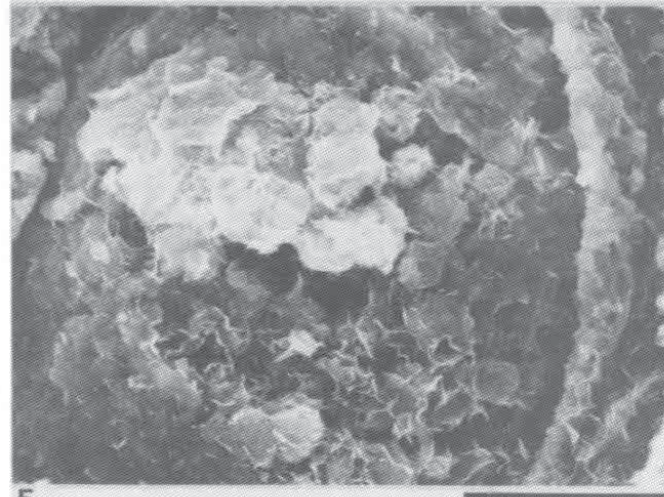
2



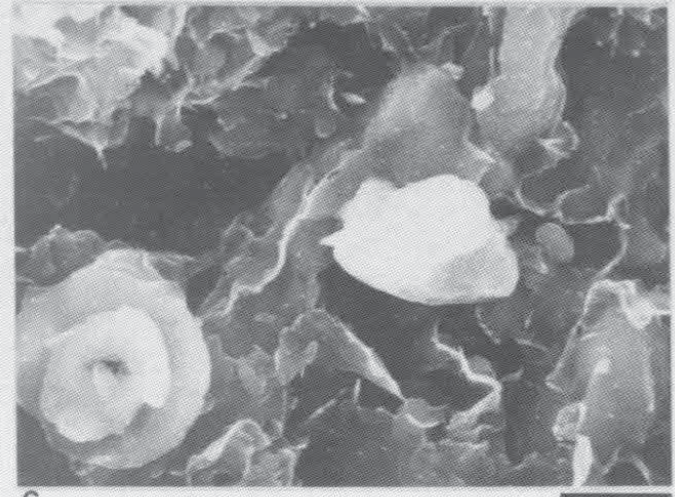
3



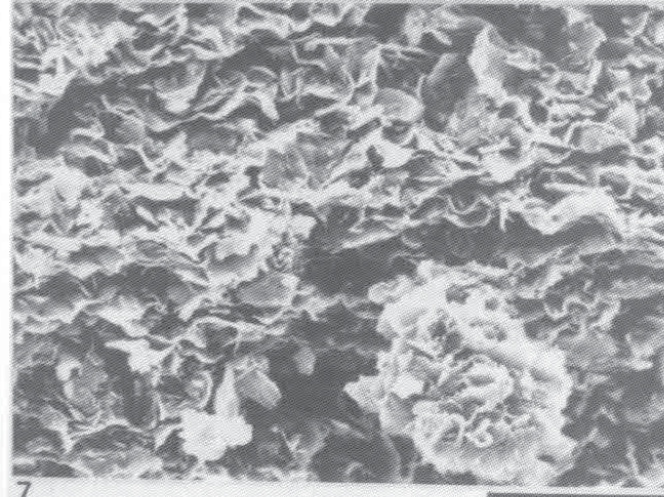
4



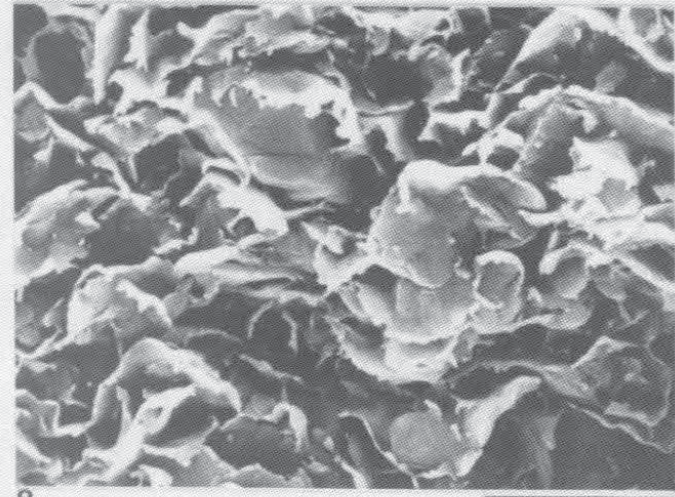
5



6



7



8

Einklang mit Untersuchungen von MURATA & NAGATA (1974), welche in der miozänen Monterey Formation ebenfalls eine systematische Verringerung im d(101) Opal-CT-Peak von 411 Å auf 404 Å gemessen haben. Die Autoren erklären die Verringerung des Opal-CT-Gitterabstandes durch einen mit der Tiefe zunehmenden Ordnungsprozeß von Opal-CT durch Druck- und Temperaturzunahme. In ähnlicher Weise können die zur Tiefe hin leicht zunehmenden Gitterabstände der Bohrung 643 durch die Kristallinitätszunahme der Opal-CT-Phase erklärt werden, obwohl die relativ große Schwankungsbreite (Abb. 41) der Werte zur Vorsicht mahnt. Eine Abhängigkeit zwischen Opal-CT-Kristallinität und dem Karbonatgehalt, der in den authigenen Karbonatlagen um ein Vielfaches erhöht ist, konnte nicht festgestellt werden, obwohl ein karbonatisches Environment, wie Experimente von KASTNER et al. (1977) zeigten, die Opal-CT-Mineralisation deutlich beeinflussen.

6.2.1.2 Bohrung 647

Opal-CT wurde in Bohrung 647 zwischen 190-450 m von Unter-Oligozän bis ins oberste Mittel-Eozän nachgewiesen (siehe auch BOHRMANN & STEIN in press). Nach den röntgendiffraktometrischen Untersuchungen treten zwischen 190-240 m bereits geringe Mengen Opal-CT gemeinsam mit Opal-A auf (Abb. 44). Im REM wurden allerdings oberhalb von 240 m keine authigenen Minerale beobachtet, die als Opal-CT-Ausfällungen interpretiert werden könnten. Die Schwankungen im Opal-CT-Gehalt in verschiedenen Teufenlagen wurden in Abb. 44 dargestellt. Höhere Gehalte an Opal-CT wurden in den Kernen 32R-34R (zwischen 298-320 m Sedimenttiefe) nachgewiesen, wobei ein deutliches Maximum in Kern 32R (in ca. 300 m Tiefe) auftritt. Opal-CT-Kristalle wurden im REM nur innerhalb der Kerne 31R-34R beobachtet. Sie treten dort als unregelmäßig gebaute Lepisphären (Taf. 6/7, 6/8) mit würmchenartigen Opal-CT-Plättchen auf, ähnlich den Opal-CT-Lepisphären in den tonigen Intervallen von Bohrung 643. Alle Übergänge von 0.5-1 µm kleinen embryonalen Lepisphären (Taf. 7/3, 7/4) bis hin zu 3 µm großen Opal-CT-Lepisphären sind zu beobachten.

Die Opal-CT-Lepisphären sind meist an Kornkontakten im noch verbliebenen Porenraum gebildet worden (Taf. 6/7) und belegen die Ausfällung von SiO₂ im Porenwasser, bei vorangegangener Lösung von silikatischem Material, sehr wahrscheinlich biogenem Opal-A, da die wenigen noch zu findenden Opal-Partikel äußerst stark korrodiert erscheinen.

In etwas größeren Hohlräumen, wie etwa Foraminiferen-Gehäusen (Taf. 7/1) erscheinen die Opal-CT-Lepisphären insgesamt etwas regelmäßiger gebaut, was auf einen etwas langsameren Kristallisationsverlauf hindeutet. Die neu gebildeten Opal-CT-Plättchen sind in

Tafel 7: Silikatzementation in Bohrung 647, (1-4) und 646, (5-8). (1) Opal-CT-Lepisphären auf der Innenwand einer Foraminiferenkammer aufgewachsen (Probe 32R-2, 24-28 cm / Maßstab = 4 µm); (2) Detail von 3 zeigt den Aufbau einer Mikrosphäre aus Opal-CT-Plättchen mit unregelmäßig ausgelappten Rändern (Probe 32R-2, 24-28 cm / Maßstab = 1 µm); (3) Embryonale Opal-CT-Lepisphäre (Probe 647-34R-1, 50 cm / Maßstab = 2 µm); (4) Unregelmäßige, würmchenartige z.T. embryonale Lepisphären (Probe 31R-2, 55-59 cm / Maßstab = 1 µm); (5) Diatomeen-Skelett, nur noch schemenhaft erkennbar, mit interner Füllung von authigenen Tonmineralien und Cristobalit (Probe 33X-5, 48 cm / Maßstab = 20 µm); (6) Ausschnitt von 5 zeigt authigenes Mineralgefüge mit Resten von Coccolithen (Probe 33X-5, 48 cm / Maßstab = 4 µm); (7) Ausgeprägtes authigenes Tonmineralgefüge mit Cristobalit-Plättchen verwachsen, die morphologisch nicht von den Tonmineralien unterschieden werden können, Unterscheidung nur mit EDAX (Probe 33X-5, 48 cm / Maßstab = 10 µm); (8) Ausschnitt von 7 (Probe 33X-5, 48 cm / Maßstab = 4 µm).

größeren Hohlräumen, im Gegensatz zu den Lepishären, welche im Mikroporenraum zwischen den Sedimentpartikeln gewachsen sind, im Querschnitt kaum gebogen und haben unregelmäßig ausgelappte Ränder (Taf. 7/2). *In situ*-Umwandlungen von Opal-A durch Opal-CT sind ebenfalls in wenigen Fällen zu beobachten. Einige Kieselskelette der > 63 µm-Fraktion bestehen komplett aus Opal-CT, wobei die ursprüngliche Radiolarienmorphologie noch recht gut erhalten ist (Taf. 6/5). Es muß angenommen werden, daß der Skelettopal durch Opal-CT über kleine Lösungsschritte nach und nach ausgetauscht wurde, ohne einen bedeutenden Lösungsschritt, wie dies für den Normalfall der Opal-CT-Zementation von RIECH & VON RAD (1979) gefordert wird. Die Radiolarien-Pseudomorphosen zeigen an der Oberfläche ein dichtes Netzwerk von würmchenartigen Opal-CT-Plättchen (Taf. 6/6). Bruchstellen der Radiolarien-Pseudomorphosen offenbaren dagegen, daß die Plättchenstruktur nur an der Oberfläche ausgebildet ist und der Opal-CT nach innen eine sehr dichte Struktur besitzt, ohne Kristallkorngrenzen zu zeigen.

Allgemein läßt sich für den untersuchten Sedimentabschnitt sagen, daß die Zementierung des Porenraumes durch Opal-CT-Kristallisation lange nicht so intensiv war, wie in der Bohrung 643 oder gar wie in Porzellaniten, wo meist eine dichte massive Opal-CT-Matrix zu finden ist (RIECH & VON RAD 1979).

6.2.1.3 Bohrung 646

Eine SiO₂-Zementation konnte teilweise in den Kernen 31X-36X (zwischen 285-333 m Sedimenttiefe) der Bohrung 646 beobachtet werden. Diese mehr oder weniger schwach ausgebildete Zementations-Zone fällt mit dem Erstauftreten von biogenem Opal in 330 m Tiefe zusammen und scheint damit in Verbindung zu stehen. Im REM lassen sich in diesem Intervall sowohl authigene Tonmineralgefüge beobachten, als auch eine intensive Korrosion von biogenem Opal (siehe Kapitel 6.1.4.5). Solche Gefüge waren am deutlichsten in Probe 33X-5, 47 cm zu erkennen (Taf. 7/5 bis 7/8). Die plättchenförmigen Mineralien sind fest miteinander verbacken, wobei im Querbruch eine deutliche Orientierung parallel der Schichtung entwickelt ist (Taf. 7/7, 7/8). Nur um einige detritische Siltkörner herum sind die Mineralplättchen stärker gekrümmt und gebogen. In Hohlräumen, wie z.B. Diatomeen (Taf. 7/5) oder in anderen biogenen Schalen, wie Foraminiferen ist ein mehr oder minder intensives Kartenhausgefüge von Tonmineralplättchen festzustellen. In der Tonmineral-Zusammensetzung dieses Intervalles stellen nach CREMER et al. (in press) Smektite (ca. 40 %) den größten Anteil gefolgt von Illit (ca. 30 %), Chlorit (ca. 20 %) und Kaolinit (ca. 10 %). Eigene XRD Analysen bestätigen diese Prozentanteile, wobei die Smektitanteile mit 40-60% etwas höher eingeschätzt werden (Abb. 45). Die Tonmineralaufnahmen zeigen allerdings deutliche Cristobalit-Peaks (bei $d = 4.07 \text{ \AA}$). Da der typische Tridymit-Peak (bei $d = 4.31 \text{ \AA}$) des Opal-CT nicht zu sehen ist, wird in diesem Intervall der Bohrung 646 Cristobalit als Mineralname und nicht wie sonst üblich Opal-CT benutzt. Vielleicht ist das Fehlen von Tridymit auch der Grund dafür, daß im REM keine Lepisphären-Strukturen beobachtet wurden, wie in den Abschnitten der Opal-CT-Mineralisation der anderen Bohrungen. Der Cristobalit bildet nach den REM-Untersuchungen nur sehr kleine plättchenförmige Kristalle mit z.T. ausgelappten Rändern, die morphologisch nicht von Tonmineralen unterscheidbar sind. Mit zahlreichen EDAX-Analysen konnte jedoch die SiO₂-Phase auch im REM belegt werden. Nach Flächenabschätzung in den XRD-Schrieben dürfte der Cristobalit 20-40 % der Tonmineralfraktion stellen (Abb. 45). In den XRD-Analysen der Gesamtprobe ist der Cristobalit nicht nachweisbar (Abb. 45), wodurch

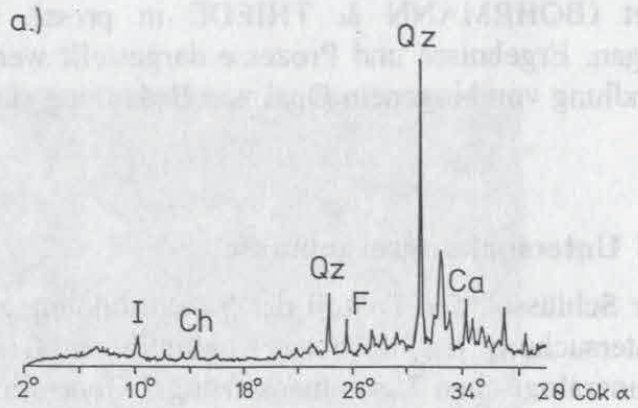


Abb. 45: Röntgendiffraktogramme von Probe 646-33X-5, 47 cm (in 310 m Tiefe):

a) Pulveraufnahme der Gesamtprobe,

b) Tonmineralaufnahme (<2 µm-Fraktion), g = Glykol-gequollen.

S = Smektit

I = Illit

Ch = Chlorit

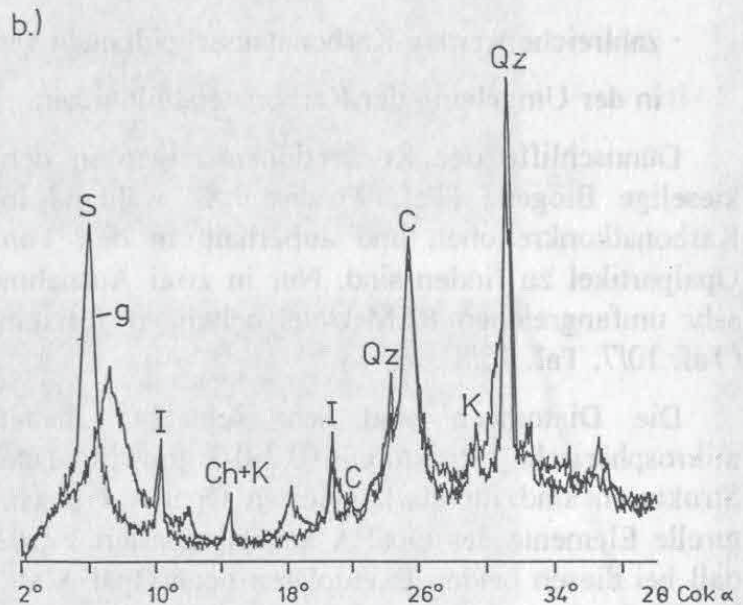
K = Kaolinit

Qz = Quarz

F = Feldspat

C = Cristobalit

Ca = Calcit



ein verhältnismäßig geringer Cristobalit-Anteil und seine geringe Korngröße < 2 µm in der Gesamtprobe dokumentiert wird. Da Opalkorrosion und SiO₂-Zementation im gleichen Abschnitt beobachtbar sind, ist anzunehmen, daß der Cristobalit sein SiO₂ von aufgelöstem Biogenopal bezogen hat. Indizien für vulkanisches Glas, welches als amorphe Sedimentkomponente ebenfalls leichter löslich ist und SiO₂ zur Verfügung stellen könnte, wurden nicht gefunden.

6.2.2 Smektit-Bildung in Bohrung 647

In der tiefsten lithologischen Einheit IV der ODP-Bohrung 647 treten etwa von 40-80 m über dem basaltischen Basement, also nicht direkt im Bereich des Basalt/Sediment-Kontaktes, Tonsteine auf, die Zyklen von dunkelroten bis grünlich grauen Farben zeigen, welche durch den Wechsel von Fe²⁺ und Fe³⁺ und unterschiedlichen Gehalten von Eisen im Sediment verursacht werden. Dies deutet zusammen mit dem Vorkommen von sehr komplexen authigenen Karbonat-Konkretionen (Taf. 8) auf eine erhöhte diagenetische Aktivität in diesem Bereich. Als Beitrag zu den "Proceedings" von Leg 105 wurde dieses Sedimentintervall im Detail untersucht und die verschiedenen diagenetischen Abläufe

gedeutet (BOHRMANN & THIEDE in press). Hier sollen allerdings nur die Untersuchungen, Ergebnisse und Prozesse dargestellt werden, welche im Zusammenhang mit der Umwandlung von biogenem Opal von Bedeutung sind.

6.2.2.1 Untersuchungsergebnisse

Der Schlüssel, den Prozeß der Smektitbildung zu erfassen und zu interpretieren, liegt in der Untersuchung der Karbonat-Konkretionen. Grundsätzlich lassen sich unabhängig von ihrer mineralogischen Zusammensetzung 2 Generationen der Karbonatausscheidung erkennen (Taf. 8):

- eine frühe Bildung von sehr feinkörnigem Karbonat in Bioturbationsspuren,
- zahlreiche weitere Karbonatausscheidungen verschiedener Korngrößen und Mineralogie in der Umgebung der Karbonaterstbildungen.

Dünnschliffe der Konkretionen zeigen in den früh zementierten Bioturbationsspuren kieselige Biogene (Taf. 9/6 bis 9/8), während in den später ausgeschiedenen, größeren Karbonatkonkretionen und außerhalb in den Tonsteinen kaum Hinweise auf ehemalige Opalpartikel zu finden sind. Nur in zwei Ausnahmefällen konnten in den Tonsteinen nach sehr umfangreichen REM-Untersuchungen 2 Exemplare von Diatomeen gefunden werden (Taf. 10/7, Taf. 10/8).

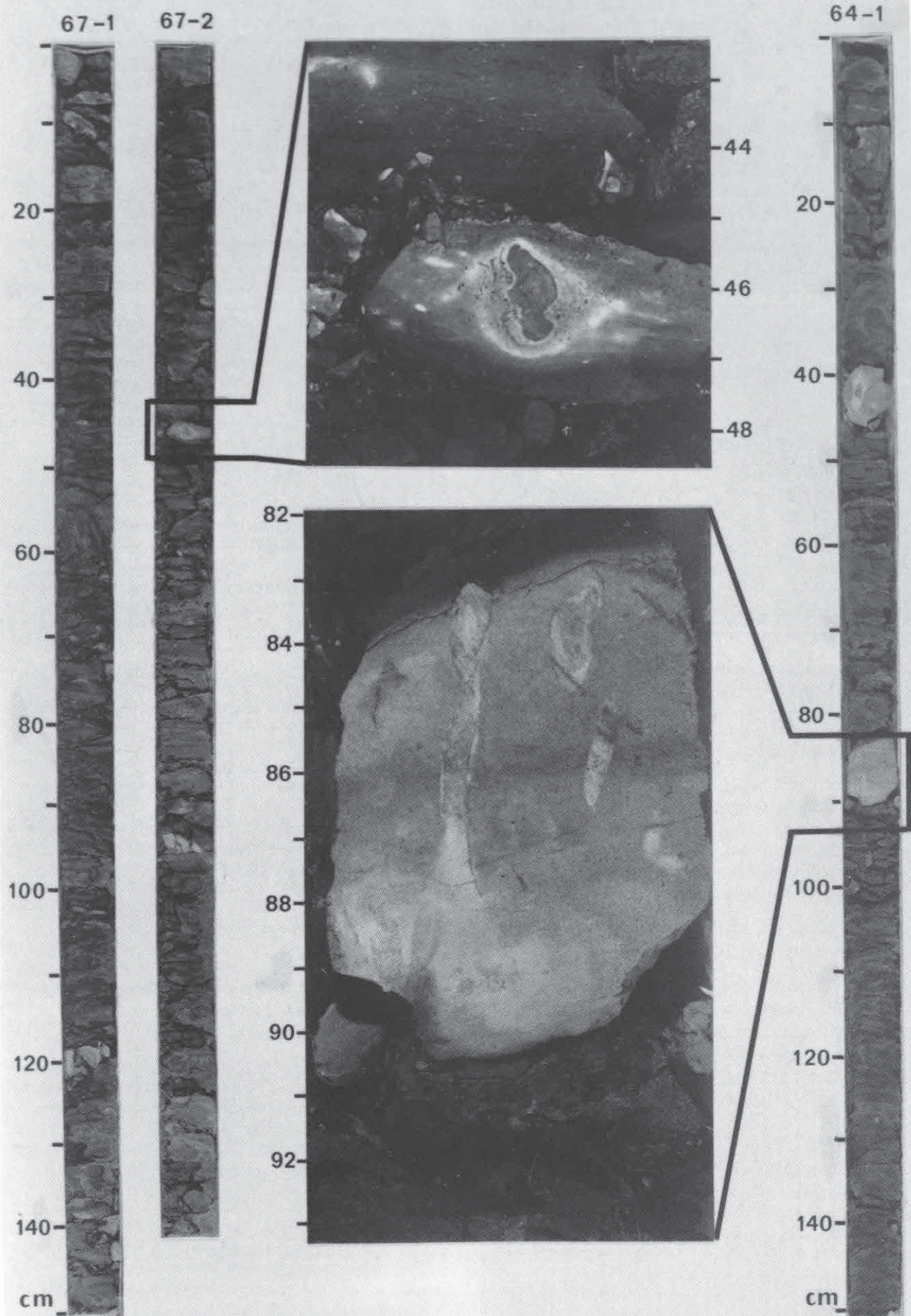
Die Diatomeen sind sehr schlecht erhalten und zeigen sehr feine globulöse, mikrosphärische Strukturen (0.2-0.3 μm im Durchmesser) auf der Oberfläche. Solche Strukturen sind für stark gelösten Opal-A typisch, wobei durch die Korrosion ultrastrukturelle Elemente des Opal-A herauspräpariert werden. Es muß daher angenommen werden, daß bei diesen beiden Exemplaren noch Opal-A als Skelettsubstanz vorliegt, obwohl 300 m im Hangenden der Bohrung Opal-A in Opal-CT umgebildet wurde.

Das sehr geringe Vorkommen von kieseligen Biogenen in dem untersuchten Sedimentintervall zwischen 630-700 m steht im Gegensatz zu den zahlreichen kieseligen Skeletten in den Karbonat-Konkretionen, die nach Dünnschliffabschätzungen 10-20 % der Flächenanteile ausmachen.

Untersuchungen der kieseligen Biogene unter dem REM zeigen allerdings, daß die Skelette nicht mehr aus Opal-A bestehen, sondern vollkommen durch ein sehr dichtes Tonmineralgefüge ersetzt wurden. Die authigenen Karbonatminerale bilden dabei die Morphologie der ehemaligen Opalpartikel im Detail nach, so daß sogar feine Siebstrukturen der Diatomeen-Valven noch zu erkennen sind (Taf. 9/1 bis 9/5). Das Tonmineralgerüst der Skelette ist so stabil und kompakt, daß bei Weglösung des Karbonates mit Salzsäure die Pseudomorphosen nach den ehemaligen Opalpartikeln unter dem Auflichtmikroskop oder REM untersucht werden können (Taf. 10/1 bis 10/3). Die zahlreichen EDAX-Analysen an den authigenen Phyllosilikaten erbrachten immer wieder die gleiche Elementverteilung in der Reihenfolge mit abnehmenden Gehalten: Si, Fe, Al und wenig Ca. Da Tonminerale die Hauptsedimentkomponenten innerhalb der lithologischen Einheit IV sind, wurde die Tonmineralzusammensetzung näher untersucht. Die Phyllosilikatverteilung (Abb. 46) zeigt,

Tafel 8: Beispiele für Karbonat-Konkretionen der lithologischen Einheit IV in Bohrung 647 mit frühdiagenetischer Zementation von Bohrgängen.

Tafel 8



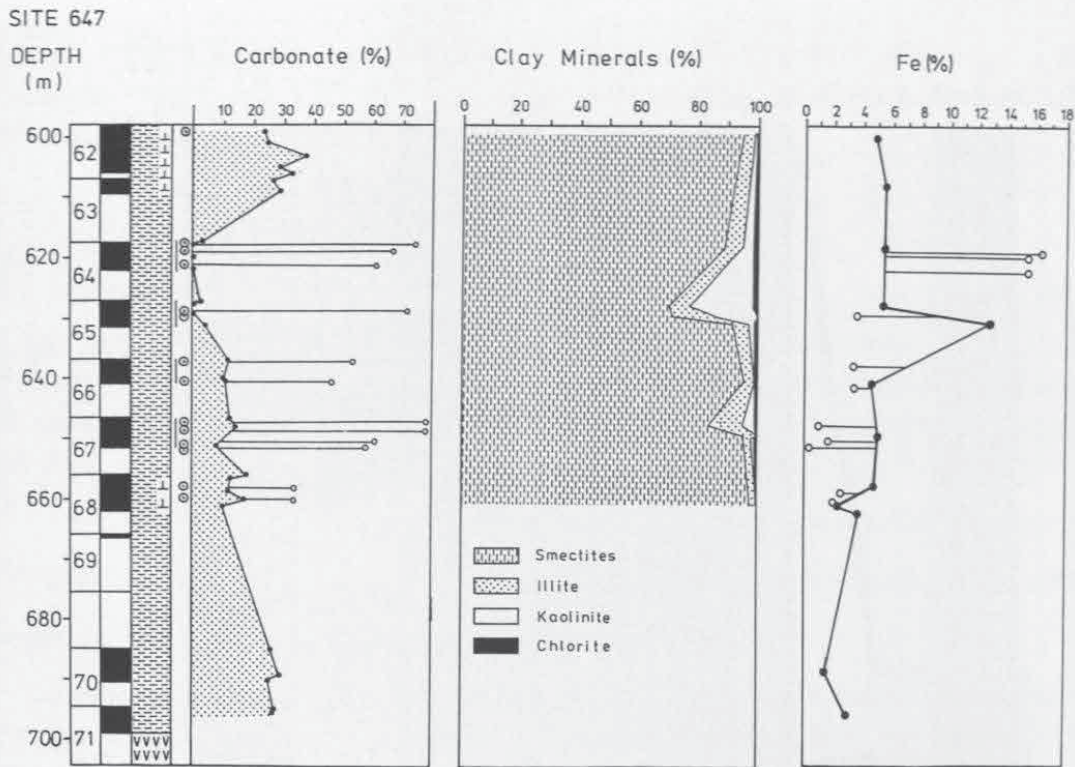
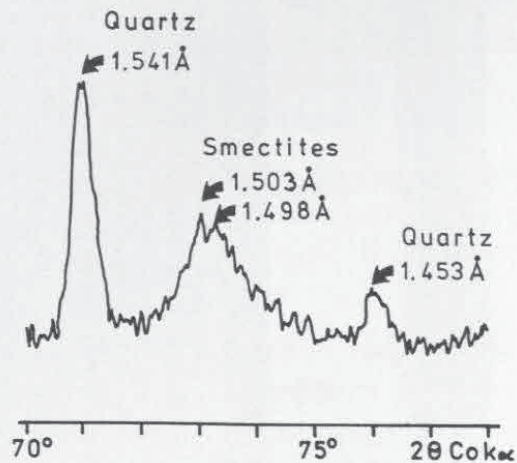


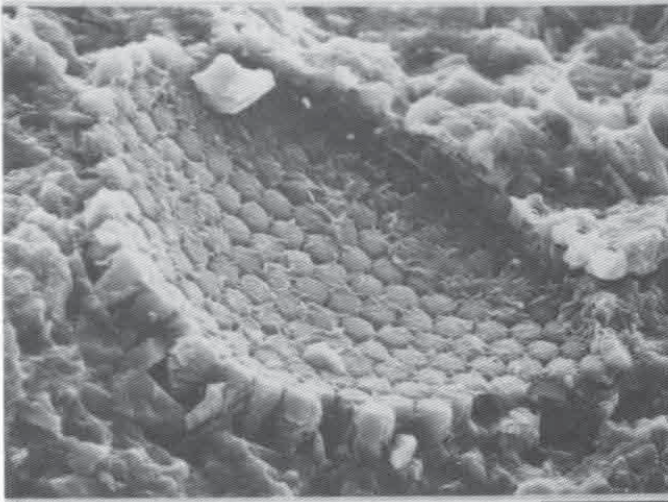
Abb. 46: Karbonatgehalte, Tonmineralverteilung und Fe-Gehalte des Gesamtsedimentes zwischen 600-700 m Tiefe in ODP-Bohrung 647. In der Karbonatgehaltskurve sind die Gehalte der Karbonatkongregationen jeweils als Kreise dargestellt und mit der Grundkurve durch horizontale Linien verbunden.

Abb. 47: Typisches Röntgendiffraktogramm im Bereich des (060)-Gitterabstandes der Phyllosilikate. Die Probe der < 2 μm -Fraktion (647-65R-2, 116 cm) besteht zu 85 % aus dioktaedrischen Smektiten.

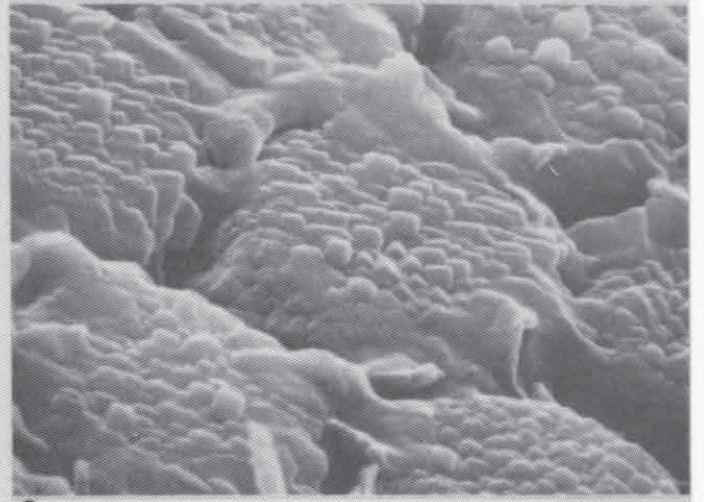


Tafel 9: ODP-Bohrung 647, kieselige Biogene in authigener Karbonatmatrix (1-5 = REM-Fotos; 6-8 = Dünnschliff-Fotos). (1) Abdruck einer zentrischen Diatomeen-Valve durch authigene Karbonatbildung (Probe 67R-1, 124-125 cm / Maßstab = 10 μm); (2) Ein Detail von 1; feine Karbonatrhomboeder zeichnen die ursprüngliche Siebstruktur der Diatomee nach (Probe 67R-1, 124-125 cm / Maßstab = 1 μm); (3) Authigene Fe-reiche Smekтите, welche eine Diatomee ersetzen, zeigen ein schlieriges Gefüge (Probe 67R-1, 124-125 cm / Maßstab = 40 μm); (4) Diatomeenskelett bestehend aus authigenen Smektiten in Karbonatmatrix eingebettet (Probe 67R-1, 124-125 cm / Maßstab = 10 μm); (5) "Steinkern"-Erhaltung einer Diatomeenklappe durch Ausfüllung des Valveninnenraumes mit authigenem Karbonat (Probe 67R-1, 124-125 cm / Maßstab = 20 μm); (6) Frühdiagenetisch gebildetes Karbonat mit zahlreichen Abdrücken von kieseligen Biogenen (Probe 67R-2, 46-48 cm / Maßstab = 100 μm); (7) Diatomeen in sparitischem Karbonat (Ca-reicher Rhodochrosit / Probe 67R-2, 46-48 cm / Maßstab = 50 μm); (8) Radiolarie und Diatomeen in sparitischem Karbonat eingebettet (Probe 67R-2, 46-48 cm / Maßstab = 40 μm).

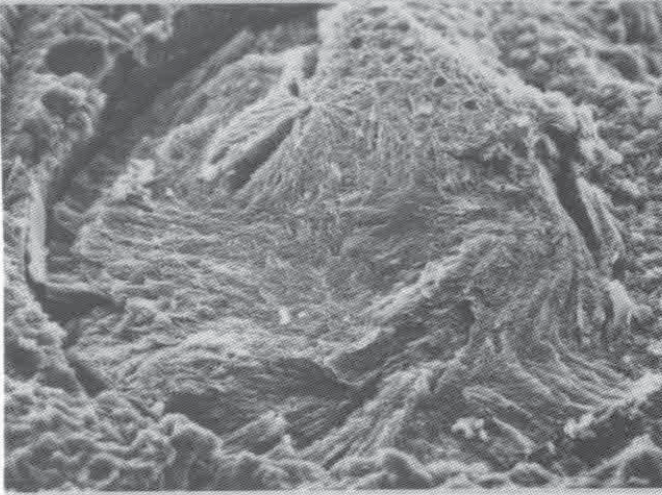
Tafel 9



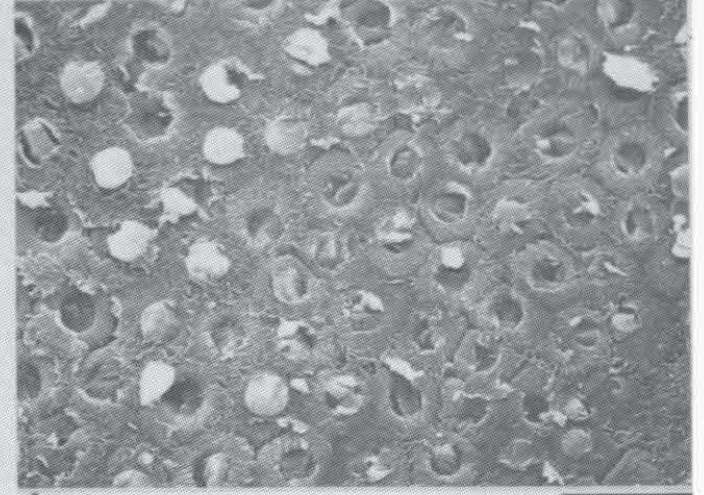
1



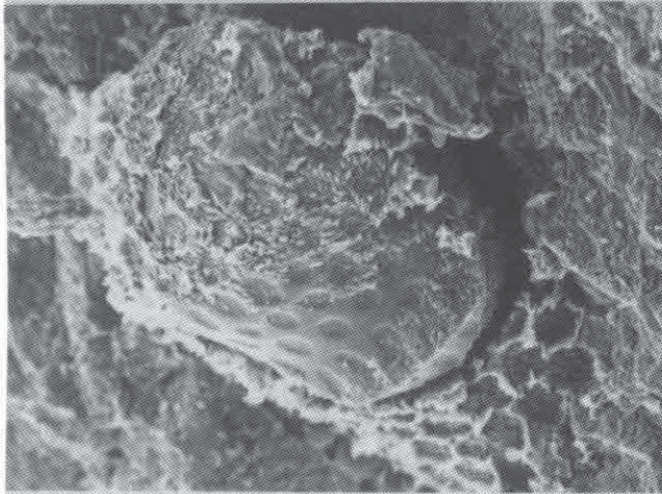
2



3



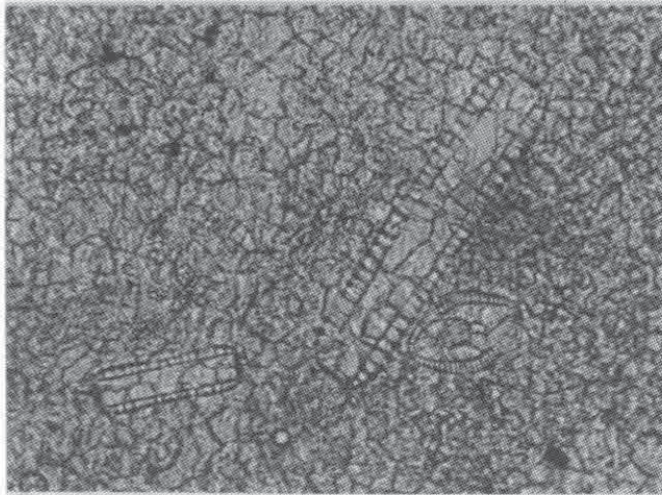
4



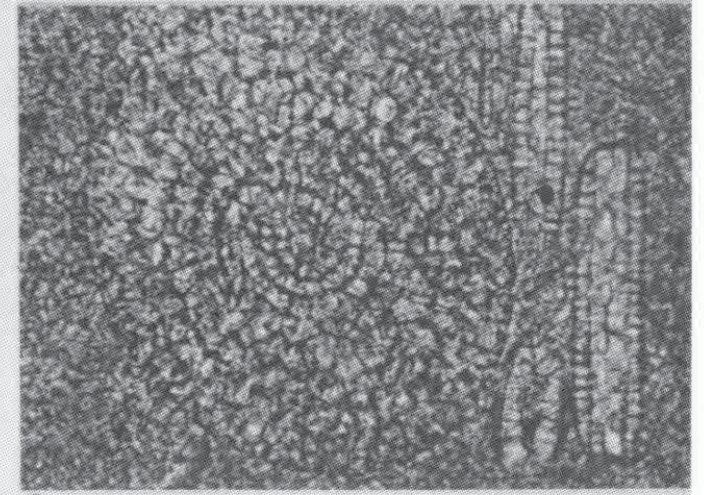
5



6

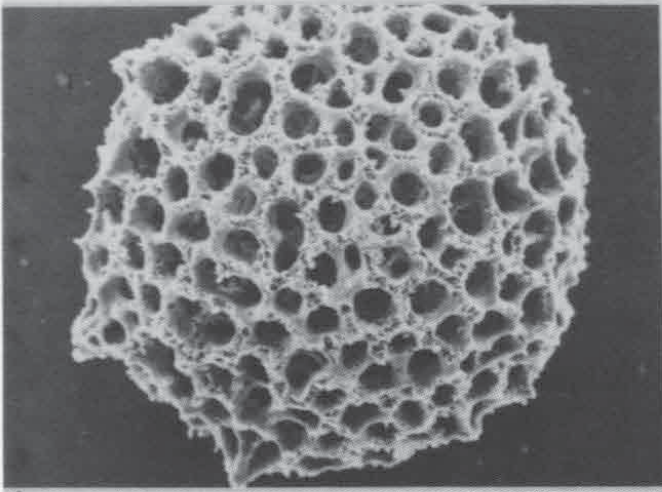


7

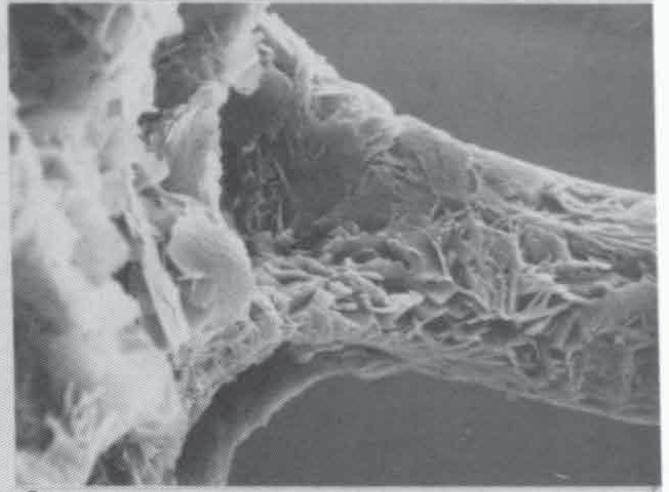


8

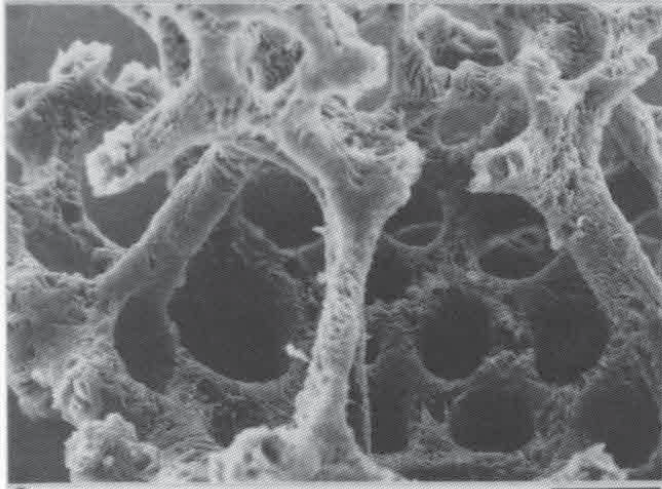
Tafel 10



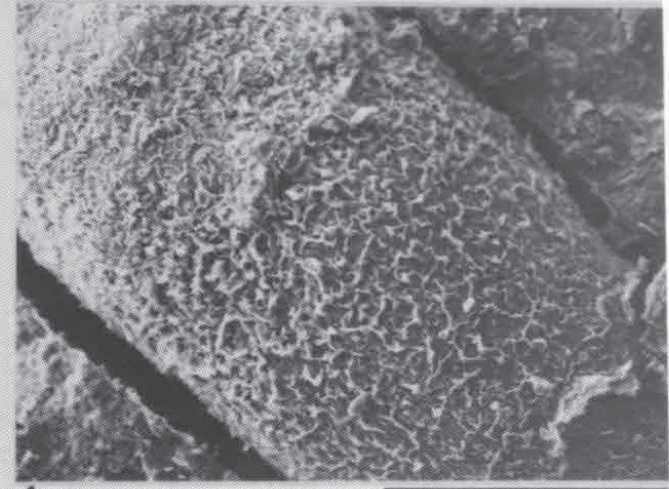
1



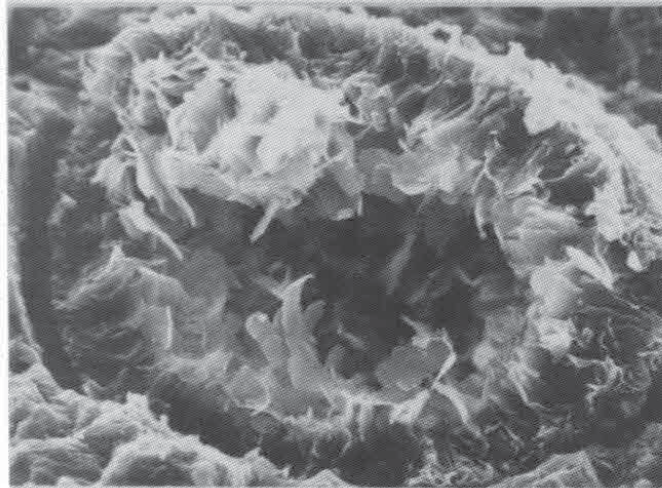
2



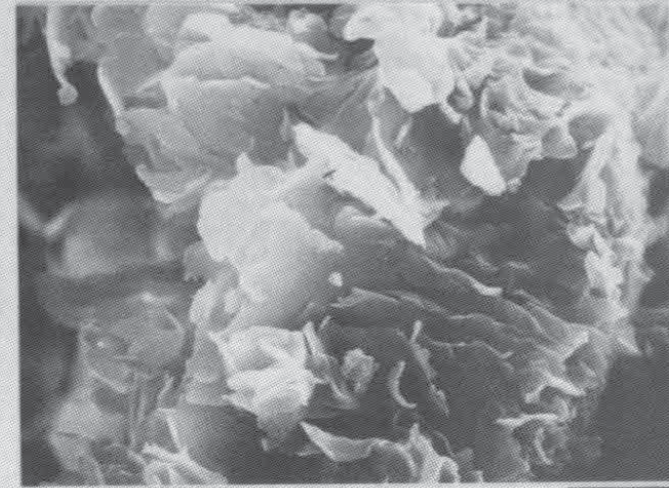
3



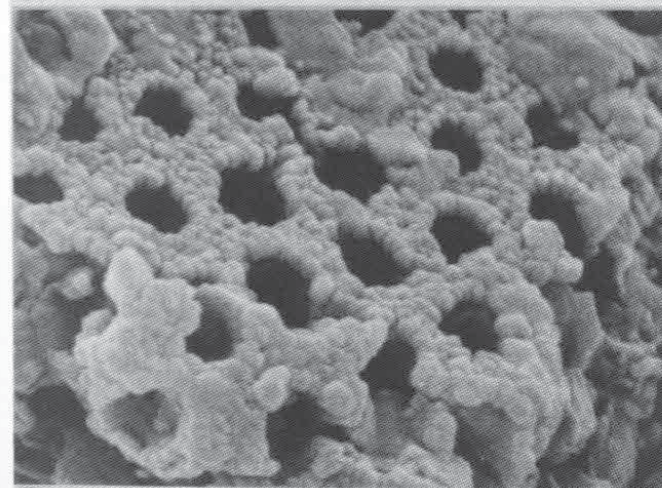
4



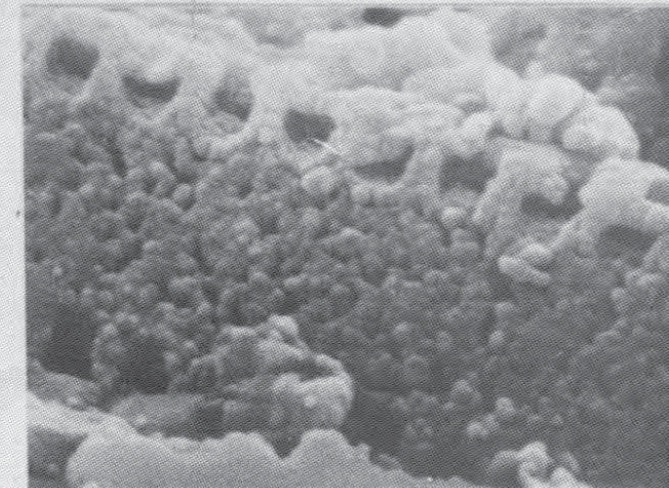
5



6



7



8

daß Smektite bei weitem die dominante Tonmineralgruppe in diesem Intervall darstellen, die zwischen 70-98 %, meist aber zu mehr als 90 % die karbonatfreie < 2 µm-Fraktion ausmachen. Eine XRD-Analyse der Tonmineralpseudomorphosen nach kieseligen Biogenen zeigte, daß auch diese aus Smektit bestehen. Untersuchungen der Tonsteinmatrix außerhalb der Konkretionen unter dem REM zeigen ebenfalls zahlreiche authigene Gefüge von Phyllosilikaten (Taf. 10/4 bis 10/6). Die Smektite bestehen meist aus unregelmäßig zerlappten Flocken, welche im verbliebenen Porenraum zwischen Sedimentkörnern oder als Zemente in größeren Hohlräumen gewachsen oder weitergewachsen sind. Die XRD-Analysen der Tonminerale zeigen zwei (060) Reflektionspeaks bei 1.50 Å und 1.49 Å (nach einer Korrektur mit dem (211) Quarz-Peak bei 1.541 Å), welche auf dioktaedrische Smektite (Abb. 47) hindeuten. In Kombination mit den zahlreichen EDAX-Messungen, die nur geringe Anteile von Mg, jedoch höhere Gehalte von Fe und manchmal Al ergaben, wird eine nontronitische (Fe-reiche) bis beidellitische (Al-reiche) Zusammensetzung der Smektite angenommen. Die Eisengehalte, die am Gesamtsediment gemessen wurden, sind mit durchschnittlich 5 % recht hoch (Abb. 46). Höhere Fe-Gehalte bis 12-14 % werden allerdings in den dunkelroten Tonsteinlagen erreicht.

6.2.2.2 Interpretation der Smektitbildung

Allgemein werden für die Bildung authigener, Nontronite in Tiefseesedimenten drei Hauptbildungsmechanismen (HEIN et al. 1979b, COLE & SHAW 1983) genannt:

- 1.) Smektite können direkt aus hydrothermalen Lösungen ausgeschieden werden.
- 2.) Authigene Smektite können bei der Alteration von vulkanischen Gesteinsfragment und Gläsern gebildet werden, oder sie werden bei geringen Temperaturen von Lösungen in Basalthohlräumen ausgeschieden.
- 3.) Fe-reiche Smektite entstehen bei geringen Temperaturen durch die Reaktion von Eisenhydroxiden mit biogenem Opal.

Vulkanische Sedimentkomponenten konnten in dem untersuchten Sedimentintervall nicht nachgewiesen werden. Eine hydrothermale Beeinflussung in Form einer Chloritbildung wird von NIELSEN et al. (in press) nur für eine eng begrenzte Übergangszone zum Basalt in den Kernen 70X und 71X (zwischen 685-700 m Tiefe) beschrieben. Oberhalb von 685 m konnte keine hydrothermale Beeinflussung festgestellt werden. Daher wird für die eozäne Labrador See auf eine Smektitbildung durch Reaktion von Eisenhydroxiden mit biogenem Opal geschlossen, zumal in den Karbonatkonkretionen noch Pseudomorphosen nach ehemaligen Opalpartikeln erhalten sind. Der Mechanismus einer solchen authigenen Smektitbildung ist gut untersucht in rezenten bis subrezentem Sedimenten im "DOMES"-Gebiet des

Tafel 10: Authigene Smektit-Bildung in ODP-Bohrung 647, (REM-Fotos). (1) Radiolarienskelett aus Smektiten bestehend (Probe 67R-1, 124-125 cm / Maßstab = 40 µm); (2) Detail eines Radiolarienstachels zeigt deutlich authigenes Tonmineral-Gefüge (Probe 67R-1, 124-125 cm / Maßstab = 4 µm); (3) Aufgebrochenes Radiolarienskelett bestehend aus Tonmineralplättchen (Probe 67R-1, 124-125 cm / Maßstab 10 µm); (4) Hohlraumfüllung eines biogenen Gehäuses mit authigenen Tonmineralien (Probe 67R-2, 47-48 cm / Maßstab = 40 µm); (5) Innenraum eines biogenen Gehäuses mit radial aufgewachsenem authigenem Smektit (Probe 67R-1, 124-125 cm / Maßstab = 20 µm); (6) Detail aus Abb. 6 (Probe 67R-1, 124-125 cm / Maßstab = 4 µm); (7) Stark korrodiertes Diatomeenskelett (Probe 64R-1, 94-96 cm / Maßstab = 2 µm); (8) Stark korrodierte pennate Diatomee (Probe 66R-3, 70 cm / Maßstab = 1 µm).

nordäquatorialen Pazifik (HEIN et al. 1979b) und im "Bauer Deep" des ostäquatorialen Pazifik (HEATH and DYMOND 1977, COLE & SHAW 1983, Cole 1985). Nach HEIN et al. (1979b) wird möglicherweise in großen Gebieten des Nord-Pazifik authigener Smektit gebildet, wobei das Si von kieseligen Biogenen stammt und das Al teils von einer externen Quelle (z.B. Flußeintrag) und teils ebenfalls von aufgelöstem Opal geliefert werden kann. Der Chemismus (ob Al-reich oder Fe-reich) soll nach HEIN et al. (1979b) von der Entfernung der Fe-zuführenden Quelle abhängen. Im Bauer Deep vollzieht sich die Bildung der Fe-reichen Smektite in den obersten 40 cm im Sediment, wo biogener Opal von der Sedimentoberfläche an mit zunehmender Tiefe abnimmt und der Anteil an Nontronit steigt. Laborexperimente von HARDER (1976) bestätigen grundsätzlich die Entstehung von Nontronit unter den gegebenen physikochemischen Bedingungen bei niedrigen Temperaturen.

In den Unter- bis Mittel-Eozänen Tonsteinen der Labrador See scheint eine ähnliche authigene Smektitbildung vertreten zu sein. Die höheren Fe-Gehalte sind möglicherweise indirekt von einer weiter entfernten hydrothermalen Quelle vom damals aktiven Mittelozanischen-Rücken der Labrador See abzuleiten, der zu dieser Zeit ca. 100 km von Bohrung 647 entfernt lag. Das Eisen könnte in Form von Eisenhydroxid-Flocken im Tiefenwasser vom Mittelozanischen Rücken aus in die Labrador See transportiert worden sein. Mit anderen Sedimentkomponenten unter anderem auch mit biogenem Opal gelangt es dort zur Ablagerung und es kam in den obersten Sedimentzentimetern zu der aus dem Bauer Deep bekannten Umwandlung, die zur Bildung von authigenen Smektiten führte. Nach den physikochemischen Sedimentparametern scheint biogener Opal-A die limitierende Komponente bei dieser Umwandlung gewesen zu sein. Der biogene Opal wurde scheinbar mehr oder weniger verbraucht, wobei die Skelettstrukturen der kieseligen Biogene verschwanden. Nur innerhalb der sehr früh gebildeten authigenen Karbonate in Bioturbationsspuren blieb, zwar nicht der Opal-A als Substanz, aber die morphologische Struktur der kieseligen Biogene erhalten. Nur aufgrund der frühen Karbonatzementation in einigen Bereichen kann somit der Zusammenhang zwischen Smektitbildung und Auflösung von biogenem Opal hergestellt werden.

6.2.3 Klinoptilolith-Bildung

Klinoptilolithe sind Zeolithe der Heulandit-Gruppe (GOTTARDI & GALLI 1985), welche in Tiefseesedimenten häufig zu beobachten sind (KASTNER & STONECIPHER 1978). Solche Mineralisationen konnten allerdings nur in Bohrung 647 im Kern 13 nachgewiesen werden. Die Klinoptilolith-Kristalle sind idiomorph ausgebildet, wobei die Ausmaße der Kristalle bis max. 50 µm Länge und 10-15 µm Dicke reichen (Taf. 11/2, 11/3). Im REM wurden aber auch sehr kleine Kristalle mit nur 1 µm Durchmesser und 10 µm Länge gefunden, die dann häufig durch stark korrodierte Oberflächen (Taf. 11/1) ausgezeichnet sind, während die großen, euhedralen Klinoptilolith-Kristalle glatte Oberflächen besitzen. Eine typische Ausbildung in diesen Proben ist der prismatische Habitus mit pyramidalem Ende (Taf. 11/2).

Klinoptilolith ist der SiO₂-reichste, Na- und K-führende Zeolith der Heulandit-Gruppe. Zur Unterscheidung Klinoptilolith / Heulandit wurden verschiedene Definitionen eingeführt, wobei unterschiedliche Kriterien der Temperaturbeständigkeit und der chemischen Zusammensetzung benutzt wurden (siehe GOTTARDI & GALLI 1985):

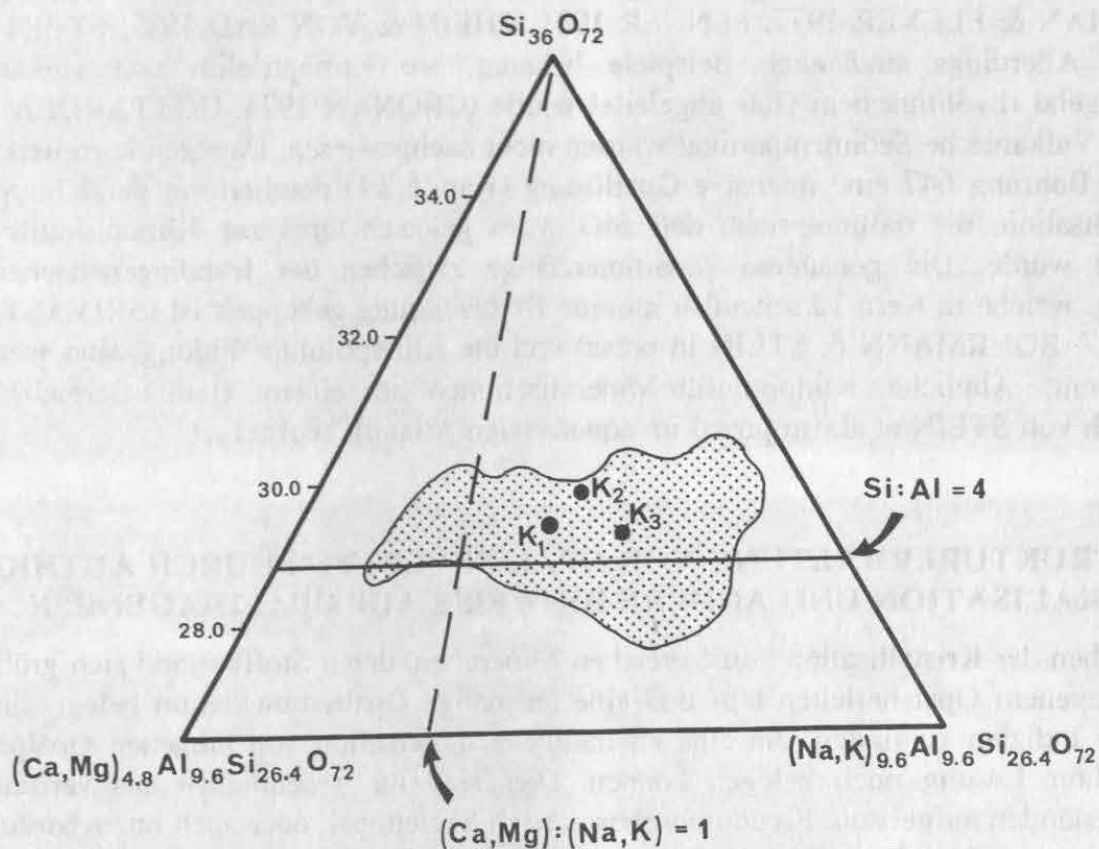


Abb. 48: Molverhältnisse der Klinoptilolithe nach Mikrosondenmessungen an drei Kristallen (Probe K_1 - K_3 = 647A-13R-3, 64 cm) im oberen Teil der Dreiecksdarstellung mit den Eckpunkten $Si_{36}O_{72}$ - $(Ca,Mg)_{18}Al_{36}O_{72}$ - $(Na,K)_{36}Al_{36}O_{72}$ (nach ALIETTE et al. 1977). Das Punktfeld gibt die Verteilung der Klinoptilolith-Messungen von ALIETTE et al. (1977) an.

- Nach MUMPTON (1960) werden alle Zeolithe der Heulandit-Gruppe, welche einige Stunden 450° Temperatur überstehen Klinoptilolithe genannt.
- MASON & SAND (1960) trennen nach dem Kationenverhältnis:
 $(Ca,Mg) > (Na,K) \Rightarrow$ Heulandit; $(Ca,Mg) < (Na,K) \Rightarrow$ Klinoptilolith.
- BOLES (1972) benennt Zeolithe der Heulandit-Gruppe mit einem Si/Al-Verhältnis > 4 als Klinoptilolithe (< 4 = Heulandit).

Zur Klärung der chemischen Verhältnisse wurden Zeolithe mit einer Schwerelösung angereichert und die Mineralien im Streupräparat unter der Mikrosonde gemessen. Drei gemessene Klinoptilolithe wurden nach ihren Molverhältnissen in den oberen Teil des Dreiecksdiagrammes mit den Eckpunkten $Si_{36}O_{72}$ - $(Ca,Mg)_{18}Al_{36}O_{72}$ - $(Na,K)_{36}Al_{36}O_{72}$ (nach ALIETTE et al. 1977) geplottet (Abb. 48), worin die vorgestellten Definitionsgrenzen eingetragen sind. Das gepunktete Feld gibt die chemische Variabilität von gemessenen Zeolithen der Heulandit-Gruppe von ALIETTE et al. (1977) an, welche nach thermischer Beständigkeit zu den Klinoptilolithen zu stellen sind. Abb. 48 verdeutlicht, daß die 3 gemessenen Zeolithe nach allen oben vorgestellten Definitionen zu den Klinoptilolithen zu stellen sind. Klinoptilolith im marinen Environment wird häufig von biogenem Opal abgeleitet, da das Vorkommen von diesen Zeolithen in Tiefseesedimenten meist eine

auffällig negative Korrelation zur Menge und dem Erhaltungszustand von Biogenopal zeigt (NATHAN & FLEXER 1977, FENNER 1981, THEIN & VON RAD 1987, STEIN et al. in press). Allerdings sind auch Beispiele bekannt, wo Klinoptilolith von vulkanischem, vorwiegend rhyolithischem Glas abgeleitet wurde (CRONAN 1974, GOTTARDI & GALLI 1985). Vulkanische Sedimentpartikel wurden nicht nachgewiesen. Dagegen korreliert in Kern 13 der Bohrung 647 eine intensive Opallösung (Kap. 6.2.1) deutlich mit der Klinoptilolith-Kristallisation, die dafür spricht, daß SiO_2 vom gelösten Opal zur Klinoptilolith-Bildung benutzt wurde. Die genaueren Zusammenhänge zwischen der frühdiagenetischen Opal-Lösung, welche in Kern 13 scheinbar an eine Hiatusbildung gekoppelt ist (SRIVASTAVA et al. 1987, BOHRMANN & STEIN in press) und die Klinoptilolith-Bildung, sind weitgehend unbekannt. Ähnliche Klinoptilolith-Mineralisationen in einem Hiatus-Bereich wurden kürzlich von STEIN et al. (in press) im äquatorialen Atlantik beobachtet.

6.3 STRUKTURERHALTUNG VON OPAL-SKELETTEN DURCH AUTHIGENE MINERALISATION UND ANDERE HINWEISE AUF OPALDIAGENESE

Neben der Kristallisation von Si-reichen Mineralien, deren Stoffbestand sich größtenteils von biogenem Opal herleiten läßt und eine ehemalige Opalsedimentation belegt, sind noch weitere Indizien zu finden, die eine ehemalige Sedimentation von biogenen Opalpartikeln, nach ihrer Lösung noch belegen können. Dies sind im wesentlichen aus verschiedenen Stoffbeständen aufgebaute Pseudomorphosen nach Skelettopal, oder auch nur Abdrücke oder Steinkerne von kieseligen Skeletten, die häufig durch Mineralneubildung entstehen.

6.3.1 Pyrit

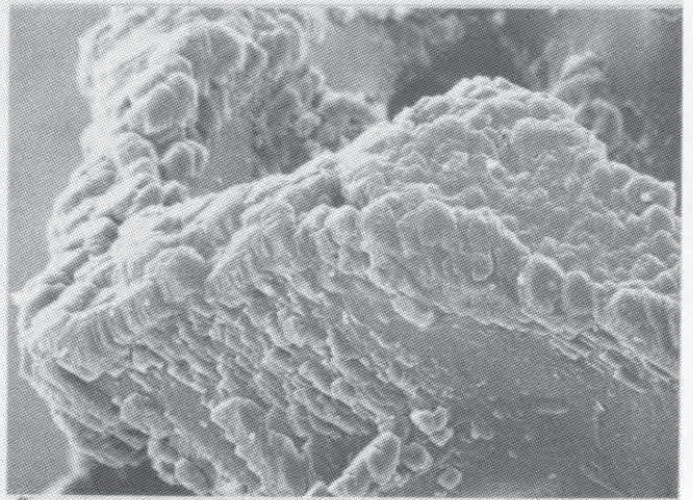
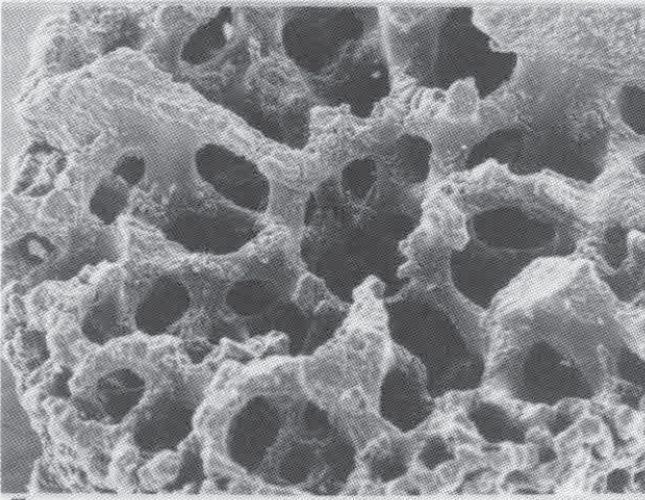
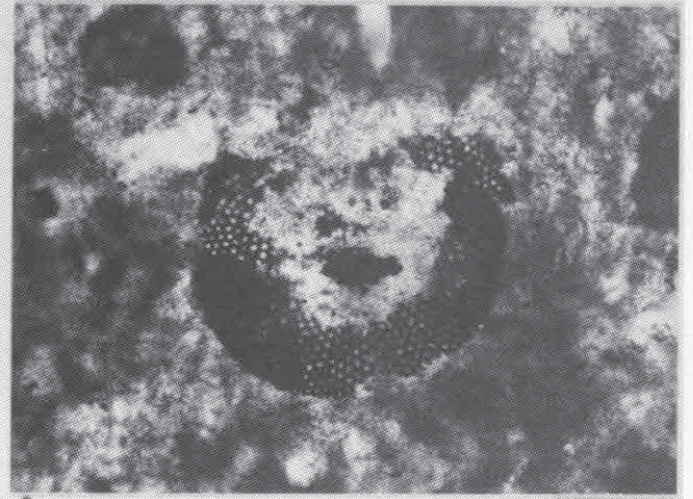
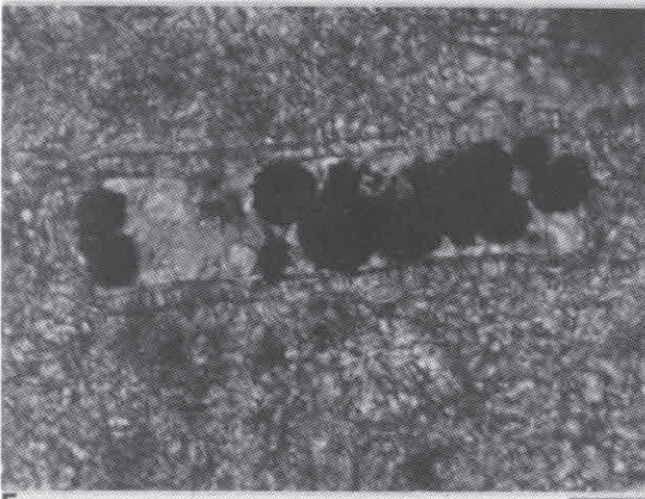
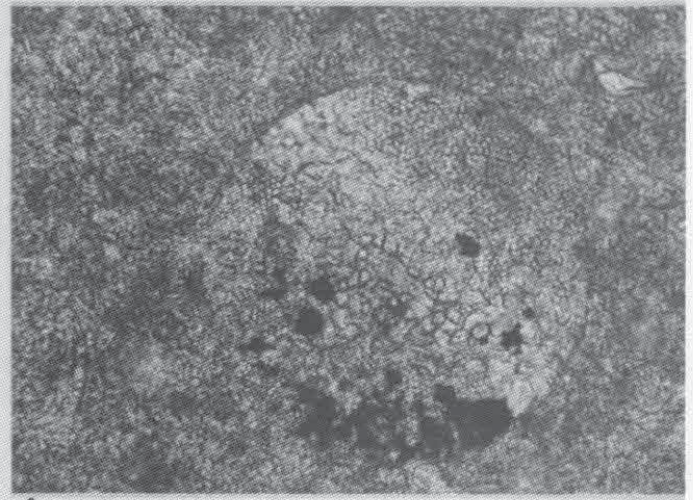
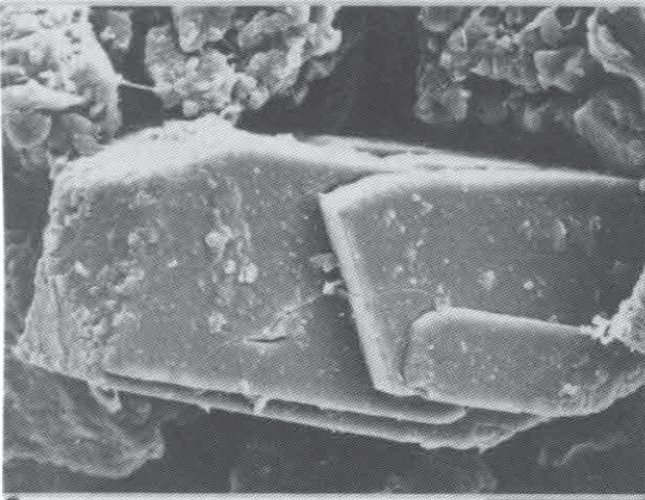
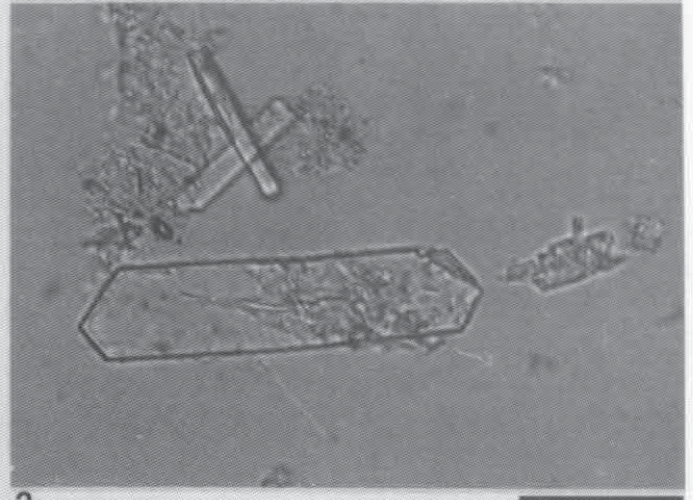
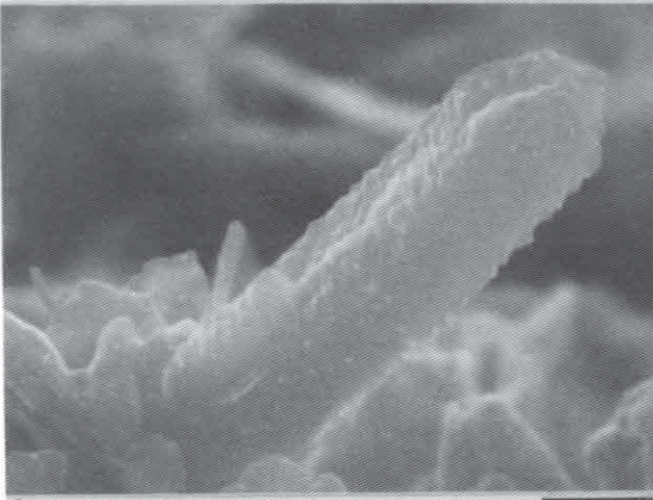
Weit verbreitet in den Sedimenten sind authigene Pyritbildungen, die unterschiedlich ausgebildet sein können. Meist treten Kügelchen von 5-10 μm großen Framboidal-Pyriten (Himbeerpyrite) auf. Sie sind meist als Aggregate von mehreren Individuen zu finden und können Innenhohlräume von Kieselskeletten teilweise oder ganz ausfüllen (Taf. 11/4 bis 11/6) und so beim Weglösen der Opalschale für Steinkernerhaltung sorgen.

Ein häufiger, frühdiagenetischer Prozeß der Eisensulfid-Bildung in marinen Sedimenten geht auf bakterielle Sulfatreduktion zurück, die unter anoxischen Bedingungen in C_{org} -reichen Sedimenten dann stattfindet, wenn der Sauerstoff durch aerobe Bakterien aufgebraucht ist (BERNER 1981). Framboidale Pyrite in Tiefseesedimenten scheinen häufig auf diesen Prozeß zurückzuführen sein (GOLDHABER & KAPLAN 1980, HESSE 1986), während Pyrit-Pseudomorphosen wahrscheinlich einer späteren Diagenese zugeordnet werden dürften.

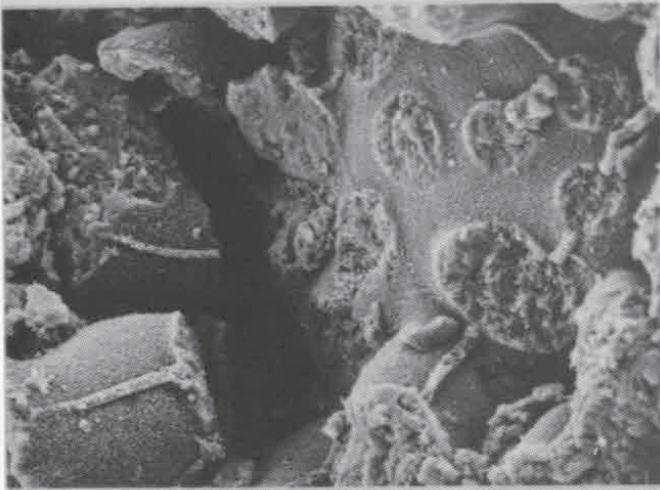
Tafel 11: Silikat-Diagenese in Bohrung 647 und 643.

(1) Stark korrodierter Zeolith der Heulandit-Gruppe (EDAX: Si, Al, Ca, K; (Probe 647A-13R-1, 64 cm / Maßstab = 1 μm); (2) Dünnschliff-Aufnahme eines Klinoptilolith-Kristalles (EDAX: Si, Al, K/ Probe 647A-13R-3, 64 cm / Maßstab = 15 μm); (3) REM-Aufnahme eines Klinoptilolith-Kristalles (EDAX: Si, Al, K; Probe 647A-13R-3, 64 cm / Maßstab = 10 μm); (4) Diatomee zum Teil vererzt in karbonatischer Matrix (Probe 41X-CC, 5 cm / Maßstab = 10 μm); (5) Diatomee in sparitischer Karbonatmatrix mit framboidalen Pyriten (Probe 40X-CC, 5 cm / Maßstab = 10 μm); (6) Diatomee in karbonatischer Matrix zum Teil mit Pyrit gefüllt (Probe 40X-CC, 5 cm / Maßstab = 20 μm); (7) Radiolarienskelett in Calcit erhalten (Probe 33R-1, 64 cm / Maßstab = 40 μm); (8) Detail von 7 zeigt die Spaltrhomboeder-Flächen an einer Bruchkante des Radiolarienskelettes (Probe 33R-1, 64 cm / Maßstab = 10 μm).

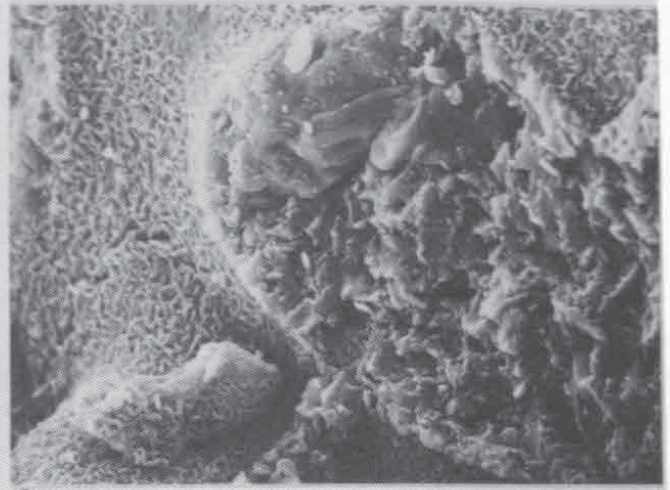
Tafel 11



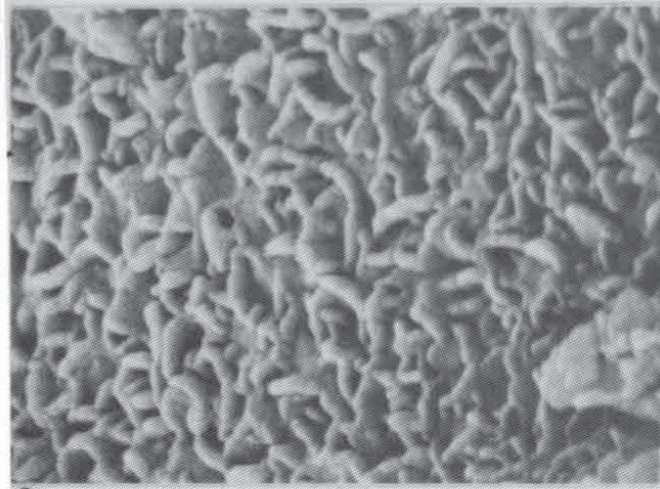
Tafel 12



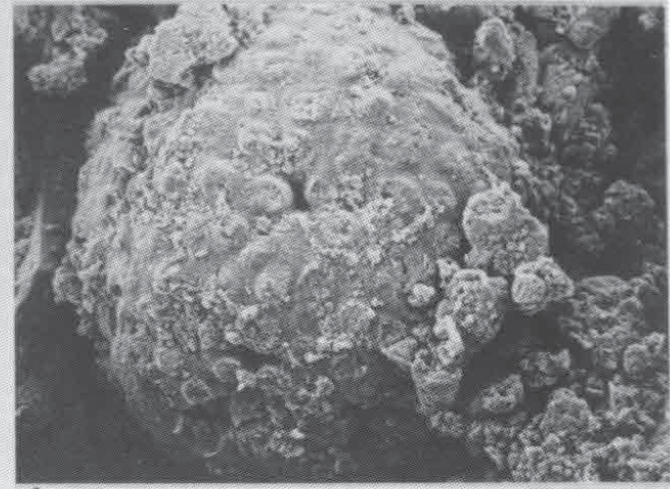
1



2



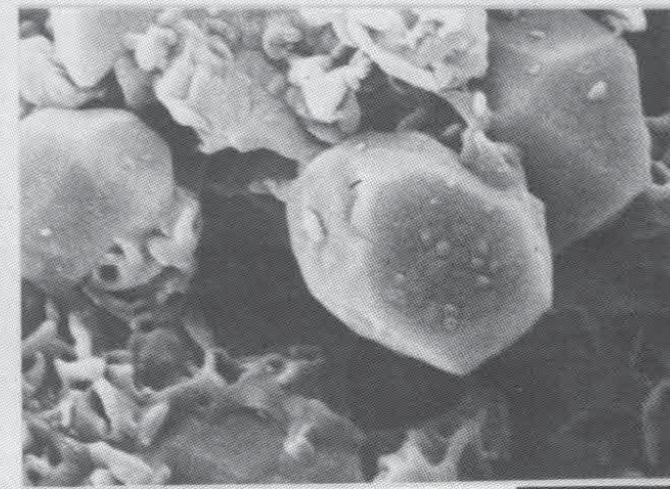
3



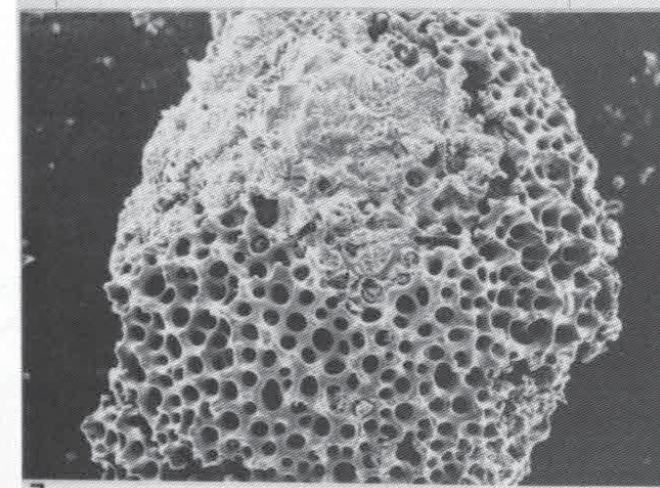
4



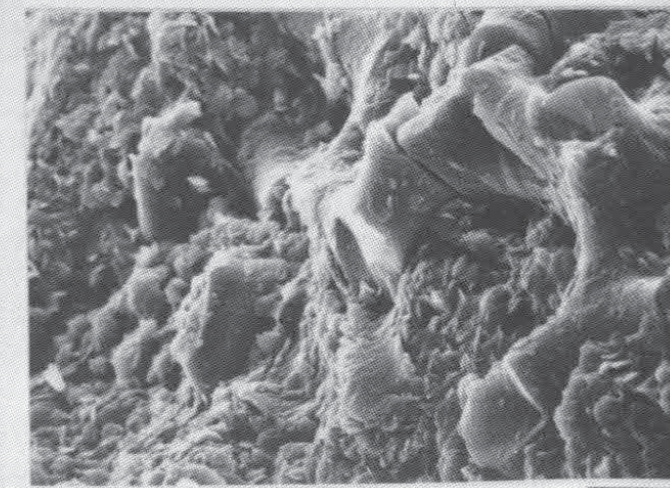
5



6



7



8

In den Kernen 30X-35X und 64X-46X von Bohrung 647 und 32X-46X von Bohrung 643 wurden sowohl in Dünnschliffen und Smear Slides als auch in einigen Fällen unter dem REM zahlreiche Übergänge von pyritischer Steinkernerhaltung ehemaliger opaliner Partikel bis hin zu Pyrit-Pseudomorphosen nach Diatomeen (Taf. 11/6) beobachtet. Sie belegen in diesen Opal-A-freien Sediment-Intervallen ehemalige Opalsedimentation.

6.3.2 Glaukonit

Glaukonitkörner sind in der Grobfraction der Bohrung 642D zu geringeren Anteilen häufig festzustellen. Gleichzeitig mit diesen Komponenten treten Radiolarien mit grünen Tonmineralfüllungen (Taf. 12/7, 12/8) auf, welche sich unter dem REM durch ihr Gefüge und mittels EDAX-Analysen (Si, Al, K, Fe) als glaukonitische Tonminerale identifizieren lassen. Zwei Intervalle sind durch hohe Anteile von Glaukonitkörnern (60-90 %) gekennzeichnet (Probe 8X-1, 113 cm und das Intervall von Probe 11X-1, 121 cm bis 10X-4, 84 cm), bei denen es sich - der Morphologie nach zu schließen - zu einem Großteil um glaukonitisierte Aschen handelt (FROGET et al. in press). Allerdings treten auch viele Glaukonit-Körner auf, die im REM Abdrücke von Radiolarien und Diatomeen zeigen (Taf. 12/1 bis 12/5). Die ursprünglichen Opalskelette wurden vollkommen weggelöst und das authigene Tonmineralgefüge der Abdrücke konnte ebenfalls sowohl von ihrer Struktur (nach ODIN & MATTER 1981) als auch mittels EDAX-Messungen als glaukonitisch identifiziert werden. Zum Teil sind die biogenen Strukturabdrücke unvollständig (z.B. Taf. 12/4) und die Glaukonitkörner können nicht immer eindeutigen Substrat-Komponenten zugeordnet werden.

Nach ODIN & MATTER (1981) findet die Glaukonitbildung auf der Sedimentoberfläche statt, wobei durch geringe Sedimentakkumulation eine längere Wechselwirkung zwischen Substrat und dem Meerwasser besteht. An Substraten werden biogene Schalenhohlräume, Kotballen, Karbonat- und andere Mineral-Körner und Gesteinsfragmente genannt. Zunächst wird nach ODIN & MATTER (1981) glaukonitischer Smektit in den Porenräumen verschiedener Substrate gebildet, welcher sich durch Umkristallisation in glaukonitischen Glimmer als Endprodukt umwandelt. Glaukonitbildung ist nach ODIN & MATTER (1981) nur dann möglich, wenn durch eine fast Null-Sedimentation ein Austausch von Fe und K mit dem Meerwasser lange Zeit möglich ist.

Sie schätzen die Bildungszeit auf 10^5 - 10^6 Jahre, in der es zu keiner nennenswerten Sedimentation kommen sollte. Daher muß, wenn keine Umlagerung bekannt ist, bei intensiver Glaukonitbildung auf einen Hiatus oder zumindest auf sehr geringe Sedimentationsraten geschlossen werden (siehe auch MORTON et al. 1981). Hiaten oder stark reduzierte Sedimentationsraten sind auch in den beiden Glaukonit-Intervallen von Bohrung 642D zu fordern. Im Kern 11X wird ein längerer Hiatus von Eozän bis Unter-Miozän

Tafel 12: ODP-Bohrung 642, Diagenese (REM-Fotos).

(1) Abdruck eines Radiolarianskelettes durch neu gebildeten Glaukonit (Probe 11X-2, 116 cm / Maßstab = 20 μ m); (2) Detail von 1 (Probe 11X-2, 116 cm / Maßstab = 4 μ m); (3) Ausschnitt von 1 zeigt das authigene Gefüge glaukonitischer Tonmineralmatrix (Probe 11X-2, 116 cm / Maßstab = 1 μ m); (4) Radiolarienabdruck auf glaukonitischen Körnern (Probe 11X-2, 116 cm / Maßstab = 40 μ m); (5) Abdruck von pennaten Diatomeenvalven durch authigene Tonmineralmatrix (Probe 11X-2, 116 cm / Maßstab = 20 μ m); (6) Barytkristalle (Probe 11X-2, 116 cm / Maßstab = 2 μ m); (7) Radiolarianskelett als Opal-A erhalten mit Glaukonit-Füllung (Probe 5X-5, 105 cm / Maßstab = 40 μ m); (8) Ausschnitt von 7 (Probe 5X-5, 105 cm / Maßstab = 4 μ m).

biostratigraphisch (ELDHOLM et al. 1987) und durch Rb-Sr-Datierungen an den Glaukonitkörnern (SMALLEY et al. in press) belegt. In Kern 8X wird nach der Radiolarienzonierung ein kürzerer Hiatus von ca. 1 my gefordert (GOLL in press), der auch nach Angaben von ODIN & MATTER (1981) für eine Glaukonitbildung ausreichen würde.

6.3.3 Baryt-Kristallisation

Idiomorphe Barytkristalle sind vereinzelt in den miozänen Abschnitten der Vöring Plateau Bohrungen, vorwiegend als körnige 3-6 μm große Kristalle (Taf. 12/6), sehr selten auch mit tafeligem oder prismatischem Habitus, beobachtet worden. In Bereichen stärkerer Opallösung, wie in den beiden Intervallen der Kerne 15R-16R von Bohrung 643 und in dem Kern 12 von Bohrung 642D sind Baryt-Kristalle häufiger zu finden.

Baryt (BaSO_4) ist ein weit verbreitetes Mineral in Tiefsee-Sedimenten, wobei die Herkunft des Ba, ob von biogenen oder vulkanogenen Sedimentkomponenten, kontrovers diskutiert wird. Bei CRONAN (1974) ist darüber eine ausführliche Diskussion zu finden.

Frühdiaogenetische Baryt-Ausfällungen des Porenwassers wurden aufgrund von errechneter BaSO_4 -Sättigung in Porenlösungen rezenter pazifischer Sedimente von CHURCH & WOLGEMUTH (1972) gefordert. SUESS (1976) beschreibt ebenfalls eine frühdiaogenetische BaSO_4 -Ausfällung in Sedimenten der Ostsee, wobei er die Baryt-Kristallisation mit der vermehrten Freisetzung von Ba aus dem biogenen Opal postuliert. BISHOP (1988) konnte kürzlich kleine Barytkristalle in Diatomeen aus dem Oberflächenwasser des Atlantiks analysieren. Der Baryt bildet sich nach dem Autor in kleinen Mikromilieus im Innern der Diatomeenschalen, welche durch den Abbau von organischer Substanz (Schwefelquelle) initiiert wird. Das Ba stammt aus dem Meerwasser, welches in der euphotischen Zone ein Maximum zeigt (BISHOP 1988).

In den Baryt-reichen Proben von Kern 12R der Bohrung 642, in denen über eine lange Sedimentationsunterbrechung hinweg eine intensive Opal-Lösung stattfand, könnte eine Beziehung zwischen Baryt-Anreicherung und Opal-Lösung existieren. Um diese Vermutung zu bestätigen, müßten allerdings quantitative Verteilungsmuster von Baryt und Opallösung in den Bohrungen erstellt werden. Baryt-Gehalte könnten so in Opal-Sedimenten oder deren Lösungsrückständen als ein möglicher Bioproduktionsanzeiger benutzt werden, was SUESS (1976) bereits vorschlug.

6.3.4 Karbonat-Pseudomorphosen nach Radiolarien

Eine weitere diagenetische Veränderung am biogenen Opal von nur sehr untergeordneter Bedeutung war an Radiolarien der Grobfraction in Probe 33R-1, 64 cm der Bohrung 647 zu beobachten. Wie zahlreiche EDAX-Analysen bestätigten, bestanden die Radiolarien vollkommen aus Calcit (Taf. 11/7, 11/8). Bruchstellen zeigten deutlich die Spaltrhomboeder-Flächen. Da in diesem Intervall der biogene Opal-A vollkommen in Opal-CT umgewandelt ist, muß die Calcitisierung dieser Biogene schon vor der Opal-CT-Bildung erfolgt sein.

7. BIOLOGISCHER UND GEOCHEMISCHER KREISLAUF VON OPAL IM MARINEN BEREICH

Die wesentlichen Teilaspekte des Kreislaufes von biogenem Opal für den marinen Bereich sind in Abb. 49 schematisch skizziert. Opaline Skelette werden vorwiegend im pelagischen System der Ozeane gebildet und durchlaufen verschiedene Prozeßketten, bis es schließlich zur Opalakkumulation im Sediment kommt. Als metastabile Phase bildet der Skelettopal (Opal-A) ein Potential für die Silikatdiagenese, wobei stabile Phasen wie Klinoptilolith, Smektite und Quarz bei der diagenetischen Reifung entstehen. Über den geologischen Kreislauf der Gesteine (Gebirgsbildungsprozesse, Hebung, Verwitterung) kann im wesentlichen gelöstes SiO_2 über Flußeintrag wieder dem ozeanischen System als Nährstoff den Silikat-verbrauchenden Organismen zur Verfügung gestellt werden.

7.1 OPALPRODUKTION UND SEDIMENTATION IM PELAGISCHEN SYSTEM

7.1.1 Produktion von Biogenopal in der euphotischen Zone

Biogener Opal wird im Ozean von den verschiedenen Photosynthese-betreibenden Opalgerüstbildnern, wie z.B. Diatomeen und Silicoflagellaten, vorwiegend innerhalb der euphotischen Zone gebildet, wobei die Nährstoffverteilung, welche die Opalproduktion kontrolliert, durch ozeanographische Prozesse gesteuert wird. Von größerer Bedeutung für den SiO_2 -Haushalt ist weiterhin noch die Protozoen-Gruppe der Radiolarien, deren Wachstum von der Nährstoff-Verteilung des Pelagial genauso abhängig ist, wie die benthisch lebenden Kieselschwämme das Nahrungs-Angebot aus dem Pelagial benötigen. Obwohl das Meerwasser mit bis zu $230 \mu\text{mol/kg SiO}_2$ (ca. 14 ppm; CALVERT 1983), in Bezug auf die Mineralphase Opal-A untersättigt ist, können die Opalbildner durch enzymatische Katalyse aus dem Meerwasser Si extrahieren und eine Biomineralisation von Opalskeletten durchführen (WILLIAMS & CRERAR 1985). Nach STEIN (1977) sollen manche Diatomeen sogar noch bei SiO_2 -Meerwasserkonzentrationen von 0.1 ppm zu einer Si-Extraktion in der Lage sein. Opalproduktion ist heute im wesentlichen an die Primärproduktion in der euphotischen Zone gebunden. Unter euphotischer Zone wird nach ZEITZSCHEL (1978) jener Teil der Wassersäule verstanden, der von der Oberfläche bis zu einer Tiefe reicht, wo die Produktion von organischer Materie durch Photosynthese und Respiration sich die Waage halten (ca. obersten 200 m). Diese Kompensationstiefe erreicht nur noch 1 % der oberflächlichen Lichtintensität.

Obwohl der überwiegende Teil des biogen produzierten Opals wieder gelöst wird, gibt es eine deutliche Übereinstimmung von Opalproduktionsarealen mit Gebieten höherer Opalkonzentrationen im Oberflächensediment, wie Karten der heutigen Verteilung opalreicher Sedimente zeigen (z.B. LISITZIN 1972, BROECKER & PENG 1982, LEINEN et al. 1986). Solche Bereiche hoher Primärproduktion sind vorwiegend auf Küstenauftriebsgebiete (z.B. vor Peru, Oregon, NW- und SW-Afrika) und auf offen-ozeanische Bereiche konzentriert, wo Wind und Strömungssysteme zu einer Divergenz der Oberflächenwassermassen und zu einem Upwelling von nährstoffreicherem, tieferem Wasser in die euphotische Zone führen. Die durchschnittliche Opalbildung solcher Gebiete mit hoher Primärproduktion soll nach LISITZIN (1972) über $250 \text{ g/m}^2/\text{Jahr}$ betragen. Dabei bilden die Diatomeen den Hauptanteil der Primärproduktion mit durchschnittlich 50-70 % Phytoplankton-Biomasse (LISITZIN

1972), welche bei jahreszeitlichen Blüten bis zu 80 % (STEIN 1977) ausmachen können. Sie haben als Opalskelett-bildende Primärproduzenten neben den Silicoflagellaten eine wichtige Rolle als Silikatverbraucher bei der Gestaltung von Nahrungsketten. Die Höhe der Primärproduktion wird neben anderen ozeanographischen Faktoren vorwiegend von der Zufuhr der limitierenden Nährsalze kontrolliert (ZEITZSCHEL 1978), welche in Auftriebsgebieten vorwiegend durch die Auftriebsgeschwindigkeit bestimmt wird. Drei Gürtel hoher Plankton-Produktion und gleichzeitig Opalakkumulation sind rezent bekannt:

(1) Der zirkumpolare Gürtel der Südhalbkugel, dessen Upwelling an die Westwinddrift gebunden ist. Nach LISITZIN (1972) sollen dort ca. 75 % des rezenten opalinen Silikates abgelagert werden.

(2) Ein diskontinuierlicher nördlicher Gürtel, mit Upwelling von SiO_2 -reichem Bodenwasser (CALVERT 1983), der unter dem zyklonalen Zirkulationsmuster im Nordpazifik erreicht wird.

(3) Ein äquatorialer Gürtel mit Upwelling in Äquator-Nähe kann im Indik und Pazifik in einer Zone von ca. 20°N bis 20°S beobachtet werden (LISITZIN 1972). Höhere Opalpartikel-Gehalte werden dort unterhalb der CCD beobachtet, während sie oberhalb stark durch karbonatische Biogene verdünnt werden.

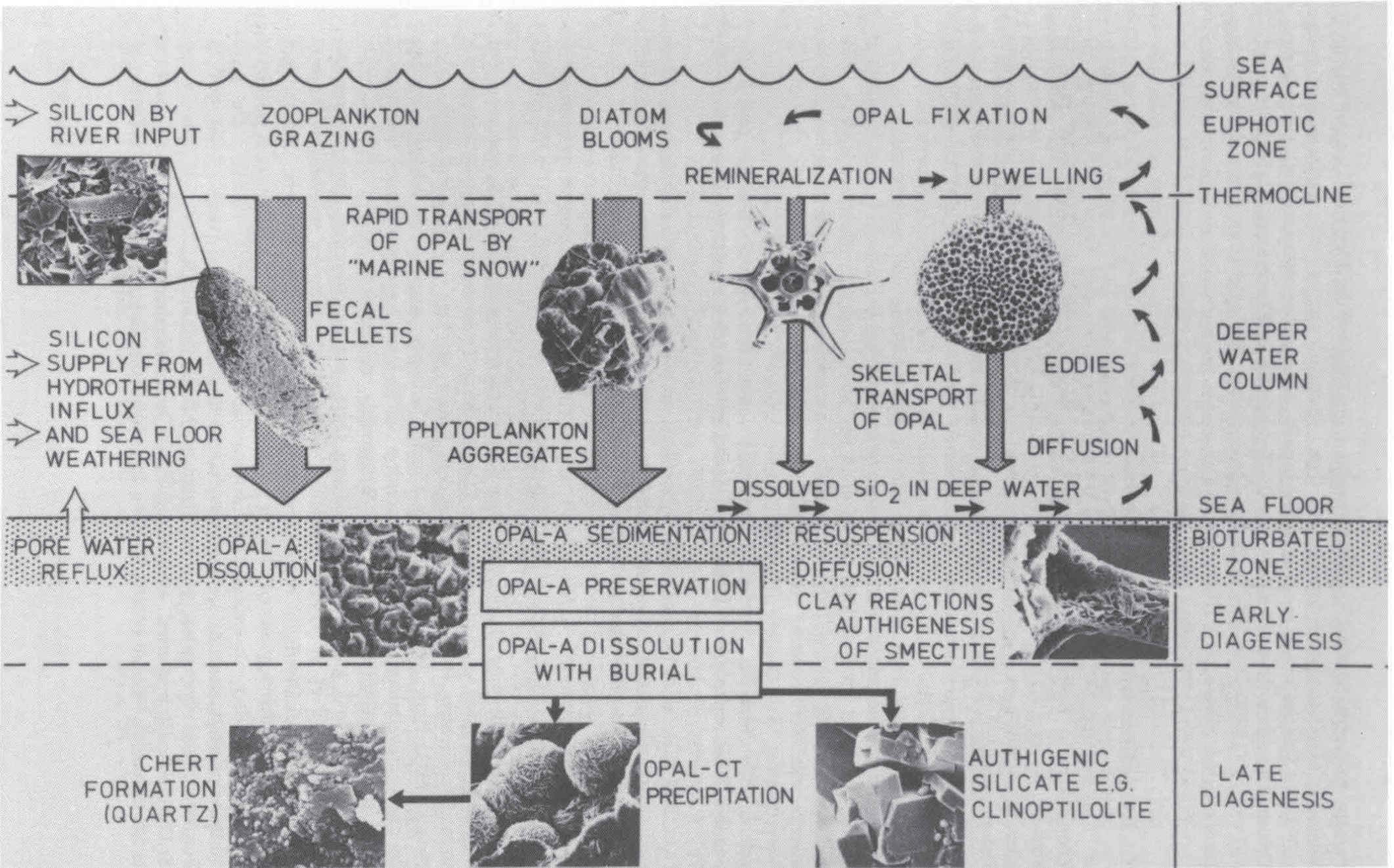
Der große Unterschied der rezenten, allgemein höheren Opal-Produktion im Indik und Pazifik ist im Gegensatz zum Nordatlantik generell auf Unterschiede der SiO_2 -Konzentration im Meerwasser zurückzuführen (CALVERT 1974, BROECKER & PENG 1982), die durch die abyssale Zirkulation global beeinflusst wird (BERGER 1970). So wird im Nordatlantik NADW neu gebildet, das als SiO_2 -armes Tiefenwasser vom Nordatlantik aus in große Teile des Weltozeans verfrachtet wird (GORDON 1986). Im Pazifik dagegen ist vorwiegend älteres und SiO_2 -reicheres AABW (CALVERT 1974) und SiO_2 -reicheres Zwischenwasser zu finden, wodurch bei Upwelling-Prozessen die Opal-Fertilität stark erhöht wird.

Neben den typischen Wind-gesteuerten Auftriebsmechanismen können noch weitere Düngungsprozesse, die aber meist von geringerer Bedeutung sind, die Primärproduktion erhöhen. Nach ZEITZSCHEL (1978) können durch Wellen- und andere Strömungseinflüsse, Gezeitenzirkulation, Flußdüngung oder konvektive Zirkulation Nährsalze in die euphotische Zone gelangen und dem pelagischen Organismensystem zur Produktion zur Verfügung gestellt werden. So stehen z.B. auf dem Vöring Plateau (PEINERT 1986) nach einer Frühjahrsblüte, wobei es vorwiegend zu einer Diatomeensedimentation kommt, den ganzen Sommer über regenerierte Nährstoffe in Tiefen nur wenig unterhalb der euphotischen Zone zur Verfügung, die nur mit wenig Aufwand an physikalischer Bewegungsenergie in die produktive Zone transportiert werden.

7.1.2 Opalpartikel in der Wassersäule und Transport zum Boden

Zu Lebzeiten sind die Opalgerüst-bildenden Organismen durch ihre Protoplasmahülle vor Auflösung im Meerwasser geschützt. Nach dem Absterben der Zelle kommt es zur "oxidativen" Lösung (Heath 1974), wobei die schützende organische Hülle abgebaut wird und das Skelett dem in Bezug auf Opal-A an SiO_2 untersättigten Ozeanwasser ausgesetzt ist. Um die Opal-Skelette des pelagischen Ökosystems vor Auflösung zu schützen, ist ein rascher, möglichst geschützter Transport durch die Wassersäule notwendig. Dieser Transport zum Ozeanboden wird in hohem Maße von der Wechselwirkung biologischer Prozesse im

Abb. 49: Schematisierter geochemischer Kreislauf von biogenem Opal im marinen Bereich.



Pelagial bestimmt. So wird, je nach Ökosystem, ein Großteil der Phytoplanktonpartikel von heterotrophen Organismen zum Aufbau ihrer Biomasse genutzt, z.T. remineralisiert und gelöst dem Pelagial wieder zur Verfügung gestellt, wobei die mechanische Zerkleinerung der Opalskelette durch Zooplanktonfraß für die Opallösung von Bedeutung ist. So sollen nach SMAYDA (1980) etwa 75-80 % des produzierten Phytoplanktons vom Zooplankton konsumiert werden.

7.1.2.1 Sedimentation von Kotballen

Ein weiterer Teil der opalinen Phytoplanktonpartikel wird beim Freßvorgang der Zooplankter in Kotballen verpackt, welche je nach Größe und spezifischem Gewicht absinken können (BATHMANN 1986). So vertritt ANGEL (1984) die Auffassung, daß absinkende Kotballen von Copepoden zu einem erheblichen Transport von Partikeln aus dem Pelagial zum Sedimentationsort beitragen.

Aus Sedimentfallenmaterial dokumentieren GERSONDE & WEFER (1987) die Bedeutung der Kotballen von pelagischen Herbivoren in antarktischen Gewässern als Träger für biogenen Opal zum Ozeanboden. Für die Opalhaltung und -sedimentation ist das Verpacken von biogenem Opal in Kotballen von mehrfacher Bedeutung: Einmal kann so ein rascher Transport im Opal-lösenden Medium des Meerwassers gewährleistet werden, ohne daß starke Lösung innerhalb der Wassersäule zu verzeichnen ist. Allerdings wird durch die mechanische Zerkleinerung beim Freßvorgang der Herbivoren durch die bedeutende Vergrößerung der Opaloberflächen für eine spätere Opallösung erhebliche Vorarbeit geleistet. So zeigt das Untersuchungsmaterial von GERSONDE & WEFER (1987) aus Sedimentfallen vorwiegend Copepoden- und Krill-Kotballen, in denen Opalpartikel des Phytoplanktons zu 1-10 µm kleinen häufig undefinierbaren Fragmenten zerkleinert sind (Abb. 49). Diese stark fragmentierten Opalpartikel sind nach den Autoren im Sediment kaum noch zu finden, wodurch auf verstärkte Opallösung im Bereich der Grenzschicht Meerwasser/Sediment hingedeutet wird.

7.1.2.2 Sedimentation durch Aggregatbildung

Größere Bedeutung für die Erhaltung von nicht-fragmentiertem Opalskelettmaterial hat möglicherweise die Aggregatbildung im Pelagial, die in Zusammenhang mit Blütensystemen steht. So berichtete HONJO (1982) aus dem Panama Becken von einer sedimentierenden Phytoplankton-Blüte, wobei ehemals im Oberflächenwasser suspendierte lithogene Partikel bei der Aggregatbildung mit eingebaut wurden. Solche losen Aggregate können recht schnell nach einer Planktonblüte durch die Wassersäule transportiert werden und so nicht-fragmentierten und gut erhaltenen biogenen Opal zum Meeresboden transportieren. So konnten BILLET et al. (1983) mit Hilfe einer am Meeresboden aufgestellten Kamera beobachten, daß innerhalb eines 36-stündigen Intervalls eine deutliche Schicht mit vorwiegend Schleimaggregaten (bis zu 10 mm Durchmesser) aus miteinander verfilzten nicht-fragmentierten Diatomeenzellen sedimentiert wurde. Kleine Partikel, die sonst Sinkgeschwindigkeiten von weniger als 1 m pro Tag hätten, werden wahrscheinlich so in Form von losen Aggregaten, dem sogenannten "Marine Snow" (HONJO 1982), rasch zum Sedimentboden transportiert. Über die Herkunft und Entstehung des "Marine Snow" ist bisher nur wenig bekannt (ANGEL 1984). In Laborversuchen konnten AVNIMELECH et al.

(1982) bei Wechselwirkung von Tonmineralien mit Algenzellen, eine Verklumpung zu Aggregaten feststellen. SMETACEK (1985) berichtet aus dem marinen sowie limnischen Bereich von Diatomeen, welche bei zunehmender Schleimbildung zu Aggregaten verfilzen. Der Autor argumentiert von einem biologischen Standpunkt aus und deutet die Aggregatbildung als eine Übergangsform bei Diatomeenpopulationen zwischen einer Wachstumsphase und einer Ruhephase mit reduziertem Stoffwechsel, wobei es unzweifelhaft zu einer hohen Mortalitätsrate kommt. Solche Zellaggregate haben nach SMETACEK (1985) hohe Sinkraten von mehr als 100 m pro Tag und führen zu einem schnellen Massenabsinken im Gefolge von Diatomeen-Blüten des Pelagials. So kommt für geologische Fragestellungen der Schleimaggreatbildung von Diatomeen nach Phytoplankton-Blüten im wesentlichen zweifache Bedeutung zu: Einmal werden sehr viel effektiver die verschiedensten suspendierten biogenen und lithogenen Partikel vom Oberflächenwasser durch die Wassersäule zur Sedimentoberfläche transportiert (SMETACEK 1985). Zum zweiten können durch die Schleimaggreatbildung nichtfragmentierte Opalpartikel unversehrt zum Sedimentboden transportiert und im Sediment akkumuliert werden, was bei Kotballensedimentation auszuschließen ist.

7.2 FRÜHDIAGENESE VON BIOGENEM OPAL

7.2.1 Frühdiagenetische Opallösung

Opallösung ist im Meerwasser, im Porenwasser und im Sediment weit verbreitet, da SiO_2 -Untersättigung in Bezug auf Opal-A vorherrscht (CALVERT 1983). Nach SCHRADER & SCHUETTE (1981) können im marinen Environment 2 Zonen unterschieden werden, in denen der überwiegende Teil der Opallösung stattfindet. Die erste Korrosionszone befindet sich in den obersten Bereichen der Wassersäule, wo eine intensive Remineralisierung der Opal-Skelette stattfindet. Da durch spezifische Transportprozesse (über Kotballen und Schleimaggreats) ein rascher Transport zur Sedimentoberfläche erfolgt (Kapitel 7.1.2), wie Sedimentfallenexperimente zeigen (BROECKER & PENG 1982, TAKAHASHI 1986, NORIKI & TSUNOGAI 1986), ist die Opallösung dort relativ gering. Die zweite Zone starker Opalkorrosion ist nach SCHRADER & SCHUETTE (1981) auf der Sedimentoberfläche und in den obersten cm im Sediment zu finden und die Opallösung dort wird im Folgenden als frühdiagenetische Opallösung bezeichnet. Die Opallösung in der Wassersäule ist Gegenstand meeresbiologischer Untersuchungen und soll hier nicht näher betrachtet werden. Dagegen ist die frühdiagenetische Opallösung im Sediment neben der Recycling-Bedeutung für gelöstes SiO_2 (CALVERT 1974, 1983; HEATH 1974), welches dem Meerwasser wieder zugeführt wird, vor allem für die Erhaltung und Überlieferung von biogenen Opalpartikeln aus geologischer Betrachtungsweise wichtig.

7.2.1.1 Mikropaläontologische Hinweise

SCHRADER (1972) konnte durch mikropaläontologische Untersuchungen in den Sedimenten vom iberomarrokanischen Kontinentalrand und angrenzenden Tiefsee-Ebenen eine mit der Tiefe zunehmende Auflösung von Opalskeletten feststellen. Er definiert entsprechend seinen Beobachtungen eine Opallösungs-Zone, die in den von ihm untersuchten

Kernen in 20-60 cm Kerntiefe ausgebildet ist. Abnehmende Gehalte von Opalpartikeln mit der Tiefe sind in den obersten Zentimetern Sediment nach eigenen Beobachtungen auch an verschiedenen Positionen in der Labrador See, Baffin Bay und dem Europäischen Nordmeer festzustellen. Gleiche Befunde dokumentiert GROBE (1986) im östlichen Weddell Meer.

7.2.1.2 Opallösung und Porenwasserkonzentration

Die frühdiagenetische Opallösung in den obersten Zentimetern der rezenten bis subrezent Sedimente kommt sehr deutlich in den Kurven der SiO_2 -Konzentrationen im Porenwasser zum Ausdruck (SCHINK & GUINASSO 1977, SCHINK et al. 1975, SAYLES

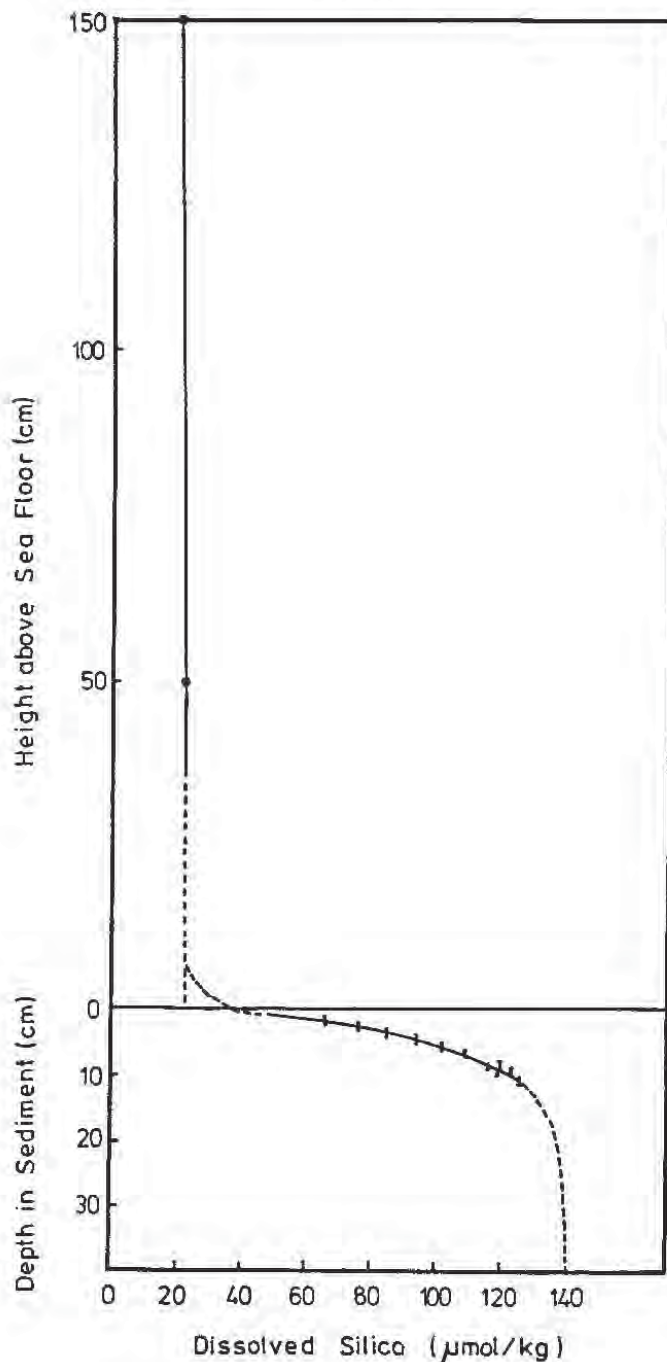


Abb. 50: Beispiel des Konzentrationsgefälles von gelöstem SiO_2 vom Bodenwasser zum Sediment einer Station im Nordatlantik (aus SCHINK et al. 1975).

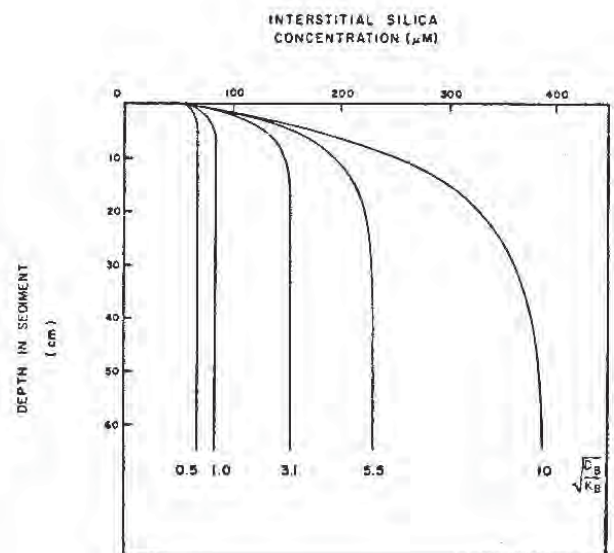


Abb. 51: Porenwasserprofile von gelöstem SiO_2 für verschiedene biologische Durchmischungsraten (aus SCHINK & GUINASSO 1977), dargestellt als Verhältnisse von D_B (= vertikale Durchmischungsraten von Festphasen) zu K_B (= konstante Lösungsrate, welche die Si-Konzentration erhöht).

Opalpartikellösung übereinstimmt (CALVERT 1983). Abb. 50 von SCHINK et al. (1975) zeigt die SiO_2 -Konzentration des Boden- und Porenwassers an einer Position im Nordatlantik und verdeutlicht exemplarisch das Konzentrationsgefälle von gelöstem SiO_2 beim Eintritt vom Meerwasser ins Porenwasser zu verschiedenen Sedimenttiefen. Dabei ist der asymptotische Verlauf hin zu einem nahezu konstanten Wert fast allen Kurven gemeinsam (Abb. 51). Das Ausmaß der Opallösung wird nach SCHINK et al. (1975) durch die Zeit der Verweildauer von Opalpartikel im Grenzbereich Meerwasser/Sediment bestimmt, wo die Opallösung aufgrund des stärksten Lösungsgefälles zur niedrigsten SiO_2 -Konzentration im Porenwasser am größten ist. Die große Bedeutung der vertikalen Durchmischung durch Bioturbation für die Opallösung wurde von SCHINK et al. (1975) genauer untersucht. Abb. 51 verdeutlicht die Verlaufsänderung der Kurve von gelöstem SiO_2 sowie die Erhöhung der Asymptote zu höheren Werten durch eine erhöhte Bioturbationsrate. Nach JOHNSON & EISENREICH (1979) ist die Konzentration an gelöstem SiO_2 in Opal-reichen Sedimenten am höchsten, wo Werte bis $500 \mu\text{mol/kg}$ erreicht werden. SCHINK et al. (1975) haben die Veränderung der SiO_2 -Konzentration im Porenwasser der Sedimente des Nordatlantiks kartiert und zeigten, daß die höchsten Werte an den Rändern des großen antizyklonalen Wirbels im Oberflächenwasser des Nordatlantiks auftreten. Diese Verteilung ist konsistent mit der maximalen Opalsedimentation, die durch die erhöhte Primärproduktion in den randlichen Bereichen des nordatlantischen Wirbels auftritt (CALVERT 1983). Solche Konzentrationen liegen allerdings immer noch nicht im Bereich einer Sättigungskonzentration in Bezug auf die Mineralphase Opal-A, die nach WOLLAST (1974) ca. $1100 \mu\text{mol/kg}$ (bei 2°C) beträgt. Diese Diskrepanz wird nach HURD (1973) auf die äußerst geringe Lösungsgeschwindigkeit ($37\text{-}67 \cdot 10^{-15} \mu\text{mol/cm}^2/\text{s}$) im Vergleich zu anderen Reaktionen wie Diffusion, Adsorption und Transformation zurückgeführt, so daß oft die spezifische Oberfläche allein die interstitiellen SiO_2 -Konzentrationen bestimmt. Weiterhin wird die Opaloberfläche durch adsorptive Vorgänge eingeschränkt, so daß sich kaum eine Sättigung entsprechend der tatsächlichen Löslichkeit von Opal-A einstellen kann. Die Ausbildung der Konzentrations/Tiefenprofile im Porenwasser resultiert aus der Bilanz zwischen Eintrag, Lösung, Diffusion und Advektion.

7.2.1.3 Beziehung zwischen Opallösung und Opalgehalten

Nach BROECKER & PENG (1982) wird das Ausmaß der Opallösung in der obersten Sedimentschicht vorwiegend von drei Faktoren bestimmt:

(1) Die Opallösung wird von der Thermodynamik kontrolliert, die eine Funktion von Temperatur, Druck und H_4SiO_4 -Konzentration des Bodenwassers ist. Je größer die Differenzen sind, um so größer ist das Lösungsbestreben von Opal. (2) Die Opallösung wird weiterhin beeinflusst von der Flux-Rate nichtopalin Materials, welches die Opalpartikelkonzentration verdünnt. Für eine gegebene thermodynamische Konstellation ist die Opallösungsrate proportional zur Menge der Opalfraktion im Sediment. (3) Letztlich wird die Lösungsrate von der Opalsedimentationsrate selbst bestimmt. Je höher der Opal-Flux, um so höher ist die Wahrscheinlichkeit, daß Opal im Sediment tiefer eingebettet wird und der Opallösung nicht mehr zum Opfer fällt. BROECKER & PENG (1982) versuchten die Opallösung modellhaft in zahlreichen Teilschritten im Detail zu quantifizieren, um eine Vorstellung über die mögliche Größenordnung der Opallösung zu bekommen. Abb. 52 entstammt ihren Berechnungen. Darin sind mehrere Werte von Lösungsraten eines hypothetischen Sedimentes bestehend aus reinem Opal in einem Diagramm aufgetragen, in

hypothetischen Sedimentes bestehend aus reinem Opal in einem Diagramm aufgetragen, in dem das Verhältnis von Opalakkumulationsrate zu Opalflux-Rate gegen die Opalfluxrate dargestellt ist (bei konstanter Akkumulationsrate von $0.5 \text{ g/cm}^2/\text{ky}$ nichtopalinen Materials).

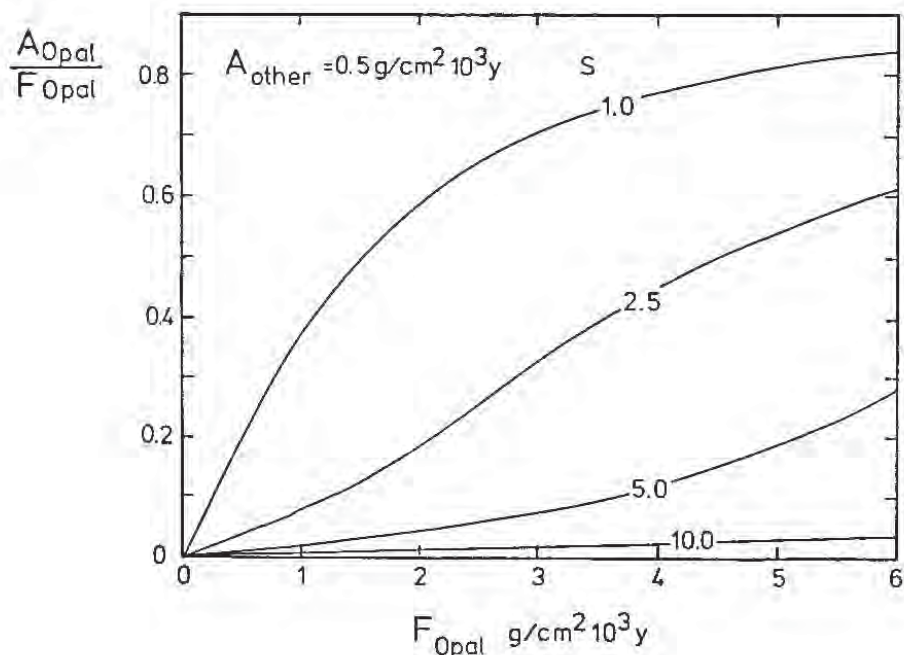


Abb. 52: Beziehung des akkumulierten Anteils der Opalfluxrate (als Verhältniszahl $A_{\text{Opal}}/F_{\text{Opal}}$) zur Opalfluxrate für zahlreiche Werte der Lösungsrate S in $\text{g/cm}^2/\text{ky}$ eines hypothetischen Sedimentes, bei konstanter Akkumulationsrate von nichtopalinen Komponenten von $0.5 \text{ g/cm}^2/\text{ky}$ (aus BROECKER & PENG 1982).

Die Darstellung zeigt, wie der frühdiagenetische Opallösungsprozeß den primären Kontrast im Opalgehalt der Sedimente erhöht.

7.2.2 Frühdiagenetische Smektitbildung

Die Porenwasserkonzentration im Sediment wird ebenfalls durch Reaktionen des gelösten SiO_2 zu anderen Mineralphasen bestimmt. So weisen mehrere Autoren BISCHOFF & SAYLES (1972), HURD (1973), SUESS (1976) und NRIAGU (1978) darauf hin, daß in Sedimenten häufig Konzentrationen beobachtet werden, die sehr nahe bei Gleichgewichtsbedingungen für zahlreiche silikatische Mineralphasen liegen.

Die Bildung von einer zumindest dünnen, silikatischen Schicht auf der Oberfläche von biogenem Opal wird von zahlreichen Autoren HURD (1973), VAN BENNEKOM & VAN DER GAAST (1976) und DONNELLY & MERILL (1977) erwähnt. Eine derartige Silikat-Lage würde nicht nur je nach Art der adsorbierten Ionen die Lösungsrate des biogenen Opals reduzieren, sondern auch zu einer möglichen Authigenese von Tonmineralien auf der Oberfläche der biogenen Partikel führen. JOHNSON & EISENREICH (1979) fordern nach einer Massenbilanzierung des SiO_2 -Haushalts des Lake Superior eine Tonmineralneubildung im Sediment, welche die SiO_2 -Porenwasserkonzentration kontrolliert. Die Autoren dokumentieren einen mit der Tiefe zunehmenden Anteil an Smektitmineralien, der von ihnen als authigen interpretiert wird und seinen SiO_2 -Anteil von aufgelösten Diatomeen bezogen

(1979) allerdings nicht erbracht werden. Einen direkten Beweis für eine authigene Smektitbildung aus biogenem Opal wird von BADAUT & RISACHER (1983) durch elektronenmikroskopische Untersuchungen an Diatomeen aus Sedimenten von Salzseen des bolivianischen Altiplano-Hochlandes gut dokumentiert. Die Autoren beschreiben alle Übergänge von dünnen Smektitplättchen auf den Opalskelett-Oberflächen bishin zum vollständigen Austausch der Opalgerüste durch authigene Tonminerale. Nach den mineralogischen Untersuchungen handelt es sich dabei um schlecht kristallisierte Mg-reiche Smektite.

Im marinen Bereich werden frühdiagenetische Fe-reiche Smektite, welche ihr SiO_2 von biogenem Opal bezogen haben, von COLE & SHAW (1983) zusammenfassend dargestellt und anderen Bildungsmechanismen von mariner Nontronitauthigenese gegenübergestellt. Gebiete solcher rezenter bis subrezenter Nontronitbildung werden aus dem Pazifik beschrieben (HEIN et al. 1979), wobei der Prozeß der authigenen Smektitbildung im Bereich des Bauer Tiefs nahe dem Ostpazifischen Rücken detaillierter bekannt wurde (HEATH & DYMOND 1977, DYMOND & EKLUND 1978, und COLE 1982, 1985). Dort werden unterhalb der CCD im Bereich der äquatorialen Hochproduktionszone opalreiche Sedimente abgelagert, die ebenfalls einen erheblichen Anteil von Fe-Hydroxiden vom Ostpazifischen Rücken beziehen. Die opalinen Komponenten nehmen in den obersten 40 cm Sediment zur Tiefe hin kontinuierlich ab, wobei der authigene Smektitanteil deutlich zunimmt. Die REM-Untersuchungen zeigen, daß die opalinen Mikrofossilien als Substrat für die Nontronitbildung dienen (COLE 1985). Nach COLE (1985) kommt es zu einer Reaktion zwischen den Fe-Hydroxiden und dem biogenen Opal, wobei Fe-reiche Smektite (Nontronite) gebildet werden. HARDER (1976, 1978) konnte unter oxidierenden Bedingungen amorphe Fe(III)-Silikat-Niederschläge synthetisieren durch gleichzeitige Ausfällung von Silikat und Fe-Hydroxiden bei geringen Temperaturen. Diese Niederschläge wurden unter reduzierenden Bedingungen zu kristallinen Fe-reichen Tonmineralphasen umgebildet. Die Laborbedingungen von HARDER (1976, 1978) lassen sich nach COLE (1985) auf das Porenwassermilieu des Bauer Tiefs übertragen und die authigene Nontronitbildung in den Sedimenten des Bauer Tiefs kann somit durch die experimentellen Befunde von HARDER (1976, 1978) unterstützt werden.

Diese Art der subrezenten Nontronitentstehung konnte auf die eozänen Sedimente der Labrador See (lithologische Einheit IV) innerhalb der Bohrung 647 übertragen werden, wo somit ein fossiles Beispiel dieser Smektitbildung belegt ist (siehe Kapitel 6.2.2 und BOHRMANN & THIEDE in press). Der Beziehung der authigenen Smektitminerale zu dem ehemals vorhandenen biogenen Opal konnte allerdings nur belegt werden, da sehr früh gebildete Karbonatkonkretionen die Morphologie der kieseligen Biogene erhalten haben. Es ist daher anzunehmen, daß möglicherweise diese Smektitbildungen in Zusammenhang mit biogenem Opal weiter verbreitet sind als bisher angenommen, wobei eindeutige Belege nicht immer zu finden sind.

7.2.3 Physikochemische Veränderung des Opals durch Alterung

Die Alterung des röntgenamorphen biogenen Opals ist mit einem leichten Ordnungsprozeß der Molekularstruktur verbunden, welcher die Lösungsrate des Opals während der Versenkung beeinflusst (HURD & THEYER 1977). Opallösungsversuche an Diatomeen belegen eine erhöhte Resistenz gegen Lösung mit zunehmendem Alter. HEATH (1974) konnte zeigen, daß die Umwandlung von biogenem Opal in Cristobalit mit zunehmendem

konnte zeigen, daß die Umwandlung von biogenem Opal in Cristobalit mit zunehmendem Alter schwieriger wird und KAMATANI (1974) belegte, daß Diatomeen-Opal generell schwieriger zu lösen war, nachdem er auf 100-900°C erhitzt worden war. Obwohl keine Kristallinitätsänderungen im erhitzten Opal mit den konventionellen XRD-Methoden festzustellen waren, muß es nach der Erhitzung bei mehr als 100°C zu einem permanent zunehmenden Wasserverlust gekommen sein (KAMATANI 1974).

Sehr intensive Untersuchungen über die Veränderung der physikochemischen Bedingungen von Opal mit zunehmendem Alter haben HURD & THEYER 1975, 1977) durchgeführt. Sie fanden nach Untersuchungen an Sedimenten aus dem Pazifik, daß die Löslichkeit und der Wassergehalt von Radiolarien und Schwammnadeln mit zunehmendem Alter abnahmen. Dabei erhöhte sich die Dichte des opalinen Materials (Abb. 53), wobei gleichzeitig eine erhebliche Reduktion der spezifischen Oberfläche der opalinen Mineralkomponenten durch Messungen festzustellen war. Die Autoren können allerdings keine Änderung in der kolloidalen Ultrastruktur des biogenen Opals feststellen. Die eigenen Untersuchungen von angelösten Opaloberflächen mit dem REM zeigen, daß sehr wohl Unterschiede in der Kolloidalstruktur der Opalpartikel bestehen, wobei die Größe der ultrastrukturellen Sphären

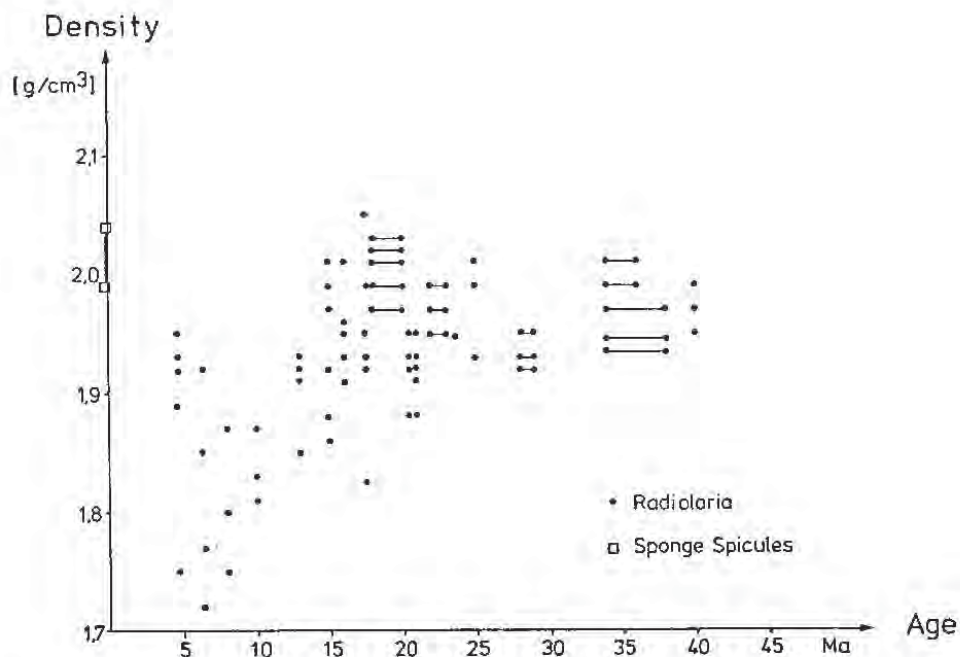


Abb. 53: Das Korrelationsdiagramm von Opaldichte gegen Alter der Opalpartikel verdeutlicht die Erhöhung der Dichte des biogenen Opals mit zunehmendem Alter, zusammengestellt nach Messungen von HURD & THEYER (1977) an Radiolarien und Schwammnadeln aus pazifischen Sedimenten.

zwischen 30-350 nm variieren (siehe Kapitel 6.1.2.). Eine Vergrößerung der Sphären wird mit der kolloidalen Umstrukturierung der amorphen Opalphasen im Zuge eines Alterungsprozesses in Verbindung gebracht.

7.3 SPÄTDIAGENETISCHE VERÄNDERUNGEN VON BIOGENEM OPAL IM SEDIMENT

Untersuchungen an DSDP-Kernen, sowie vergleichende Studien an Sedimenten der

Transformation von Opal-A in Opal-CT und sodann in Quarz (Nomenklatur eingeführt bei JONES & SEGNET 1971) bestätigt (z.B. CALVERT 1974, WISE & WEAVER 1974, HEIN et al. 1978, RIECH & VON RAD 1979, KASTNER et al. 1977, KASTNER 1978). Die Umkristallisierung der metastabilen Opal-A-Phase bei zunehmender Diagenese folgt generell der OSTWALDSCHEN Stufenregel zu stabileren Endphasen (WILLIAMS & CRERAR 1985). Die amorphe Phase Opal-A, welche die höchste Entropie besitzt (ca. Entropie von Glas = 198.3 cal/mole/°K), geht dabei in die Opal-CT-Phase über (Cristobalit-Entropie = 181.6 cal/mole/°K), die ihrerseits im Laufe der Zeit in die stabilste Phase den Quarz mit der geringsten Entropie (172.2 cal/mole/°K) umgewandelt wird. Neben diesem allgemein vertretenen diagenetischen Reifungsprozeß (CALVERT 1983, WILLIAMS & CRERAR 1985) von opalinen Sedimenten werden zeitweise auch authigene Klinoptilolith-Bildungen beschrieben, die im Zusammenhang mit Opaldiagenese auftreten (RIECH & VON RAD 1979).

7.3.1 Umkristallisation von Opal-A zu Opal-CT

Bei tieferer Versenkung und höherer Temperatur wird Opal-A zunehmend stärker gelöst und es kommt zur Ausfällung von Opal-CT. Tritt Opal-CT gesteinsbildend auf, so wird von Porzellaniten gesprochen, die in reiner Form einen porzellanartigen Charakter haben .

Opal-CT wird durch seinen (101) Gitterabstand zwischen 4.11-4.06 Å identifiziert, während reiner α -Cristobalit einen d(101)-Peak von 4.04 Å zeigt. Die Struktur des Opal-CT wurde von FLÖRKE (1955) als eindimensional fehlgeordneter Tieftemperatur- Cristobalit identifiziert, wobei randliche Silikattetraeder einen Tridymit-Röntgenreflex verursachen. Opal-CT besteht aus zahlreichen plättchenförmigen Kristallen, die generell Sphären (Lepisphären nach WISE & KELTS 1972) verschiedener Größe bilden und nach CALVERT (1983) einen Durchmesser von 10-15 µm haben. Eigene Untersuchungen zeigten jedoch auch kleinere Lepisphären bis zu 3 µm Durchmesser. Der plättchenförmige Habitus ist nach FLÖRKE (1955) erheblich dafür verantwortlich, daß verschiedene Cristobalit-Reflexe in den Röntgenaufzeichnungen fehlen. Die grob als hexagonal anzusprechenden Kristallplättchen repräsentieren nach FLÖRKE et al. (1976) Kreuzungen von Cristobalit (111) und Tridymit (0001) zusammen mit Cristobalit-Zwillingen, die miteinander unter Winkeln von 70-71° verwachsen sind.

Bei der Opal-CT-Bildung spielen neben den Faktoren Zeit und Temperatur durch größere Versenkung vor allem geochemische und mineralogische Parameter der Gastgesteinsfazies (RIECH & VON RAD 1979), wie die Anwesenheit von Tonmineralien, die Alkalinität des Porenwassers und die Mg-Konzentration eine wichtige Rolle (WILLIAMS & CRERAR 1985). RIECH & VON RAD (1979) haben die Stabilitätsfelder der drei Silikatphasen (Opal-A, Opal-CT und Quarz) aus den DSDP-Bohrungen für den Nordatlantik in Alters/ Tiefen-Diagrammen zusammengestellt. Daraus wird ersichtlich, daß Opal-A vorwiegend in den jüngsten Teilen bis zu 1000 m Tiefe anzutreffen ist. Opal-CT, der im Pliozän noch selten ist, tritt ab dem Miozän in Teufen ab 200 m häufiger auf und hat im Eozän seine maximale Verbreitung.

Daß Opal-CT als intermediäre Phase ausgeschieden wird, und nicht die stabilere Quarz-Phase, führen WILLIAMS & CREAR (1985) auf die Molekülstruktur zurück, wobei in den Porenlösungen polymerisierte Ringstrukturen von SiO₂-Molekülen vorherrschen sollen. Nach den Experimenten von KASTNER et al. 1977 erfordert die Opal-

CT-Kristallisation eine höhere SiO_2 -Konzentration im Porenwasser als eine Quarzmineralisation. Opal-CT hat jedoch eine höhere Keimbildungs- und Wachstumsrate, so daß Opal-CT-Mineralisation der Quarzbildung vorausgeht. Die Experimente von KASTNER et al. (1978) zeigen ebenfalls, wie dem Mg-Gehalt und der Alkalinität bei der Bildung von Opal-CT-Keimen eine wichtige Bedeutung zukommt. Opal-CT bildet sich bevorzugt an Mg-Hydroxyl-Keimen, die in karbonatischen Sedimenten durch Auflösung kalkschaliger Organismen geliefert werden können.

So wird in karbonatischen Sedimenten bereits eine Opal-CT-Fällung beobachtet, während bei gleicher Tiefenlage in toniger Fazies weiterhin Opal-A dominant ist (z.B. THEIN & VON RAD 1987). Eine karbonatische Fazies ist auch der Grund, warum in der Bohrung 647 in ca. 300 m Sedimenttiefe in Coccolithen-reichen Sedimenten Opal-A vollkommen in Opal-CT-umkristallisiert ist, während sehr viel tiefer im Unter- bis Mittel-Eozän zwischen 600-650 m in toniger Fazies noch Reste von Opal-A und kein Opal-CT existieren (Abb. 44). In dem Karbonat-reichen Intervall standen zur Opal-CT-Bildung genügend Alkalinität und Mg-Ionen zur Verfügung, während im eozänen Intervall die reichlich vorhandenen Smektite die Mg-Ionen adsorbiert, sowie die Alkalinität reduziert haben. Die Ausbildung der Diagenese-Front in ca. 280 m Tiefe der Bohrung 643 mag ebenfalls von diesen geochemischen Differenzen beeinflusst sein (Abb. 42, 43). So tritt oberhalb der Front Opal-A in Karbonat-freien Sedimenten auf, während unterhalb der Diagenese-Front Opal-CT gemeinsam mit authigenem Karbonat (HENRICH in press) vertreten ist.

7.3.2 Quarz-Transformation und Chert-Bildung

Die Transformation von Opal-CT in Quarz ist nach petrographischen und mineralogischen Untersuchungen von RIECH & VON RAD (1979) vorwiegend ein temperatur- und zeitabhängiger Reifungsprozeß, bei dem die Gitter der Opal-CT-Kristalle eine strukturelle Reifung in Richtung der stabilen Quarz-Phase durchwandern. ERNST & CALVERT (1969) haben die Umwandlung Opal-CT/Quarz an Porzellaniten der Monterey Formation mittels Experimenten untersucht, indem sie Druck und Temperatur variiert haben. Sie postulierten ebenfalls eine Umwandlung der festen Phasen ohne einen bedeutenden Lösungsschritt. STEIN & KIRKPATRICK (1976) fordern allerdings einen Lösungsschritt für diese Umwandlung. Die Experimente dieser Autoren zeigten, daß euhedrale Quarz-Kristalle entstanden sind, welche sich nur aus Lösungen abscheiden sollen. Im Nordatlantik tritt authigener Quarz in Form von Cherts ab ca. 40 Ma (Eozän) und älter auf (RIECH & VON RAD 1979) und verdrängt vollkommen Opal-CT in Sedimenten älter als Oberkreide. In den untersuchten Sedimenten konnte kein authigener Quarz nachgewiesen werden. Diese Stufe der Silikat-Diagenese wurde nicht erreicht, da sowohl vom Alter als auch von der Versenkungstiefe die Druck-/Temperatur-Bedingungen für Quarzbildung nicht ausgereicht haben.

7.3.3 Klinoptilolith

Authigener Klinoptilolith kann in marinen Sedimenten sowohl spät- als auch frühdiagenetisch (BERGER & VON RAD 1972, STEIN et al. in prep.) gebildet werden. Zahlreiche Aspekte der Klinoptilolith-Bildung sind allerdings bisher noch nicht genau

verstanden. So berichten viele Autoren (zusammengefaßt in KASTNER & STONECIPHER 1978) von vulkanischen Komponenten als Vorläufer der Klinoptilolith-Mineralien. BERGER & von RAD (1972) beschreiben Klinoptilolith-Bildung in Aschen-freien, pelagischen Sedimenten und nehmen biogenen Opal als Silikat-Quelle an. Eine auffallend negative Korrelation zwischen der Menge und dem Erhaltungszustand von biogenem Opal und Klinoptilolith wurde von FENNER (1981) in Bohrungen des äquatorialen Atlantiks beobachtet und bestätigt die Klinoptilolith-Bildung dort aus dem Silikat der Opalskelette. Authigene Klinoptilolithe bilden sich nach KAGAMI (1979) bevorzugt bei geringeren SiO_2 -Konzentrationen im Porenwasser und bei Anwesenheit von gelöstem Al, Alkali- und Erdalkali-Ionen. In atlantischen Sedimenten der Oberkreide werden aus Opal-CT bestehende Radiolarienskelette mit Klinoptilolithfüllung beobachtet (RIECH & VON RAD 1979, THUROW in press, STEIN et al. in prep.). Dabei deutet die Generationsabfolge von zunächst Opal-CT und danach Klinoptilolith an, daß das Porenwasser durch Opal-CT-Kristallisation an gelöstem SiO_2 verarmte und erst nachdem Al, die Alkalien und Erdalkalien relativ zum SiO_2 im Porenwasser angereichert waren, eine Klinoptilolith-Bildung stattfand. Diese Form einer spätdiagenetischen Klinoptilolith-Bildung ist in den untersuchten Sedimenten nicht vertreten. Dagegen wurde eine frühdia-genetische Klinoptilolith-Mineralisation in Verbindung mit einem Hiatus beobachtet. Eine ähnliche Klinoptilolith-Kristallisation wird aus dem Miozän der Bohrung 661 des äquatorialen Nordatlantik von ODP-Leg 108 bekannt (STEIN et al. in prep.).



8 VERGLEICH VON OPALFLUX UND OPALAKKUMULATION

Die errechneten Opalakkumulationsraten der Sedimente, die in Kapitel 5 vorgestellt wurden, können nur annäherungsweise die Opalproduktionsverhältnisse widerspiegeln. Die AR_{OPAL} werden von den Opalgehalten im Sediment abgeleitet, welche durch die zuvor beschriebenen früh- und spätdiagenetischen Lösungsprozesse gegenüber dem ehemals zur Ablagerung gelangten Opal mehr oder weniger intensiv reduziert wurden. Daher geben die Opalakkumulationsraten nur Aufschluß über minimale Werte für die Opalproduktion in der ehemaligen Wassersäule. Die tatsächliche Produktion muß weit größer gewesen sein, weil in jedem Fall eine Opallösung stattfand, wie in Kapitel 7 dargestellt wurde. Da bei der frühdiagenetischen Opallösung zahlreiche Faktoren eine Rolle spielen, die im fossilen Sediment nicht mehr nachvollziehbar sind, läßt sich die frühdiagenetische Opallösung in älteren Sedimenten nicht quantifizieren. Sie kann allerdings in Oberflächensedimenten in ihrer Größenordnung abgeschätzt werden, wenn der Opalflux und die AR_{OPAL} ermittelt wurden. Unter Opalflux versteht man den durch die Wassersäule zum Sedimentboden transportierten Opalanteil, der als Opalfluxrate in $mg/m^2/Tag$, oder in $g/m^2/Jahr$ quantifiziert wird. Die Fluxraten können mit Hilfe von Sedimentfallen bestimmt werden, welche in verschiedenen Tiefen unterhalb der euphotischen Zone verankert werden (COBLER & DYMOND 1980, HONJO et al. 1982, TAKAHASHI 1986, GERSONDE & WEFER 1987). In Tab. 11 sind einige Opalfluxraten von Sedimentfallen aus verschiedenen Meeresgebieten zusammengetragen. Da gerade in höherer Breite häufig eine ausgeprägte Saisonalität in der Phytoplanktonproduktion und damit im Sedimentflux entwickelt ist, wurden nur Daten von Jahresverankerungen benutzt und der Jahresmittelwert errechnet.

Um einen Vergleich von Raten des Opalfluxes mit den AR_{OPAL} durchzuführen, wurden die Opalfluxdaten, von $g/m^2/Jahr$, in $g/cm^2/Ma$ umgerechnet. Bei einer solchen Hochrechnung wird die vereinfachte Annahme getroffen, daß der Jahresmittelwert im Opalflux an einer Position im Ozean gleich ist. Daß dies keineswegs der Fall sein muß, zeigen die Daten der drei Jahresverankerungen aus der Bransfield Straße (Tab. 11), welche in aufeinanderfolgenden Jahren an der gleichen Position ausgebracht wurden. Die Sedimentfalle zeigte 1983/84 im Jahresmittel einen Opalflux in 500 m Tiefe von $8.0 g/m^2/Jahr$, während im folgenden Jahr 1984/85 an dieser Position in 700 m Tiefe nur $6.5 g/m^2/Jahr$ Opalflux registriert wurden (Tab. 11). Während die Dimension beider Jahresmittelwerte noch gleich ist, war der Opalflux im folgenden Jahr 1985/86 drastisch auf die 3-4 fachen Raten von mindestens $25 g/m^2/Jahr$ erhöht. Die Opalfluxraten müssen noch etwas größer gewesen sein, da dieser Wert innerhalb von 162 Tagen zustande kam. Allerdings waren die jährlichen Hauptfluxmaxima hierin enthalten (G. FISCHER, pers. Mitteilung). Da die allermeisten Jahresverankerungen selten an gleicher Position wieder ausgebracht werden, sind Veränderungen im Opalflux über mehrere Jahre hinweg sonst nicht bekannt. Es muß daher eine weitere Vereinfachung gemacht werden, wobei die Jahresdurchschnittswerte im Opalflux als repräsentativ anzusehen sind. Mit diesen Vereinfachungen sollten bei nur geringer Opallösung die Opalfluxraten mit den AR_{OPAL} zumindest in der Dimension vergleichbar sein. Während die AR_{OPAL} im Sediment Mindestwerte in Hinblick auf ehemalige Fluxraten angeben, werden durch die Fluxraten maximale Akkumulationsraten festgelegt. Dies sollte allerdings nur unter idealen Bedingungen bei einem rein vertikalen Transport ohne laterale Komponente verwirklicht sein.

Leider stehen von den meisten Positionen der Jahresverankerungen keine oder noch keine Opalgehaltmessungen der Sedimente zur Verfügung, so daß auch dort die frühdiagenetische Opallösung nicht direkt abgeschätzt werden kann. Arbeiten, welche den

Tabelle 11: Fluxraten von biogenem Opal aus Sedimentfallen von Jahresverankerungen, dargestellt als Jahresmittelwerte in $g/m^2/Jahr$. Zum Vergleich mit Akkumulationsraten im Sediment werden sie auch in $g/cm^2/my$ angegeben.

Meeresgebiet	Breite Länge	Wasser- Tiefe	Gesamtflux in $g/m^2/Jahr$ und $g/cm^2/my$	% Opal	Opalflux in $g/m^2/Jahr$ und $g/cm^2/my$
Grönland Becken (WEFER et al. pers. Mit.)	74° 35' N 6° 43' W	2823 m Falle 3445 m Sed.oberfl.	10.21 / 1021 - / -	25.6% -	2.61 / 261 - / -
Östlich Jan Mayen (WEFER et al. pers. Mit.)	70° 00' N 1° 58' W	2749 m Falle 2773 m Sed.oberfl.	16.78 / 1678 - / -	8.6% -	1.44 / 144 - / -
Ägir Ridge (WEFER et al. pers. Mit.)	65° 31' N 0° 54' E	2630 m Falle 3058 m Sed.oberfl.	17.36 / 1736 - / -	9.7% -	1.68 / 168 - / -
Lofoten Becken (WEFER et al. pers. Mit.)	69° 30' N 10° 00' E	2760 m Falle 3160 m Sed.oberfl.	22.80 / 2280 - / -	4.9% -	1.12 / 112 - / -
Bäreninsel W' Storfjord (WEFER et al. pers. Mit.)	75° 51' N 11° 28' E	1700 m Falle 2123 m Sed.oberfl.	28.3 / 2830 - / -	6.9% -	1.96 / 196 - / -
Framstraße (WEFER et al. pers. Mit.)	78° 52' N 1° 22' E	2440 m Falle 2527 m Sed.oberfl.	7.20 / 720 - / -	8.3% -	0.60 / 60 - / -
Söhm Abyssal Plain (HONJO et al. 1982)	31° 32' N 55° 55' W	976 m Falle 3694 m Falle 5206 m Falle	7.15 / 715 6.71 / 671 4.74 / 474	4.4% 5.5% -	0.31 / 31 0.36 / 36 - / -
Demerara Abyssal Plain (HONJO et al. 1982)	13° 30' N 54° 00' W	389 m Falle 988 m Falle 3755 m Falle	25.33 / 2533 17.95 / 1795 16.93 / 1693	9.5% 11.4% 9.4%	2.4 / 240 2.0 / 204 1.5 / 158
East Hawai Abyssal Plain (HONJO et al. 1982)	15° 21' N 151° 28' W	978 m Falle 2778 m Falle 4280 m Falle 5582 m Falle	4.16 / 416 6.24 / 624 6.13 / 613 4.05 / 405	- - 9.5% 8.9%	- / - - / - 0.58 / 58 0.36 / 36
Panama Basin (HONJO et al. 1982)	5° 21' N 81° 23' W	667 m Falle 1265 m Falle 2265 m Falle 3769 m Falle	41.6 / 4164 38.1 / 3814 45.6 / 4566 65.4 / 6544	22.5% 21.7% 02.4% 16.4%	9.36 / 936 8.26 / 826 9.30 / 930 10.72 / 1072
Galapagos-Rücken Äquatorialer Pazifik (COBLER & DYMOND 1980)	0° 36' N 86° 66' W	2570 m Falle 2630 m Falle 2670 m Sed.oberfl.	45.1 / 4510 40.2 / 4020 24.0 / 2400	27.1% 25.2% 11.0%	12.22 / 1222 10.13 / 1013 2.64 / 264
Bransfield Straße (KG1) 1983/84 (WEFER et al. in press)		500 m Falle 1500 m Falle	54 / 5400 108 / 1080	14.8% 35.9%	8.0 / 800 38.8 / 3880
Bransfield Straße (KG2) 1984/85 (WEFER et al. in press)		690 m Falle	22 / 2200	29.5%	6.5 / 650
Bransfield Straße (KG3) 1985/86 (WEFER et al. in press)		687 m Falle	>49 / >4900	51.0%	>25 / >2500

Sedimentflux in der Wassersäule und gleichzeitig die Akkumulation im Sediment quantifizieren, sind selten, obwohl sie für geologische Fragestellungen von großem Interesse sind. Beispielhaft sollten dabei die Untersuchungen von COBLER & DYMOND (1980) sein, die im äquatorialen Pazifik durchgeführt wurden. Die Position ist durch eine hohe Primärproduktion um $150 \text{ g/m}^2/\text{Jahr}$ in der euphotischen Zone gekennzeichnet. Zwei Sedimentfallen in 20 und 100 m über dem Sedimentboden lieferten die Fluxdaten (Tab. 11), welche mit den Sedimentparametern in den obersten 2 cm von 41 Schwerelotkernen verglichen wurden. Auf der Basis des Opalfluxes können AR_{OPAL} von $1000\text{-}1200 \text{ g/cm}^2/\text{my}$ im Sediment erwartet werden. Es konnten im Sediment jedoch nur AR_{OPAL} von ca. $250 \text{ g/cm}^2/\text{my}$ kalkuliert werden. Daraus schließen die Autoren, daß ca. 80 % des abgelagerten Opals in den Oberflächensedimenten frühdiagenetisch gelöst wurde. Ebenso wurden dort nach den Bilanzierungen von COBLER & DYMOND (1980) 50 % des Karbonates und 90 % der organischen Substanz gelöst. Für die Elemente Fe, Al und Ba haben die Autoren allerdings gleiche Flux- wie Akkumulationsraten errechnet, welches für einen grundsätzlich richtigen Ansatz dieser vertikalen Bilanzierung spricht. Eine größere laterale Verdriftung des Materials sollte aufgrund der geringen Bodenströmungen als Vorgabe ausgeschlossen werden.

Die Opalfluxraten des Europäischen Nordmeer aus Tab. 11 lassen in den heutigen Oberflächensedimenten relativ geringe AR_{OPAL} unter $260 \text{ g/cm}^2/\text{my}$ erwarten, wobei deutlich regionale Variationen festzustellen sind. So könnten die höchsten Raten mit $260 \text{ g/cm}^2/\text{my}$ im Grönland Becken und die geringsten Raten mit nur $60 \text{ g/cm}^2/\text{my}$ in der Framstraße erreicht werden. Die anderen Sedimentfallen aus dem Europäischen Nordmeer deuten auf maximale Akkumulationsraten zwischen $112\text{-}196 \text{ g/cm}^2/\text{my}$ hin. Leider liegen von den Fallenpositionen bisher noch keine Opalmessungen in den Sedimenten vor. Smear Slide Beobachtungen zeigen jedoch kaum Opal, so daß sehr stark anzunehmen ist, daß die biogene Opalfraktion, die nach den Opalfluxraten meßbar vorhanden ist, fast vollkommen aufgelöst wurde. Der Opalflux im Europäischen Nordmeer ist in der Dimension mit der Station aus dem tropischen Nordatlantik (Tab. 11; Demerara Abyssal Plain) vergleichbar, wo maximal Opalakkumulationsraten von $240 \text{ g/cm}^2/\text{my}$ erreicht werden könnten. Dagegen ist der Flux deutlich größer als an der Station "Söhm Abyssal Plain" im zentralen Sargasso Meer. Höhere AR_{OPAL} über $500 \text{ g/cm}^2/\text{my}$ können nach den in Tab. 11 aufgelisteten Opalfluxdaten aus Jahresverankerungen im Panama Becken und in der Bransfield Straße der Antarktis erwartet werden, welches mit den Opalraten in den Oberflächensedimenten von LISITZIN (1972) im Einklang steht. Hohe jährliche Fluxraten von Opal werden auch von TAKAHASHI (1986) von einer Station hoher Primärproduktion aus dem subarktischen Pazifik berichtet, wo Opalakkumulationsraten zwischen $600\text{-}6900 \text{ g/cm}^2/\text{my}$ erwartet werden können. Weitere Fallendaten von Jahresverankerungen werden jedoch in den nächsten Jahren die noch sehr lückenhafte Kenntnis des Opalfluxes erweitern. Zur genaueren Kenntnis der Opalakkumulation müssen Opalfluxdaten jedoch über längere Zeit an einer Position ermittelt werden, wie dies in der Bransfield Straße durchgeführt wird (WEFER et al. in press.).

9. DISKUSSION UND SCHLUßFOLGERUNGEN ZUR

PALÄO -OZEANOGRAPHIE

9.1 OPALSEDIMENTATION IN DER LABRADOR SEE IM EOZÄN

9.1.1 Zeitliche Reichweite

Authigene Smektit-Bildung ist zwischen 617-650 m Sedimenttiefe in Bohrung 647 weit verbreitet. Die Fe-reichen Smektite können dabei auf eine frühdiagenetische Umwandlung von biogenem Opal und Eisenhydroxiden zurückgeführt werden (siehe Kapitel 6.2.2). Die smektitischen Mineralien sind in den obersten cm der damaligen eozänen Labrador See entstanden, während der biogene Opal gleichzeitig durch die Diagenesereaktion aufgebraucht wurde. Nur innerhalb der frühdiagenetisch gebildeten Karbonatkonkretionen lassen sich in Dünnschliffen, wo die Opalskelette noch morphologisch abgebildet sind und Smektit-Pseudomorphosen nach Opal existieren, Gehalte von mindestens 10-20 % Kieselskeletten nachweisen. Karbonatkonkretionen sind allerdings nur zwischen 617-650 m zu finden, während Smektit als Haupttonmineral-Bestandteil im gesamten Paläogen vertreten ist (NIELSEN et al. in press). Die hohen Fe_2O_3 -Gehalte (über 6 %) sollen nach NIELSEN et al. (in press) auf vorwiegend nontronitische Smektite hindeuten. Dies könnte bedeuten, daß sich die diagenetische Umwandlung von biogenem Opal mit Fe-hydroxiden zu nontronitischen Smektiten in weitaus größerer Dimension (Eozän und Unteroligozän) abgespielt hat, als dies in dem Abschnitt zwischen 617-650 m Sedimenttiefe belegbar ist. Chemische Analysen an den speziellen Tonmineralien der Proben von NIELSEN et al. (press) wurden jedoch nicht durchgeführt, und die Nontronit-Interpretation beruht auf chemischen Analysen der Gesamtprobe. Da aber hohe Anteile von Pyrit, wie dies bereits an den zahlreich vorhandenen pyritisierten Bioturbationsröhren in der Grobfraktion zu beobachten ist, im Sediment vorkommen, müssen die von NIELSEN et al. (in press) gemessenen Fe-Konzentrationen nicht unbedingt die Nontronit-Natur der Smektite belegen. So ist eine Sedimentation von biogenem Opal nur in dem Intervall von 617-650 m, wo authigene Karbonatkonkretionen vorkommen, belegbar. Dieser Abschnitt wird, trotz gewisser Schwierigkeiten wegen einer möglichen Schichtlücke in Kern 64R (Kap. 3.3.2), in den Zeitraum von 47-53 Ma (Abb. 54) gestellt, welcher dem höchsten Unter-Eozän bis tiefsten Mittel-Eozän entspricht.

Weiterhin ist Opalsedimentation durch das Vorkommen von Opal-CT in der Labrador See zwischen 41-35.5 Ma (vorwiegend Ober-Eozän) dokumentiert. Die Opal-CT-Gehalte liegen allerdings im Bereich der unteren Nachweisgrenze (nach XRD-Analysen) mit Ausnahme eines leichten Opal-CT-Maximums bei 37 Ma (Abb. 54). Da die Umwandlung von Opal-A in Opal-CT über einen Lösungsschritt (RIECH & VON RAD 1979) vollzogen wird, ist nicht ganz klar, ob der Opal-CT-Peak eine ehemalige Opal-A-Sedimentation *in situ* belegt, oder ob zugewandertes Porenwasser mit gelöstem SiO_2 zu einer Opal-CT Ausfällung in diesem Bereich führte. Größere Stoffwanderungen werden nicht angenommen, so daß das Ausgangsmaterial des Opal-CT, der biogene Opal-A, mehr oder minder aus unmittelbarer Umgebung abgeleitet wird. Bei der Opal-A \rightarrow Opal-CT-Umwandlung ist generell mit einer 4- bis 10-fachen Volumenreduktion (RIECH & VON RAD 1979) zu rechnen, d.h. der abgeleitete Opal-CT-Anteil ist, auf das Gesamtsediment bezogen, deutlich geringer als der ehemalige Opal-A-Anteil. Trotz dieser diagenetisch bedingten Reduktion dürfte der Opal-A-Anteil im Obereozän von Site 647 recht gering gewesen sein.

9.1.2 Eozäne Opalsedimentation im Nord-Atlantik und global

Im Unter- und Mittel-Eozän des Nord- und Südatlantiks, sowie in der Karibik und im Golf von Mexiko wird ein Maximum von Porzellaniten beobachtet (RIECH & VON RAD 1979, PISCIOTTO 1981, EHRMANN & THIEDE 1985). Nach TUCHOLKE & MOUNTAIN (1979) wird im Nordwestatlantik die Sedimenteinheit, die durch einen hohen Anteil an biogenem Silikat gekennzeichnet ist (JANSA et al. 1979) - auch als Bermuda Rise Formation bekannt - durch einen im Nordatlantik regional weit verbreiteten Reflektor A^c gekennzeichnet, der die obere Begrenzung der Formation bildet. Nach THEIN & VON RAD (1987) ist der seismische Horizont A^c eine Diagenese-Front, welche einen abrupten Wechsel von Porzellaniten im Liegenden zu Opal-A im Hangenden darstellt. Dieser seismische Reflektor tritt zeitgleich zwischen 51-53 Ma auf und stellt nach THEIN & VON RAD (1987) einen Wechsel von hoher zu niedriger Opalproduktion etwa im Grenzbereich von Unter- zum Mittel-Eozän dar. Eine erhöhte Opalsedimentation zu dieser Zeit ist dort in allen Faziesbereichen der Tiefsee nachzuweisen (TUCHOLKE & MOUNTAIN 1986). Opalsedimentation hatte nach MISKELL et al. (1985) im Unter-Eozän auch im Indik und Pazifik größere Bedeutung. Eine derartig weit verbreitete Opalsedimentation in vielen Teilen des Weltmeeres muß in globalen klimatischen und paläo-ozeanographische Veränderungen ihre Ursache haben, die sowohl die SiO₂-Quelle als auch die ozeanographischen Muster der biologischen Produktion beeinflusst haben.

9.1.3 Silicium-Quelle

Eine kontinuierliche Opalsedimentation über einen längeren Zeitraum von Unter-Eozän bis zum unteren Mittel-Eozän in großen Arealen der Tiefsee muß einen erhöhten Eintrag von gelöstem Si in den Ozean voraussetzen, da durch die erhöhte Opal-Sedimentation dem Gesamtsystem Ozean relativ viel Si entzogen wird. Als mögliche Quelle wird immer wieder vulkanisches Sedimentmaterial erwähnt, welches die Opal-Produktivität erhöhen soll. So sollen nach TUCHOLKE & MOUNTAIN (1986) gerade im Nordwestatlantik größere Mengen vulkanischen Materials von der Karibik durch Wind- und Meeresströmungen im Nordwestatlantik fein verteilt worden sein. Ein solcher Eintrag von vulkanischen Komponenten soll die Oberflächenproduktivität von opalinen Organismen genauso wie die Erhaltung von Kieselskeletten im Sediment erhöht haben. Diese Vorstellung wird durch die Aussagen von MATTSON & PESSAGNO (1971) unterstützt, die gerade für Unter- und Mittel-Eozän einen verstärkten Vulkanismus für die Karibik belegen. Allerdings wird von MATTSON (1984) eingeräumt, daß Vulkanismus auch in der Oberkreide und im Paläozän in dieser Region weit verbreitet war, und keine vergleichbaren Auswirkungen in Bezug auf Opalsedimentation existierten. Sollte der Einfluß von vulkanischem Aschenmaterial, sei es durch Düngung von Oberflächenwasser mit gelöstem SiO₂ - was überhaupt in Frage zu stellen ist - oder durch eine bessere Erhaltung im Porenwassereinfluß der Sedimente, von Bedeutung gewesen sein, so ist nicht zu verstehen, warum die Hauptopalsedimentation im wesentlichen auf das Eozän beschränkt ist. Es müssen daher nach TUCHOLKE & MOUNTAIN (1986) noch weitere hauptsächlich paläo-ozeanographische Faktoren, wie eine verstärkte Oberflächenzirkulation, eine Rolle gespielt haben. Eine viel wahrscheinlichere SiO₂-Quelle liegt in dem Eintrag von gelöstem Si, welches von der Landverwitterung, besonders zu Zeiten intensiver chemischer Verwitterung während Klimaoptima-Phasen, dem Ozean zugeführt wird. Indikatoren für tropisches und subtropisches Klima im zirkumatlantischen Raum sind für das Eozän vielfach belegt (FRAKES 1979). Intensive chemische

Verwitterung auf dem Kontinent wird für das Eozän durch ausgedehnte Bauxit-, Laterit- und Kieselkrusten-Bildung dokumentiert (VALETON 1983, THEIN & VON RAD 1987). Nimmt man als Maß für Paläotemperaturen des Tertiärs neuere Sauerstoffisotopenkurven, wie z.B. die Synthesedarstellung aus zahlreichen DSDP-Bohrungen des Atlantiks von MILLER et al. (1987), so hebt sich ein Temperatur-Maximum im Unter-Eozän deutlich heraus. Das Unter-Eozän müßte danach mit Abstand die wärmste Klimaperiode im Tertiär gewesen sein, womit das Maximum der chemischen Landverwitterung zu korrelieren sein dürfte. Leider ist eine genauere zeitliche Einengung der kontinentalen Laterit-Bildung im Eozän, welche die Parallelität von Klimaoptimum und Intensitätsmaximum der chemischen Landverwitterung belegen könnte, aufgrund von Datierungsschwierigkeiten nicht nachvollziehbar (VALETON 1983). Das Maximum der Opalsedimentation im Bereich des Unter-Eozäns korreliert allerdings sehr gut mit dem Klimaoptimum, welches nach der Isotopenkurve von MILLER et al. (1987) ebenso wie nach dem angenommenen Meeresspiegelhöchststand von HAQ et al. (1987), zu fordern ist. Ein generell erhöhter Primäreintrag von gelösten Substanzen, wie Si und Al sowie anderen Nährstoffen aus der kontinentalen Landverwitterung, hat daher im Unter-Eozän über einen größeren Zeitraum das Nährstoffpotential im Ozean kontinuierlich erhöht.

9.1.4 Paläo-ozeanographische Einflüsse

Nach BERGGREN & HOLLISTER (1974) und SCHNITKER (1980) wird die erhöhte Opalsedimentation im Unter-Eozän durch verstärkte Bodenwasserzirkulation im Zuge einer Abkühlung in hohen Breiten stimuliert. Eine verstärkte Bodenwasserzirkulation soll für einen erhöhten Nährstoff-Eintrag ins Oberflächenwasser verantwortlich sein. Ein solcher ozeanographischer Prozeß ist allerdings schwer vorstellbar, ganz abgesehen davon, daß eine verstärkte Tiefenwasserzirkulation in dieser transgressiven Phase (SHACKLETON & BOERSMA 1981, HAQ et al. 1987) anzuzweifeln ist. RAMSEY (1973) hat weltweit Daten für kieselige Sedimentation aus den DSDP-Bohrungen zusammengetragen und postulierte einen äquatorialen Opal-Produktivitäts-Gürtel, welcher die Größe des heutigen Gürtels äquatorialen Upwellings und damit die biogene Opalsedimentation weit übertrifft. Dieser Hochproduktions-Gürtel soll über die damals nicht vorhandene Landbrücke von Panama, vom Pazifik über die Golf von Mexiko-Region in den Nordatlantik hineingereicht haben und Auswirkungen bis vor Nordafrika zeigen. Durch den allgemein erhöhten Gehalt an gelöstem SiO_2 im eozänen Ozean ist es nicht unbedingt notwendig, eine verstärkte ozeanographische Zirkulation zu fordern. Dies ist im Unter-Eozän, bei eustatischem Meeresspiegelhochstand (HAQ et al. 1987) und den geringen Temperaturgradienten zwischen Oberflächen- und Tiefen-Wasser nach den $\sigma^{18}\text{O}$ Kurven von Benthos und Plankton (MILLER et al. 1987) auch nicht zu erwarten. So wird im untereozänen Atlantik bei nur geringer Zirkulation genügend SiO_2 in die euphotische Zone gebracht, so daß erhöhtes Kieselplanktonwachstum in weiten Gebieten des Nordatlantiks möglich wurde. Auswirkungen dieser allgemein erhöhten Opal-Fertilität sind weit nach Norden bis in die Labrador See hinein zu belegen. Nach dem Meeresspiegelhöchststand im Unter-Eozän wird zu Beginn des Mittel-Eozän eine deutliche Absenkung des Meeresspiegels registriert (HAQ et al. 1987), welche mit einer Änderung kontinentaler Verwitterung einhergeht (CHAMLEY 1979). Die Sauerstoffisotopenkurven (SHACKLETON & BOERSMA 1981, MILLER et al. 1987) zeigen ebenfalls einen globalen Abfall der Temperaturen, welche möglicherweise mit der ersten Antarktischen Vereisung in Zusammenhang steht. Der ozeanische SiO_2 -Eintrag wird somit durch verminderte chemische

Verwitterung an Land im Mittel-Eozän drastisch reduziert, welches seine Auswirkungen in der deutlich verminderten Opalsedimentation im Mittel-Eozän findet.

Nachdem es im Mittel-Eozän kaum zu einer Sedimentation von opalinen Skeletten kam, setzte im Ober-Eozän langsam wieder eine geringe Opalakkumulation ein (Abb. 54), wobei möglicherweise ein kleines Maximum bei 37 Ma entwickelt wurde. Dagegen wird aus dem zentralen Nordatlantik von einer Abnahme der Opalproduktion im Ober-Eozän bis über die Eozän-Oligozän-Grenze hinweg berichtet (BOERSMA et al. 1987). Nach BOERSMA et al. (1987) kam es speziell im östlichen äquatorialen Atlantik zur Reduktion von Upwelling, was von den Autoren mit einer verminderten Produktion von AABW und einer weniger intensiven Tiefenwasserströmung in Verbindung gebracht wird. In der Labrador See müssen aufgrund eines gegensätzlichen Trends in dieser Zeit, nämlich einer zum Jüngeren hin langsameren Zunahme von Opalsedimentation, regional andere Bedingungen geherrscht

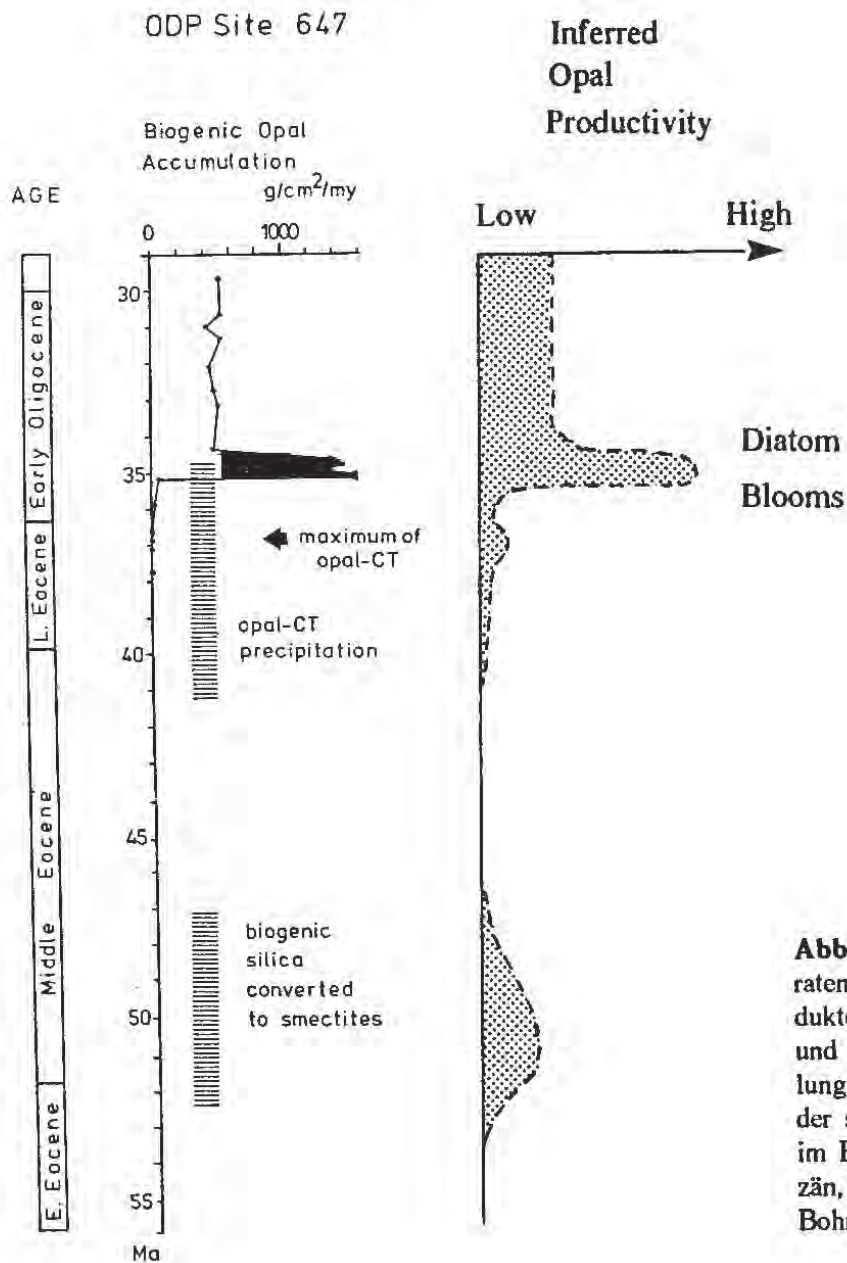


Abb. 54: Akkumulationsraten und Diageneseprodukte von biogenem Opal und schematische Darstellung der Opalproduktivität der südlichen Labrador See im Eozän und Unter-Oligozän, abgeleitet in der ODP-Bohrung 647.

haben, die möglicherweise von anderen, aus dem Norden kommenden Wassermassen ihren Einfluß geltend gemacht haben.

9.2 OPALSEDIMENTATION IN DER OLIGOZÄNEN LABRADOR SEE

9.2.1 Zeitliche Reichweite und Opalproduktivität

In der Bohrung 647 konnte in den oligozänen Sedimenten jünger als 35.5 Ma Opal-A gemessen und Opalakkumulationsraten errechnet werden, während aus älteren Sedimenten nur noch Diageneseprodukte vorliegen. Nach EHRMANN & THIEDE (1985) wurden im Nordatlantik im Unter-Oligozän Opalakkumulationsraten zwischen 100-500 g/cm²/my erreicht, deren höchste Raten sehr gut mit den errechneten AR_{OPAL} um 500 g/cm²/my in Bohrung 647 übereinstimmen (Abb. 54). Das Intervall 35.5-34.5 Ma zeigt jedoch stark erhöhte AR_{OPAL} zwischen 1400-1.500 g/cm²/my. Solch hohe Werte sind für Gebiete hoher Opalproduktion charakteristisch, wie sie aus rezenten bis subrezentem Oberflächen-Sedimenten um den antarktischen Kontinent (LISITZIN 1985: 100-1500 g/cm²/my; DEMASTER 1979: 4000 g/cm²/my) oder aus der miozänen Monterey Formation im Santa Barbara (ISAACS 1985: ca. 1900 g/cm²/my) bekannt sind. Diese Sedimente dokumentieren Bereiche hoher Opal-Fertilität, die durch Auftrieb von SiO₂-reichem Wasser aus tieferen Stockwerken geprägt werden. Die stark erhöhte Opal-Akkumulation um 35 Ma in Bohrung 647 zeigt eine deutliche Veränderung in der Opalfertilität des Oberflächenwassers, was möglicherweise auf erhöhte Upwelling-Bedingungen von SiO₂-reicherem Wasser zurückzuführen ist. Die Zusammensetzung der Opalfraktion wird in den Sedimenten von der Diatomee *Pyrgopyxis* dominiert, die ca. 70-80 % aller Opalpartikel stellt. Eine strömungsbedingte Anreicherung dieser Diatomeen-Valven ist auszuschließen, da sedimentologische Kriterien, welche auf verstärkte Bodenströmungen hindeuten, fehlen. Eine Akkumulation dieser sehr robusten, lösungsresistenten Diatomee in den Sedimenten von 35.5-34.5 Ma durch Auflösung anderer Opalpartikel ist nicht wahrscheinlich, da auch sehr leicht lösliche Opalpartikel in den Sedimenten zu finden sind. Eine viel wahrscheinlichere Erklärung für die fast monospezifische Taphozönose ist ein vermehrtes und schnelleres Wachstum dieser Diatomeen-Gruppe in der Planktongemeinschaft mit anschließender Sedimentation, wie dies bei Diatomeen-Blüten möglich ist. Ein Blütenwachstum wird häufig durch eine rasche Fertilitätssteigerung erreicht, wie dies bei Upwelling-Bedingungen möglich ist (ZEITZSCHEL 1978). Die Gattung *Pyrgopyxis* erscheint zu dieser Zeit in höheren Breiten in zahlreichen Gebieten, wo Upwelling-Bedingungen vorherrschen (FENNER, pers. Mitteilung). Eine möglicherweise von kaltem, SiO₂-reichem Tiefenwasser abgeleitete Wassermasse könnte zwischen 35.5-34.5 Ma das Oberflächenwasser in diesem Teil der Labrador See durch Upwelling gedüngt und so ein vermehrtes Wachstum von opalinen Planktonorganismen verursacht haben. Ein Veränderung in der Tiefenwasserzirkulation zu dieser Zeit wird in zahlreichen Arbeiten propagiert (z.B. MILLER & TUCHOLKE 1983, TUCHOLKE & MOUNTAIN 1986, KAMINSKI et al. in press)

9.2.2 Zur Tiefenwasserzirkulation im Unter-Oligozän

Aus dem Nordatlantik sind nur sehr wenige Bohrprofile bekannt, die eine kontinuierliche

Sedimentation im Bereich der Eozän/Oligozän-Grenze dokumentieren, da nach TUCHOLKE & MOUNTAIN (1986) im Nordatlantik durch intensive Tiefenwasserzirkulation, eine ausgedehnte Erosion in der Tiefsee zu dieser Zeit stattfand. So ist im nördlichen Nordatlantik in dem Eozän/Oligozän-Grenzbereich der seismische Reflektor R4 entwickelt, der nach ROBERTS (1975) die Basis der Drift-Sedimentation bildet. Entlang des Nordamerikanischen Kontinentalrandes wird von TUCHOLKE & MOUNTAIN (1986) der zeitgleiche seismische Reflektor A^U mit einer Diskordanz in demselben Zeitabschnitt in Zusammenhang gebracht. Aufgrund der sehr weiten Verbreitung schließen TUCHOLKE & MOUNTAIN (1986) auf ein relativ intensives Erosionsereignis an der Eozän/Oligozän-Grenze oder im untersten Oligozän, welches mit dem Beginn einer ausgedehnten Tiefenzirkulation korreliert. Dieses Ereignis in der Tiefenwasserzirkulation wird neben den seismischen Daten vorwiegend von einem deutlichen Wechsel in der benthischen Foraminiferen-Vergesellschaftung (MILLER & TUCHOLKE 1983) und in den isotopischen Daten (MILLER et al. 1987) unterstützt, wobei von TUCHOLKE & MOUNTAIN (1986) eine nördliche Quelle von neu gebildetem Tiefenwasser propagiert wurde. Das Einsetzen der abyssalen Zirkulation wird von den Autoren als ein relativ abruptes Ereignis angesehen, welches durch plattentektonische Veränderungen im Bereich des Europäischen Nordmeeres möglich wurde. Kaltes, arktisches Tiefenwasser sollte dabei den Grönland-Schottland Rücken überfließen und in die Tiefseebenen des Nordatlantiks gelangen. Ob allerdings zu dieser Zeit Tiefenwasser den Grönland-Schottland Rücken bereits überfließen konnte, bleibt nach wie vor umstritten, da eindeutige Kriterien fehlen. Kälteres Tiefenwasser könnte auch vom Arktischen Ozean über den Lancaster Sound oder die Nares Straße in die Baffin Bay und danach in die Labrador See gelangt sein. Die ODP-Bohrung 645 in der Baffin Bay konnte dazu leider keine eindeutigen Belege liefern (SRIVASTAVA et al. 1987). Neuere Untersuchungen von KAMINSKI et al. (in press), welche den faunistischen Wechsel innerhalb der Benthosforaminiferen in Bohrung 647 umfassen, zeigen, daß eine allmähliche Veränderung des Tiefenwassers über einen Zeitraum von ca. 4 my im Unter-Oligozän zu verzeichnen ist und nicht ein plötzliches Ereignis, wie dies in Anbetracht der durch Erosion entstandenen seismischen Reflektoren R4 und R^U (TUCHOLKE & MOUNTAIN 1986) erscheinen mag. Trotzdem ist eine Veränderung der Tiefenwasserzirkulation im untersten Oligozän in der Bohrung 647 faunistisch gut belegt (KAMINSKI et al. in press). Die Autoren bringen diesen Wechsel mit dem Eintrag von neu gebildetem Tiefenwasser in Verbindung, was nach den Kohlenstoffisotopen-Daten von MILLER & FAIRBANKS (1987) von etwas weiter südlich, auch Nährstoff-ärmer gewesen sein sollte. Ein solches Nährstoff-ärmeres Wasser, sollte dann auch SiO₂-arm sein und könnte bei Upwelling, nicht zu solchen Diatomeen-Blüten führen, wie dies zwischen 35.5-34.5 Ma in der Labrador See zu beobachten ist. Möglicherweise waren die Wasserkörper im Nordatlantik und in der Labrador See zu dieser Zeit unterschiedlich. Die Isotopendaten der benthischen Foraminiferen von Site 647 werden dazu Aufschluß geben (ZACHOS et al. in press).

9.3 DIE LABRADOR SEE IM MIOZÄN

Aus den beiden Bohrungen 646 und 647 der Labrador See lassen sich nur wenige paläo-ozeanographische Schlußfolgerungen für das Miozän zusammentragen. In Site 646 wurde nur Ober-Miozän erbohrt, welches weder biogenen Opal-A noch irgendwelche Diageneseprodukte von ehemaligem Opal enthielt. Da die sehr hohen Sedimentationsraten von 35-100 m/my (SRIVASTAVA et al. 1987) eine gute Voraussetzung für nur geringe

frühdiagenetische Opallösung gewesen sind, muß davon ausgegangen werden, daß im Ober-Miozän im Bereich des Eirik Rückens die Fertilitätsverhältnisse für Phytoplanktonproduktion sehr gering waren. Diese geringen Produktionsverhältnisse lassen sich bis ins Unter-Pliozän bis ca. 4 Ma weiter verfolgen. Die miozänen Sedimente von Site 647 der südlichen Labrador See sind dagegen nicht Opal-frei. Allerdings ist die Aufzeichnung in den Sedimenten sehr unvollständig, da zahlreiche Hiaten vorhanden sind und die LSR mit < 1 m/my so gering sind, daß mit intensiver frühdiagenetischer Opallösung gerechnet werden muß. Die untersuchten Opalpartikel, welche sehr wahrscheinlich vorwiegend ins untere Mittel-Miozän bis Unter-Miozän zu stellen sind, zeichnen sich sehr deutlich durch starke Opalkorrosion aus. Die Opalpartikel waren dem an SiO_2 stark untersättigten Meerwasser und Porenwasser sehr lange ausgesetzt, so daß intensive frühdiagenetische Opallösung resultierte. Quantitative Angaben über Opalproduktion können jedoch nicht gemacht werden. Die Opalkorrosion ist, verbunden mit der Hiatusbildung und den sehr geringen LSR, auf eine intensive Tiefenwasserzirkulation in der südlichen Labrador See zurückzuführen, welche mit der Bildung des Gloria Drift-Gebietes in Zusammenhang steht. Das Tiefenwasser sollte nach dem generellen Muster der abyssalen Zirkulation (Abb. 12) aus dem östlichen Teilbecken des Nordatlantiks über die "Charly-Gibbs-Fracture-Zone" in die Labrador See gelangen. Nach dem ältesten Hiatus zu urteilen, ist diese verstärkte Tiefenwasserzirkulation in der südlichen Labrador See bereits im Oberoligozän zu registrieren (SRIVASTAVA et al. 1987). Entsprechend den Hiaten existierten weitere Zirkulationsimpulse in der Tiefenwasserzirkulation im Mittel- und Ober-Miozän bis ca. 2.5 Ma (SRIVASTAVA et al. 1987). Eine detaillierte Chronologie der Tiefenwasserzirkulation kann allerdings nur in Zusammenhang mit der geologischen Geschichte des bisher noch recht wenig verstandenen Gloria-Drift-Gebietes rekonstruiert werden.

9.4 SEDIMENTATION UND OPALAKKUMULATION IN DER IRMINGER SEE

Die Sedimentationsverhältnisse im Bereich der Bohrung 408 sind komplex und lassen sich im wesentlichen auf vier Sedimentationsprozesse zurückführen, die zu verschiedenen Zeiten unterschiedlich an der Sedimentakkumulation beteiligt waren. Neben der pelagischen Sedimentation (1) von vorwiegend biogenem Karbonat und untergeordnet von opalinen Planktonorganismen, spielt vor allem der turbiditische Sedimenteintrag von allochthonen Komponenten (2) vom Isländischen Schelf im NE und dem Reykjanes Rücken im SE eine Rolle (LUYENDYK et al. 1978). Site 408 liegt im Einflußbereich der Snorri Drift, so daß die Sedimente zusätzlich von Bodenströmungen (3) überprägt wurden (SHOR & POORE 1978). Weiterhin ist der Eintrag von eistransportiertem Detritus (4) zu verzeichnen (SCHAEFFER & SPIEGLER 1986), der allerdings mengenmäßig nur von untergeordneter Bedeutung ist.

Biogener Opal konnte in der gesamten Bohrung registriert werden, wobei ein Großteil der Opalpartikel aus Schwammnadeln besteht. Eine Anreicherung der gegenüber anderen Opalpartikeln lösungsresistenten Schwammnadeln durch starke Lösung kann als Hauptursache ausgeschieden werden. Da die Kieselschwämme ihre Hauptverbreitung in den Schelfgebieten haben, wird angenommen, daß ein Großteil der Poriferen-Skelette umgelagerte Komponenten aus flacheren Gebieten darstellen. Dabei wird nach FOERSTER & THOMPSON (1985) das Gebiet im Bereich der südwestlichen Schelfkante (Abb. 55) durch eine besonders hohe biologische Produktivität gekennzeichnet. Dies wird von den Autoren anhand zahlreicher Verteilungsmuster belegt, beginnend mit dem Phytoplankton (Abb. 55)

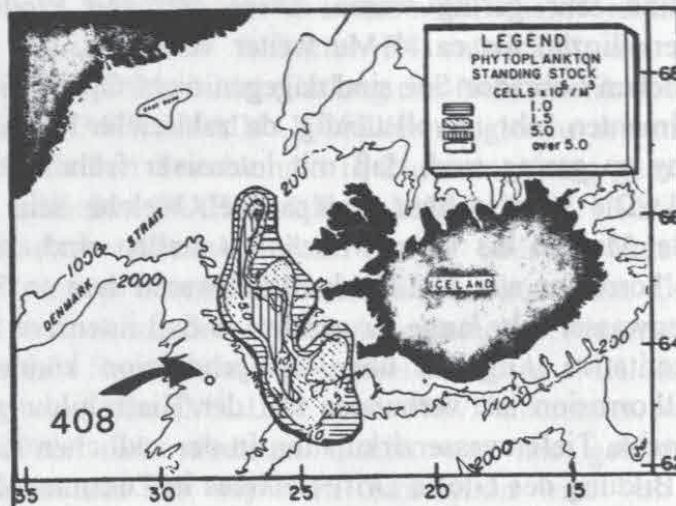
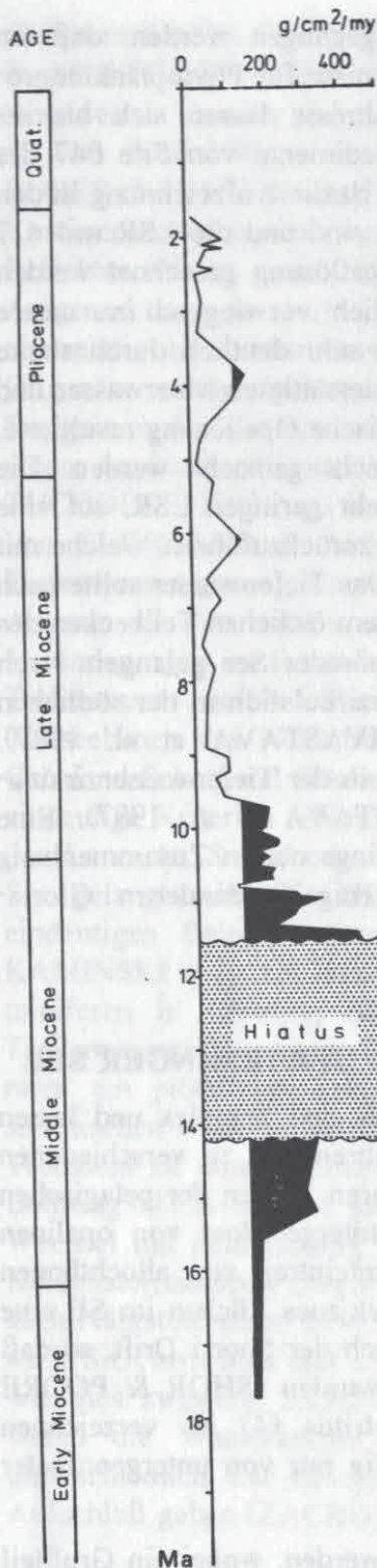


Abb. 55: Opalakkumulationsraten von Site 408 und Position der Bohrung im Vergleich zu dem von FOERSTER & THOMPSON (1985) ausgewiesenen Bereich erhöhter Planktonproduktivität.

anhand zahlreicher Verteilungsmuster belegt, beginnend mit dem Phytoplankton (Abb. 55) bis hin zu der Häufigkeitsverteilung von Finnwalen. FOERSTER & THOMPSON (1985) können anhand der Dichteverteilung im Meerwasser eine Upwelling Zone entlang der Schelfkante definieren und führen die Düngung des Oberflächenwassers auf einen "Shelf-Break Upwelling"-Mechanismus zurück. Ein vermehrtes Phytoplanktonwachstum und der Transport zum Boden erhöhen auch die Bioproduktion von Kieselschwämmen, die besonders üppig in diesem Bereich rezent nachzuweisen sind. Nach dem Absterben können

Depressionen sedimentiert werden. Es ist nicht nachvollziehbar, inwieweit nun das von FOERSTER & THOMPSON (1985) propagierte Upwelling-Gebiet an der Schelfkante auch in früheren Zeiten aktiv war. Würde man annehmen, daß der Hauptteil der Schwammnadeln aus diesem Bereich der NW-Schelfkante Islands stammt, so müßte Upwelling auch bis ins Miozän zurückzuverfolgen sein, was allerdings nicht näher zu belegen ist. Ein Maximum mit einer AR_{OPAL} von $100 \text{ g/cm}^2/\text{my}$ (Abb. 55) bei ca. 6 Ma wird ausschließlich von Schwammnadeln gebildet (Taf. 3/7). Höhere Schwammnadelanteile sind im Mittel- und Unter-Miozän zu finden und treten dort meist zusammen mit einem vermehrten Aschenanteil auf. Die Aschen sind vorwiegend, wie bereits makroskopisch gut zu erkennen ist, als Turbidite zu identifizieren (LUYENDYK et al. 1978), welche aus flacheren Gebieten hangabwärts transportiert wurden und es ist anzunehmen, daß ein Großteil der Schwammnadeln ebenso in den Suspensionsströmungen mittransportiert wurde. Die Suspensionsströme, decken als kurzzeitige Sedimentationsereignisse die Sedimente sehr schnell ein und sorgen dafür, daß Opalpartikel sehr rasch die frühdiagenetische Opalkorrosionszone verlassen. Dies und die hohen Aschenanteile, welche als amorphe Mineralkomponenten ebenfalls leicht gelöst werden und so die SiO_2 -Porenwasserkonzentration erhöhen, führen zu einer generell besseren Erhaltung des biogenen Opals und sind anscheinend mit dafür verantwortlich, daß die AR_{OPAL} im Mittel-Miozän bis auf $200\text{-}300 \text{ g/cm}^2/\text{my}$ ansteigen.

Abgesehen von diesen nicht immer eindeutig interpretierbaren Sedimentationsverhältnissen lassen sich zwei Intervalle höherer AR_{Opal} herausstellen, in denen opaline Planktonskellette, wie Diatomeen, Silicoflagellaten und Radiolarien, gegenüber den Schwammnadeln eine Vormachtstellung besitzen. Dies ist etwa bei 4 Ma und in dem Intervall zwischen 9.5-10.5 Ma der Fall. Obwohl die AR_{OPAL} nur etwas größer als 100 bzw. $150 \text{ g/cm}^2/\text{my}$ sind, heben sich diese Intervalle vor allem durch ihre andersartige Zusammensetzung in der Opalfraktion gegenüber den anderen Bereichen hervor. Sie sprechen zusammen mit den höheren AR_{TOC} in diesen Bereichen für leicht erhöhte Opalfertilität im Oberflächenwasser vor ca. 4 Ma und in dem Intervall zwischen 9.5-10.5 Ma. Die AR_{OPAL} sind jedoch nicht besonders hoch, so daß keine massiven paläo-ozeanographischen Veränderungen ursächlich damit in Zusammenhang gebracht werden können.

Die stark Asche-führenden, turbiditischen Sedimente älter als 10.5 Ma wurden intensiv von Bodenströmungen beeinflusst (SHOR & POORE 1978). Tiefenwasser, welches vom östlichen Teilbecken des Nordatlantiks über die "Charlie-Gibbs-Fracture-Zone" in das westliche Teilbecken gelangt, fließt teilweise als Konturstrom entlang der W-Flanke des Reykjanes Rückens nach Norden (Abb. 12). Verstärkte Bodenströmungen im Mittleren Miozän haben in Site 408 zur Bildung eines Hiatus zwischen 11.5-14.2 Ma geführt (Abb. 55). Wie zuvor beschrieben (Kapitel 9.3), ist eine verstärkte Tiefenwasserzirkulation zu dieser Zeit auch in der Labrador See bekannt und wird auf eine großräumige Veränderung in der abyssalen Zirkulation zurückzuführen sein, die möglicherweise in Zusammenhang mit der zeitweisen Etablierung von tieferem "Overflow"-Wasser zwischen Island und Schottland aus dem Europäischen Nordmeer steht.

9.5 ZUR PALÄO-OZEONOGRAPHISCHEN ENTWICKLUNG IM BEREICH DES EIRIK-SEDIMENT-RÜCKENS

9.5.1 Beginn der Driftsedimentation und Dänemark Straßen "Overflow"

Die hemipelagischen Sedimente von Site 646 an der Nordflanke des Eirik-Sediment-Rückens sind mit sehr hohen AR_{BULK} von 5000-15000 g/cm²/my (Abb. 56) typische Drift-Sedimente, welche vorwiegend von terrigenen Komponenten aufgebaut werden. Biogene Komponenten sind meist nur untergeordnet vorhanden (Abb. 31). Die Sedimentanlieferung ist, wie zuvor dargestellt wurde (Kapitel 1.4.2), auf die Zirkulation der tiefen Wassermassen zurückzuführen. Nordwestatlantisches Bodenwasser (NWABW), welches vorwiegend nach SWIFT (1984) von dem Dänemark Straßen "overflow"-Wasser aus dem Europäischen Nordmeer abgeleitet wird, fließt am Fuße des ostgrönländischen Kontinentalrandes nach Süden und wird an der Südspitze von Grönland durch die Corioliskraft wieder nach Norden abgelenkt (Abb. 12). Dabei wird ein Großteil der Sedimentfracht im Bereich des Eirik Rückens abgeladen (SRIVASTAVA et al. 1987), welche den Drift-Rücken aufbauen. Der Beginn der Drift-Sedimentation konnte in reflexionsseismischen Profilen durch den Reflektor R3/4 (Abb. 8) festgelegt werden (SRIVASTAVA et al. 1987). Die Sedimente über diesem Reflektor sind in den seismischen Aufzeichnungen durch Sedimentwellen und weitere interne Sedimentstrukturen charakterisiert, die auf verstärkte Bodenströmungen hindeuten. Ein kleiner Sedimentrücken ist im Pliozän entwickelt (SRIVASTAVA et al. 1987). Unterhalb des Reflektors R3/4 sind keine Strömungs-bedingten Sedimentstrukturen zu erkennen. Der Reflektor R3/4 in ca. 370-380 m Tiefe markiert in der Bohrung den deutlichen Wechsel von niedrigen LSR im Liegenden zu höheren LSR im Hangenden. Die Akkumulationsraten des Gesamtsedimentes steigen an dieser Grenze, die altersmäßig etwa bei 7.3 Ma liegt sprunghaft von 5000 g/cm²/my auf fast 15000 g/cm²/my an (Abb. 56). Dieser starke Anstieg in der AR_{BULK} markiert den Beginn im Aufbau des Eirik Rückens und damit die Anfangsphase des um diese Zeit entstandenen Dänemark Straßen "Overflows" (DSOW). Eine kleine Unsicherheit in der Stratigraphie (Kapitel 3.3.1) läßt die Möglichkeit eines kleinen Hiatus von ca. 0.5 Ma direkt an der Basis des sprunghaften Anstieges in der AR_{BULK} offen. Ein solcher Hiatus wäre in der Initialphase des DSOW als erosives Ereignis leicht zu verstehen. Innerhalb dieser stratigraphischen Unsicherheit läßt sich der Beginn des Dänemark Straßen "Overflows" zwischen 7-8 Ma datieren, welche für die Labrador See einen bedeutenden Wechsel in der Tiefenwasser-Zusammensetzung brachte.

Eine Veränderung in der Zusammensetzung der benthische Foraminiferen bestätigt den Wechsel im Tiefenwasser. So wurde unterhalb des Reflektors R3/4 eine Fauna geborgen, die vorwiegend aufgrund der Art *Nuttallides umbonifera* für Antarktisches Bodenwasser (AABW) in der damaligen Labrador See spricht (SRIVASTAVA et al. 1987). Über dem Reflektor R3/4 innerhalb der Driftsedimente setzt eine benthische Fauna ein, welche für NADW typisch ist, was den deutlichen Einfluß des DSOW im Bereich der Bohrposition verdeutlicht.

9.5.2 Opalsedimentation und Geschichte des Ostgrönlandstromes

Die Sedimentation von opalinen Skeletten setzt in der Bohrung 646 etwa bei 4 Ma ein. Während in den Sedimenten älter als 4 Ma kein Opal-A nachgewiesen werden konnte,

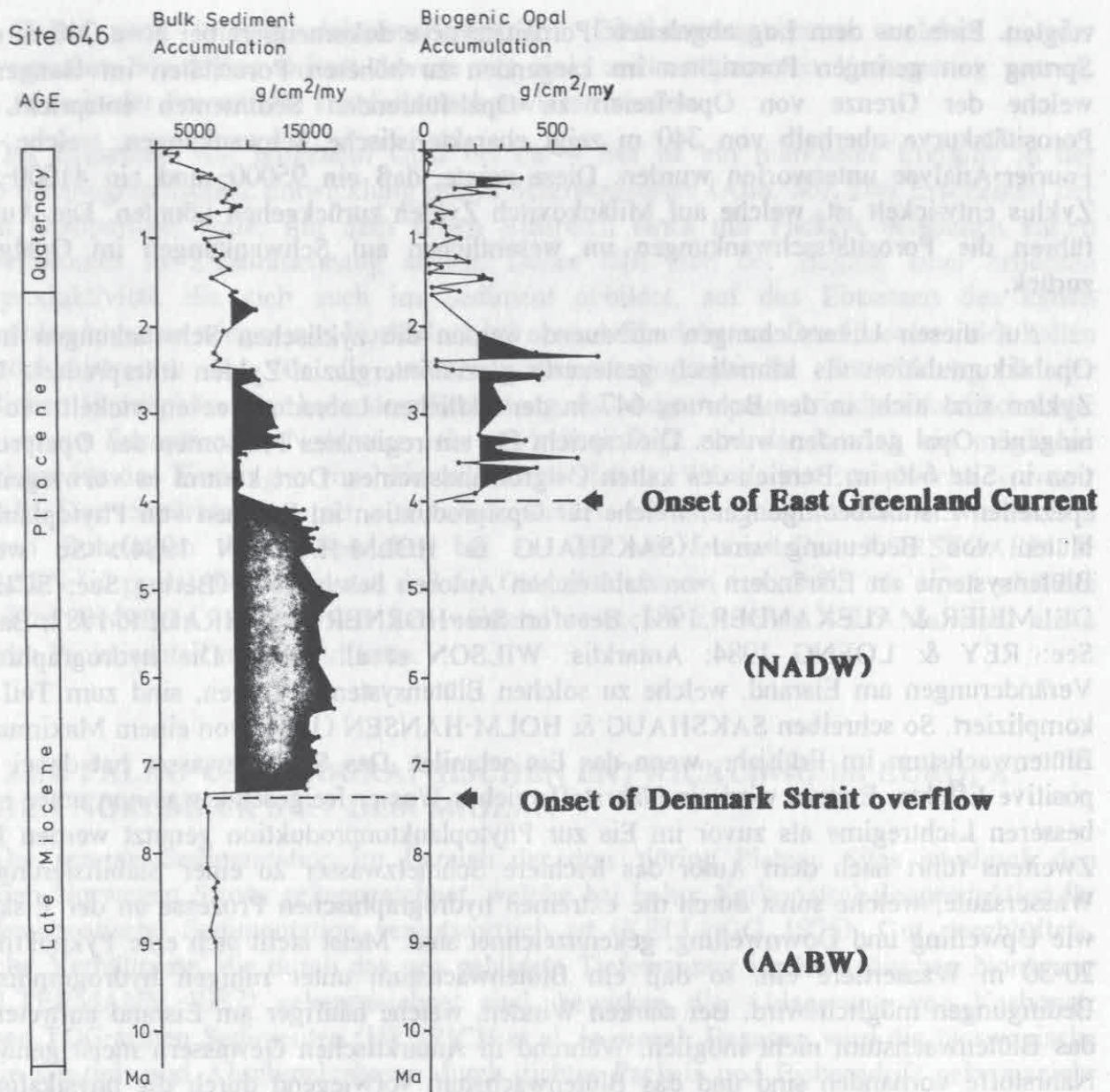


Abb. 56: Akkumulationsraten des Gesamtsedimentes und Opalakkumulationsraten von Site 646 mit den wichtigsten paläo-ozeanographischen Veränderungen.

fluktuieren die Opalgehalte in den jüngeren Sedimenten. Die vertikalen Veränderungen im Opalgehalt der Sedimente sind nicht oder nur untergeordnet auf Opallösung zurückzuführen, wie aus dem Erhaltungszustand der Opalpartikel abzulesen ist. Die Fluktuationen der Opalproduktion an der Bohrposition 646 kommen in den Schwankungen der AR_{OPAL} (Abb. 56) von fast 0 bis auf maximal 600 $g/cm^2/my$ gut zum Ausdruck. Die Vermutung liegt nahe, daß es sich dabei um paläoklimatisch gesteuerte Fluktuationen von glazial/interglazial-Zyklen handelt. Leider ist die Isotopenkurve dieser Bohrung noch nicht verfügbar, so daß keine detaillierte Stratigraphie vorliegt, um diese zyklischen Schwankungen in der Opalakkumulation höher aufzulösen und sie somit als glazial/interglazial-Schwankungen eindeutiger zu identifizieren.

Allerdings wurde von der Lamont-Doherty Borehole Research Group (1987) eine Interpretation von "Logging"-Daten vorgelegt, die sehr interessante Ergebnisse dazu

zeigten. Eine aus dem Log abgeleitete Porositätskurve dokumentiert bei etwa 340 m einen Sprung von geringen Porositäten im Liegenden zu höheren Porositäten im Hangenden, welche der Grenze von Opal-freien zu Opal-führenden Sedimenten entspricht. Die Porositätskurve oberhalb von 340 m zeigt charakteristische Schwankungen, welche einer Fourier-Analyse unterworfen wurden. Diese zeigte, daß ein 95000- und ein 41000-Jahre Zyklus entwickelt ist, welche auf Milankovitch Zyklen zurückgehen könnten. Die Autoren führen die Porositätsschwankungen im wesentlichen auf Schwankungen im Opalgehalt zurück.

Auf diesen Untersuchungen aufbauend werden die zyklischen Schwankungen in der Opalakkumulation als klimatisch gesteuerte glazial/interglazial-Zyklen interpretiert. Diese Zyklen sind nicht in der Bohrung 647 in der südlichen Labrador See entwickelt, wo kein biogener Opal gefunden wurde. Dies spricht für ein regionales Phänomen der Opalproduktion in Site 646 im Bereich des kalten Ostgrönlandstromes. Dort kommt es vorwiegend zu speziellen Eisrandbedingungen, welche für Opalproduktion im Rahmen von Phytoplanktonblüten von Bedeutung sind (SAKSHAUG & HOLM-HANSEN 1984). So werden Blütensysteme an Eisrändern von zahlreichen Autoren beschrieben (Bering See: SCHANDELMEIER & ALEXANDER 1981; Beaufort See: HORNER & SCHRADER 1982; Barents See: REY & LOENG 1984; Antarktis: WILSON et al. 1986). Die hydrographischen Veränderungen am Eisrand, welche zu solchen Blütensystemen führen, sind zum Teil sehr kompliziert. So schreiben SAKSHAUG & HOLM-HANSEN (1984) von einem Maximum an Blütenwachstum im Frühjahr, wenn das Eis schmilzt. Das Schmelzwasser hat dabei zwei positive Effekte. Erstens wird ein Nährstoff-reiches Wasser freigesetzt, was nun unter einem besseren Lichtregime als zuvor im Eis zur Phytoplanktonproduktion genutzt werden kann. Zweitens führt nach dem Autor das leichtere Schmelzwasser zu einer Stabilisierung der Wassersäule, welche sonst durch die extremen hydrographischen Prozesse an der Eiskante, wie Upwelling und Downwelling, gekennzeichnet sind. Meist stellt sich eine Pyknokline in 20-30 m Wassertiefe ein, so daß ein Blütenwachstum unter ruhigen hydrographischen Bedingungen möglich wird. Bei starken Winden, welche häufiger am Eisrand auftreten, ist das Blütenwachstum nicht möglich. Während in Antarktischen Gewässern meist genügend Nährstoffe vorhanden sind und das Blütenwachstum vorwiegend durch die physikalischen Prozesse beeinflusst wird, ist in Arktischen Eisrandlagen nach SAKSHAUG & HOLM-HANSEN (1984) der Nährstoffeintrag ein wichtiger limitierender Faktor beim Blütenwachstum.

Im Ross Meer sind nach Wilson et al. (1986) solche Eisrand-Blüten von größerer Bedeutung, da sich dort das Packeis jährlich um einen erheblichen Betrag zurückzieht und damit zwar nur ein kurzzeitiges Blütenwachstum an einer Position entsteht, das aber aufgrund der großen Rückzugsdistanz des Packeises eine erhebliche laterale Ausdehnung besitzt. Jährliche Fluktuationen der Packeisgrenze im Bereich des Ostgrönlandstromes sind heute relativ gering, so daß der Bereich der Opalproduktion auf eine schmale Zone konzentriert sein dürfte. Im Zuge der Klimaschwankungen hat die Polarfront sich allerdings häufiger verlagert, so daß der Eisrand mehrfach im Einflußbereich der Bohrung 646 gelegen hat, wobei zumindest innerhalb der letzten 2.56 Ma, welche in Site 647 auch dokumentiert sind, die Polarfront das südliche Site 647 nie erreicht hat. Da eine Isotopenstratigraphie bisher nicht verfügbar ist, kann nicht gesagt werden, in welchem klimatischen Stadium es zu verstärkter Opalproduktion kam, ob bei einem Vorstoß des Eises in die Labrador See oder nur bei einem Rückzug, oder aber in beiden Fällen. Im Europäischen Nordmeer konnte STABELL (1986) ein Maximum in der Opalproduktivität mit einem Rückzug der Polarfront

von Süden nach Norden dokumentieren. Ein Diatomeenmaximum, welches in der Norwegischen See früher auftritt, konnte mit einer zeittransgressiven Verlagerung von ca. 2000 Jahre in der Framstraße ebenfalls nachgewiesen werden.

Das Einsetzen von biogenem Opal bei ca. 4 Ma ist ein markantes Ereignis in der paläo-ozeanographischen Entwicklung dieses Meeresgebietes (Abb. 56). Das Erscheinen der ersten Opalpartikel sollte mit dem ersten Auftreten eines mit Packeis beladenen kalten Meeresstromes in Zusammenhang stehen. Daher läßt sich der Beginn einer erhöhten Opalproduktivität, die sich auch im Sediment abbildet, auf das Einsetzen des kalten Ostgrönlandstromes oder seines Vorläufers bei etwa 4 Ma datieren. Das Einsetzen des kalten Ostgrönlandstromes hat für die weitere paläo-ozeanographische Entwicklung in der nördlichen Hemisphäre eine besondere Bedeutung, da es die Asymmetrie der Oberflächenzirkulation im Europäischen Nordmeer sehr stark beeinflußt und damit auch ein möglicher Regulator für das Eindringen von höhersalinem Golfstrom-Wasser ins Europäische Normeer darstellt. Das verstärkte Einsetzen von eistransportiertem Material in Site 646 ist wie auch in anderen Bohrungen dieses Bereiches bei ca. 2.5 Ma festzustellen KORSTGARD & NIELSEN (in press). Dies bedeutet, daß der Ostgrönlandstrom erst ab 2.5 Ma einen erhöhten Anteil an Eisbergen transportiert hat, während er vorher zwischen 4-2.5 Ma wohl einen höheren Packeisanteil mitgeführt hatte.

9.6 ZUR PALÄO-OZEANOGRAPHISCHEN ENTWICKLUNG IM EUROPÄISCHEN NORDMEER SEIT DEM MIOZÄN

Die rezente Sedimentation im Bereich der drei Vöring Plateau Sites ist durch den warmen Norwegen Strom gekennzeichnet, welche bei hoher Karbonatschalenproduktion, für die karbonatische Sedimentation verantwortlich ist (KELLOGG 1975). Gut durchlüftete, oxische Verhältnisse, die durch das neu gebildete Tiefenwasser im Europäischen Nordmeer (KOLTERMANN 1987) gekennzeichnet sind, bewirken die Ablagerung von Karbonatreichen TOC-armen Sedimenten (HENRICH et al. in press). Dagegen wird die Norwegische See in Glazial- und Abschmelzphasen durch dichtes Packeis und Eisbergdrift gekennzeichnet, wobei es nach HENRICH (in press) durch reduzierte Tiefenwasserneubildung zu verminderten Sauerstoffgehalten in tieferen Wasserkörpern kam. Unter solchen ozeanographischen Bedingungen abgelagerte Sedimente sind vorwiegend durch terrigene, Eistransportierte Partikel gekennzeichnet, die nur untergeordnet von karbonatischen Sedimentkomponenten begleitet werden. Die nur geringen Gehalte an karbonatischen Sedimentkomponenten in der Grobfraktion (HENRICH et al in press), welche mit den geringen Karbonatgehalten im Sediment korrelieren, werden durch den stark fehlenden Einfluß des Norwegen Stromes in Zeiten von Glazial- und Abschmelzphasen gekennzeichnet. In den präglazialen Abschnitten charakterisieren die Opal-reichen Sedimente vorwiegend paläo-ozeanographische Rahmenbedingungen, die durch eine erhöhte Fertilität des Oberflächenwassers und eine verlangsamte Tiefenwasserumwälzung gekennzeichnet sind. Ein Nährstoffreiches, Sauerstoff-ärmeres Tiefenwasser führte zu einer besseren Erhaltung von marin gebildeter organischer Substanz, welches zu einer Erhöhung der TOC-Gehalte im Sediment beigetragen haben mag (HENRICH et al. in press).

Die Sedimente vom Vöring Plateau wurden nach der vertikalen Verteilung von Opal, Karbonat und nichtbiogenen Komponenten in drei Sektionen gegliedert (A, B und C, siehe Abb. 25). Entsprechend diesen Sektionen können in der paläo-ozeanographischen Entwicklung des Vöring Plateau-Gebietes 3 Großabschnitte unterschieden werden, welche in Abb. 57

anhand der Akkumulationsraten von biogenem Opal und Karbonat für die beiden Bohrungen 642 und 643 dargestellt sind.

9.6.1 Opal-reiche Sedimentation im Unter- und Mittel-Miozän

Der älteste Abschnitt C von Beginn des Unter-Miozäns bis zum Mittel-Miozän, bis ca. 13.6 Ma, ist durch die höchsten AR_{OPAL} gekennzeichnet, die bis $2000 \text{ g/cm}^2/\text{my}$, im Einzelfall sogar bis $2500 \text{ g/cm}^2/\text{my}$, betragen können (Abb. 57). Bisher wurden für diesen Zeitraum anhand der Leg 38 DSDP-Bohrungen AR_{OPAL} bis maximal $300 \text{ g/cm}^2/\text{my}$ im Europäischen Nordmeer errechnet (EHRMANN & THIEDE 1985). Daß die Opalakkumulation nach den hier vorgestellten Berechnungen allerdings um einen Faktor von ca. 7-10 höher liegt, muß zu einer Neuinterpretation der Ablagerungsbedingungen dieser kieseligen Sedimente führen.

Die Sedimente bestehen im wesentlichen aus Phytoplanktonskelletten von vorwiegend Diatomeen und zu geringeren Anteilen von Silicoflagellaten, Ebriaceen und Actiniscidien. Der hohe Anteil an sehr feinen Skelettelementen und Fragmenten in der Opalfraktion, deren Gefüge in nicht-aufbereiteten Sedimentproben unter dem REM untersucht wurde (Taf. 3/1; 3/2), deutet auf eine recht hohe Anlieferungsrate von biogenem Opal hin. Gerade die besonders feinästigen Skelettelemente und Opal-Fragmente werden sehr leicht in der Opalkorrosionszone in den obersten Sedimentzentimetern (siehe Kapitel 7.2), welche jedes Sediment bei der Ablagerung durchlaufen muß, aufgelöst. Nur bei einer entsprechend hohen Anlieferung von biogenem Opal (BROECKER & PENG 1982) bleiben auch leichtlösliche Opalpartikel im Sediment erhalten. Fast alle Opalpartikel in den Unter- und Mittel-Miozänen Diatomeen-Schlämmen zeigen eine raue Oberfläche, die durch Opalkorrosion an der Oberfläche der Skelettelemente entstanden ist. Diese leichte Opallösung kann allerdings zu jeder Zeit auch in den hochporösen Sedimenten stattgefunden haben.

Auffällig in den Opal-reichen Sedimenten ist die Fragmentierung vieler Opalpartikel. Eine Fragmentierung von Phytoplankton kann bereits in der euphotischen Zone durch Zooplanktonfraß entstehen, wobei die opalinen Skelett-Fragmente in Kotballen verpackt werden (z.B. GERSONDE & WEFER 1987; Kapitel 7.1.2.1) und als Fecal Pellets sedimentiert werden können. Eine Fragmentierung der Opal-Skelette könnte ebenfalls in der bioturbierten Zone und direkt auf dem Meeresboden durch die wühlende Aktivität der Benthosorganismen verursacht worden sein. Obwohl ein gewisser Teil der Fragmentierung auch im Sediment durch die Kompaktion der Diatomeen-Schlämme bei der Versenkung entstanden sein kann, scheint die in den Sedimenten allgegenwärtige Fragmentierung für eine biologische Zerkleinerung der Opalpartikel, vor oder kurz nach der Ablagerung, zu sprechen. Daß der Großteil der fragmentierten Opalskelette noch erhalten ist, spricht für die hohe Anlieferungsrate. Viele der mikroskopischen Beobachtungen lassen den Vergleich mit der Oberen Monterey Formation des Miozäns im Santa Barbara Becken (Nordamerika) zu, die nach ISAACS et al. (1983) aus schnell akkumulierten opalinen Phytoplanktonschlämmen besteht, welche unter hochproduktiven Bedingungen entstanden sind. Nach ISAACS (1985) liegen die AR_{Opal} durchschnittlich bei $1900 \text{ g/cm}^2/\text{my}$, welches den AR_{Opal} der Unter- und Mittel-Miozänen Sedimenten des Europäischen Nordmeeres entspricht.

Die opalinen Schlämme sind nach einem Vergleich mit den Leg 38 Bohrungen im Unter- und Mittel-Miozän in großen Gebieten des Europäischen Nordmeeres zu finden und sind nicht nur auf das Vöring Plateau beschränkt (TALWANI et al. 1976). Dies spricht für eine hohe Fertilität in größeren Bereichen des Europäischen Nordmeeres. Ein relativ hoher Meeresspiegelstand im Unter- und Mittel-Miozän bis ca. 14 Ma (HAQ et al. 1987) führte durch Überflutung großer Flachwassergebiete dazu, daß weniger Terrigenmaterial (vorwie-

Site 643

Site 642

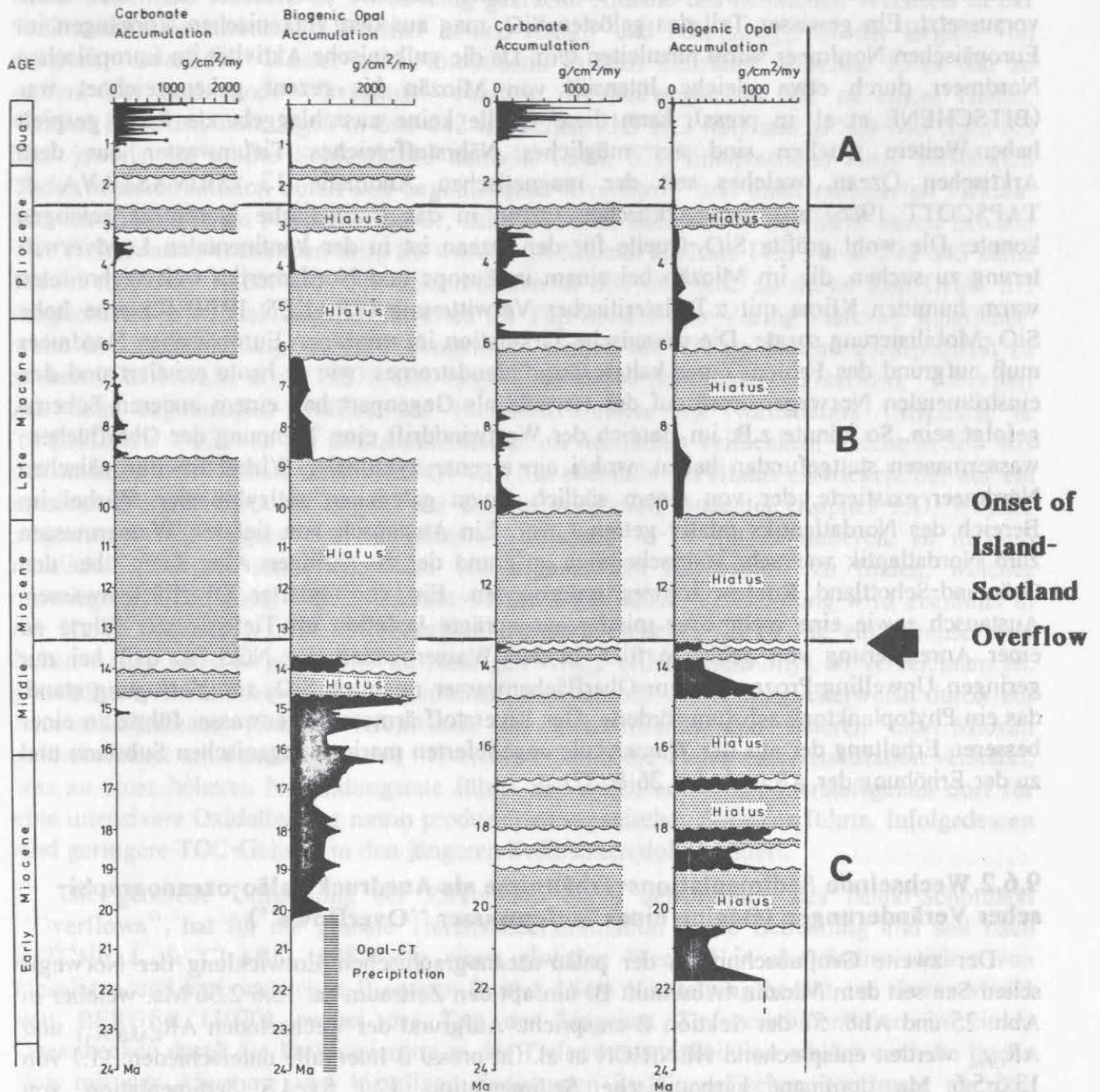


Abb. 57: Akkumulationsraten von Karbonat und biogenem Opal der Bohrungen 642 und 643 und Einteilung in paläo-ozeanographische Großabschnitte .

durch Überflutung großer Flachwassergebiete dazu, daß weniger Terrigenmaterial (vorwiegend Tonminerale) aus der kontinentalen Landverwitterung die Tiefseebecken erreichte und somit zu keiner Verdünnung der kieseligen Sedimente beitrug. Dabei lassen sich in den Bohrungen Unterschiede erkennen. So wurden in Site 643 generell höhere Opalgehalte gemessen. Da diese Bohrung eine Land-fernere Position hat als Bohrung 642 sollte sie durch Terrigenfracht weniger stark verdünnt sein. Vergleicht man allerdings die Akkumulationsraten des biogenen Opals als Einzelkomponente, so zeigt sich ein leicht erhöhter Eintrag von biogenem Opal in der Bohrung 643, was mit einer höheren Opalproduktion dort zu erklären

Opalfertilität, welche einen konstant hohen Anteil gelöster Kieselsäure im Meerwasser voraussetzt. Ein gewisser Teil des gelösten SiO_2 mag aus den vulkanischen Vorgängen im Europäischen Nordmeer selbst abzuleiten sein. Da die vulkanische Aktivität im Europäischen Nordmeer durch etwa gleiche Intensität von Miozän bis rezent gekennzeichnet war (BITSCHENE et al. in press), kann diese Quelle keine ausschlaggebende Rolle gespielt haben. Weitere Quellen sind ein mögliches Nährstoff-reiches Tiefenwasser aus dem Arktischen Ozean, welches seit der magnetischen Anomalie 13 (SRIVASTAVA & TAPSCOTT 1986) aus dem Arktischen Ozean in das Europäische Nordmeer gelangen konnte. Die wohl größte SiO_2 -Quelle für den Ozean ist in der kontinentalen Landverwitterung zu suchen, die im Miozän bei einem in Europa und Nordamerika weit verbreiteten warm humiden Klima mit z.T. lateritischer Verwitterung (FRAKES 1979) für eine hohe SiO_2 -Mobilisierung sorgte. Die ozeanische Zirkulation im miozänen Europäischen Nordmeer muß aufgrund des Fehlens eines kalten Ostgrönlandstromes, wie er heute existiert und den einströmenden Norwegenstrom auf der Ostseite als Gegenpart hat, einem anderen Schema gefolgt sein. So könnte z.B. im Bereich der Westwinddrift eine Trennung der Oberflächenwassermassen stattgefunden haben, wobei ein eigener zyklonaler Wirbel im Europäischen Nordmeer existierte, der von einem südlich davon gelegenen antizyklonalen Wirbel im Bereich des Nordatlantiks relativ getrennt war. Ein Austausch von tieferen Wassermassen zum Nordatlantik war sehr wahrscheinlich aufgrund der zu geringen Absenkung über den Grönland-Schottland Rücken hinweg unterbunden. Ein verminderter Oberflächenwasser-Austausch sowie eine mehr oder minder ausgeprägte Isolation im Tiefenwasser führte zu einer Anreicherung von gelöstem SiO_2 in den Wassermassen der NGS, so daß bei nur geringen Upwelling-Prozessen dem Oberflächenwasser reichlich SiO_2 zur Verfügung stand, das ein Phytoplanktonwachstum förderte. Das Sauerstoff-ärmere Tiefenwasser führte zu einer besseren Erhaltung der aus der Wassersäule angelieferten marinen organischen Substanz und zu der Erhöhung der AR_{TOC} (Abb. 36 & 37).

9.6.2 Wechselnde Sedimentationsverhältnisse als Ausdruck paläo-ozeanographischer Veränderungen (Beginn eines Tiefenwasser "Overflows")

Der zweite Großabschnitt in der paläo-ozeanographischen Entwicklung der Norwegischen See seit dem Miozän (Abschnitt B) umfaßt den Zeitraum ca. 13.6-2.56 Ma, welcher in Abb. 25 und Abb. 57 der Sektion B entspricht. Aufgrund der wechselnden $\text{AR}_{\text{KARBONAT}}$ und AR_{OPAL} werden entsprechend HENRICH et al. (in press) 3 Intervalle unterschieden: (1.) von 13.6-5.6 Ma dominant karbonatische Sedimentation, (2.) 5.6-4.8 Sedimentation von vorwiegend kieseligen Komponenten und (3.) 4.8-3.1 Ma karbonatische Sedimentation. Die AR_{OPAL} zeichnen sich durch generell niedrigere Werte als im Unter-Miozän aus, welche mit den $\text{AR}_{\text{KARBONAT}}$ fluktuieren. Eine große Schichtlücke ist in beiden Bohrungen ausgebildet (in Site 642 von 13.4-10.2 Ma und in Site 643 zwischen 13.7-8.8 Ma) und trennt die beiden Abschnitte C und B voneinander. Nach HENRICH et al. (in press) wird angenommen, daß entsprechend der heutigen Karbonatschalenproduktivität des Norwegenstromes die karbonatischen Intervalle den Einstrom des Norwegenstromes in die Norwegische See markieren, während bei Opal-reicher Sedimentation neben dem schwächeren Einstrom von Atlantischem Wasser an der Oberfläche auch die Tiefenwasserzirkulation reduziert war. Der Wechsel von Opal-reicher Sedimentation vor 13.6 Ma zur Ablagerung von karbonatischen und Opal-reichen Sedimenten wird sowohl mit einem beginnenden Einstrom von Nordatlantischem Oberflächenwasser als auch mit einem Tiefenwasserauström im Bereich des

Island-Schottland Rückens in Verbindung gebracht. Anhand des deutlichen Wechsels in der Sedimentzusammensetzung (Wechsel in den AR_{OPAL} und $AR_{KARBONAT}$) ist der Beginn von tieferem "Overflow"-Wasser zum Nordatlantik in dem Zeitraum zwischen 13-14 Ma zu stellen. Der beginnende "Overflow" führt in der Norwegischen See zu einem Hiatus, welcher in beiden Bohrungen in Site 642 (zwischen 13.5-10.2 Ma) und in Site 643 (13.8-8.8 Ma) jeweils die größte Schichtlücke darstellt (Abb. 57). Entsprechend einer verstärkten Tiefenwasserzirkulation durch den beginnenden "Overflow" und einer reduzierten Zirkulation im Europäischen Nordmeer davor, sollten Hiaten älter als 14 Ma nicht durch Erosion von Tiefenwasser entstanden sein. So wurden im Miozän älter als 14.5 Ma in Site 643 keine Hiaten registriert (Abb. 57). Die Schichtlücken in Site 642 sind zu dieser Zeit (Abb. 57) möglicherweise auf tektonische Ursachen im Top-Bereich des Vöring Plateaus, möglicherweise in Zusammenhang mit Bewegungen im Bereich des Vöring Plateau Escarpement, zu suchen (ELDHOLM et al. 1987). Der Beginn des Island-Schottland "Overflows" korreliert mit dem beginnenden Aufbau der Hauptdrift-Gebiete im Nordatlantik (MILLER & TUCHOLKE 1983) und der Driftsedimentation im westlichen Teilbecken, welche in Site 408 dokumentiert ist. Dort ist zwischen 14.4-11.5 Ma ebenfalls ein Hiatus entwickelt, der auf ein erosives Ereignis mit dem Beginn der Driftsedimentation hindeutet (Kapitel 9.4). Weitere Argumente, den Beginn des "Overflows" zwischen 13-14 Ma zu datieren, ist in dem deutlichen Wechsel im Vorkommen von organischem Kohlenstoff zu finden, welches vorwiegend in Bohrung 642 beobachtet werden kann. Diese Veränderung wird ebenfalls in der Kurve der AR_{TOC} (Abb. 36) deutlich, wo etwa zwischen 13-14 Ma ein Wechsel von hohen AR_{TOC} (40-140 g/cm²/my) zu niedrigen AR_{TOC} (10-20 g/cm²/my) zu verzeichnen ist. Die höhere Akkumulation von organischem Kohlenstoff wurde möglicherweise durch ein Sauerstoff-ärmeres, älteres Tiefenwasser im Unter-Miozän und unteren Ober-Miozän gefördert. Erst mit dem Beginn des "Overflows" wird die Tiefenwasserzirkulation verstärkt, was zu einer höheren Neubildungsrate führte und durch erhöhten Sauerstoffgehalt dort für eine intensivere Oxidation der marin produzierten organischen Substanz führte. Infolgedessen sind geringere TOC-Gehalte in den jüngeren Sedimenten dokumentiert.

Die generelle Umstellung der Zirkulation durch den Beginn des Island-Schottland "Overflows", hat für die globale Tiefenwasserzirkulation große Bedeutung und soll nach KITCHELL & CLARK (1982) für einen globalen Wechsel in der Sedimentation von kieseligen und karbonatischen Biogenen führen. Diese Vorstellung beruht auf einem Model von BERGER (1970), wobei der Typ der biogenen Tiefseesedimentation in einem Ozeanbecken durch die Fraktionierung in der Tiefenwasserzirkulation erklärt wird. So lassen sich mit der Abnahme von kieseligen Sedimenten im Europäischen Nordmeer ab dem Mittel-Miozän, und in vielen Teilen des Weltmeeres eine verstärkt Opal-reiche Sedimentation etwa ab dem mittleren Miozän und mit Beginn des Ober-Miozäns finden (Bering See: HEIN et al. 1978; in südlichen höheren Breiten: LEINEN 1979, BREWSTER 1980; Miozäns in den randlichen Bereichen des Pazifiks: ISAACS et al. 1983). Der Tiefenwasseraustausch zwischen dem Europäischen Nordmeer und dem Nordatlantik wurde in seiner ersten Phase (im Mittel-Miozän) vorwiegend durch die Absenkungsgeschichte des zunächst rasch absinkenden Grönland-Schottland Rückens bestimmt. Zu dieser Zeit dürften die Meeresspiegelschwankungen bei einem allgemeinen Hochstand (HAQ et al. 1987) wenig Einfluß auf den "Overflow" gehabt haben. In der jüngeren Zeit etwa ab dem Ober-Miozän müssen allerdings die starken Fluktuationen des Meeresspiegels, bei einem generell erheblich abgesunkenen Meeresspiegel (HAQ et al. 1987), einen größeren Einfluß auf den Tiefenwasserausstrom zum Nordatlantik gehabt haben als zuvor. Die wechselnden Verhältnisse von karbonatischer und kieseliger Sedimentation in der Norwegischen See in

dem Zeitraum von 10.5-2.56 Ma lassen sich durch Schwankungen im Oberflächeneinstrom von atlantischem Wasser erklären, welche ebenso mit einem Tiefenwasserauström gekoppelt sein sollten.

9.3.3 Opalsedimentation im Europäischen Nordmeer unter glazialen/interglazialen-Bedingungen

Der jüngste Abschnitt in der Sedimentationsgeschichte (Abschnitt A in Abb. 57) umfaßt die letzten 2.56 Ma, in dem nach HENRICH et al. (in press) vermehrt eistransportiertes, vorwiegend terrigenes Material in den Sedimenten des Europäischen Nordmeeres dokumentiert ist. In den beiden Bohrungen 643 und 642 geht diesem Abschnitt ein Hiatus von etwa 3.1-2.6 Ma voraus, der auf eine verstärkte Tiefenwasserzirkulation im präglazialen Europäischen Nordmeer deutet. Die Sedimente in Bohrung 644, die eine kontinuierliche Sedimentation während der letzten 2.8 Ma Jahre von der Basis der Bohrung an zeigen (Abb. 38), sind in dem Abschnitt zwischen 2.8-2.5 Ma durch eine hohe Opalakkumulation mit AR_{OPAL} bis über 1000 g/cm²/my gekennzeichnet. Diese AR_{OPAL} sind ähnlich hoch wie die untermiozänen AR_{OPAL} im Europäischen Nordmeer. Allerdings muß bei einem solchen Vergleich die frühdiagenetische Lösung berücksichtigt werden, die in den verschiedenen Sedimenttypen für eine unterschiedliche Lösungsintensität sorgte. Die LSR ist in den Opal-reichen Sedimenten der Bohrung 644 mit ca. 75 m/my etwa doppelt so hoch wie in den untermiozänen Sedimenten von Site 642 und 643 (ca. 35-45 m/my). Die höhere LSR in Bohrung 644 sorgte dafür, daß die Opalpartikel schneller die frühdiagenetische Opalkorrosionszone verlassen haben. So konnte BOHRMANN (1986) eine stärkere Opallösung an spezifischen Opalpartikeln aus einem Schwerelotkern des Skagerrak mit einer geringeren LSR sowie eine geringere Opallösung mit einer höheren LSR korrelieren. Dieser Erhaltungseffekt, welcher zur höheren AR_{OPAL} in Site 644 führte, wurde durch den Ton-reichen Charakter der Sedimente unterstützt, der nach SCHINK et al. (1975) für eine geringere Permeabilität in der ehemaligen Opalkorrosionszone sorgte, als es in den hochpermeablen, Opal-reichen Sedimenten des Unter-Miozäns der Fall war. Die geringere Permeabilität in der Opalkorrosionszone führte zu einem geringeren Porenwasseraustausch zum Bodenwasser, wodurch die Opallösung gleichfalls vermindert wurde. Durch diesen Erhaltungseffekt des biogenen Opals in Site 644 können die hohen AR_{OPAL} nicht mit den hohen AR_{OPAL} der kieseligen Sedimente des Unter-Miozäns im Hinblick auf die ehemalige Opalproduktion verglichen werden.

Im Gegensatz zu Site 644 lassen sich für die letzten 3 Ma in den beiden Bohrungen 642 und 643 bis auf wenige korrodierte Schwammnadeln keine Opalpartikel finden. Der ehemalige Opalflux dort muß deutlich geringer gewesen sein als in Bohrung 644. Die guten Erhaltungsbedingungen in Site 644 mögen diesen ursprünglichen Kontrast im Opalflux noch verstärkt haben. Unterschiedliche Fertilitätsverhältnisse zwischen den Sites sind vor allem auf den Einflußbereich des Norwegischen Küstenstromes (Abb. 11) zurückzuführen, dessen größeres Nährstoffangebot zu einer höheren Opalproduktivität in Site 644 führte, als in den Sites 643 und 642, die stärker von dem Norwegenstrom beeinflusst wurden.

In Bohrung 644 lassen sich deutliche Änderungen von hohen AR_{OPAL} (ca. 1000 g/cm²/my) in dem präglazialen Abschnitt zu niedrigen Mittelwerten von ca. 200 g/cm²/my ab

2.4 Ma (Abb. 38) feststellen, welche auf einen Wechsel in der Opalproduktivität zurückzuführen sind. Diese scheint mit der klimatischen Änderung im Zuge einer allgemeinen Abkühlung der nördlichen Hemisphäre gekoppelt zu sein (ELDHOLM et al. 1987). Die AR_{OPAL} fluktuieren in dem Zeitraum von 2.4 bis etwa 1.0 Ma, was möglicherweise auf Glazial/Interglazial-Schwankungen zurückzuführen ist. Da eine genaue Isotopenstratigraphie bisher noch nicht zur Verfügung steht und auch die Intervalle der Opalmeßpunkte zu weit auseinander liegen, sind Glazial/Interglazial-Schwankungen nicht belegbar. Die mikroskopischen Untersuchungen (Abb. 32) zeigen eine Dominanz von Schwammnadeln innerhalb der opalinen Grobfraction. Auch innerhalb der $< 63 \mu m$ Fraktion ist eine Fülle mikrosklerischer Schwammnadeln (LOCKER & MARTINI in press) zu finden. Da auch zahlreiche leichtlösliche Phytoplanktongruppen in dem Abschnitt älter als 1.0 Ma vertreten sind, wird eine Anreicherung durch Opallösung ausgeschlossen. So scheint ein lateraler Transport von suspendierten Schwammnadeln aus flacheren Gebieten vom Schelf oder Schelfrand hier eine wichtige Rolle zu spielen. Intervalle von vermehrt planktischen Opalskeletten in Bohrung 644 sind nur vereinzelt zu finden. Hierbei müssen die Proben aus Kern 21 in ca. 185 m Teufe (Abb. 32) erwähnt werden, die etwa einem Alter von 1.95 Ma entsprechen und durch ihre reichhaltige Radiolarienführung ausgezeichnet sind. Dieses Intervall wurde bereits von ELDHOLM et al. (1987) durch das gehäufte Vorkommen der Silicoflagellatengattung *Dictyocha* gekennzeichnet, die relativ warme Interglazial-Bedingungen anzeigen soll. Während solcher wärmerer Klimaperioden sollte es zu einem erhöhten Frischwasserzufluß vom Kontinent gekommen sein, der vorwiegend aufgrund eines höheren Nährstoffgehaltes im Einflußbereich des Norwegischen Küstenstromes für eine größere Opalproduktivität verantwortlich war.

10 Dank

Für die Anregung zu dieser Arbeit die Betreuung und Unterstützung danke ich Herrn Prof. Dr. J. Thiede.

Der ODP-Arbeitsgruppe "Nordatlantik" verdanke ich viele fruchtbare Diskussionsbeiträge und Anregungen zu dieser Arbeit. Hierfür und für die intensive Zusammenarbeit danke ich vor allem Herrn Dr. R. Henrich, Frau Dr. D. Spiegler, Herrn Dr. S. Locker Dipl. Geol. K.-H. Baumann, Dipl. Geol. P. Hempel und Dipl. Geol. T.C.W. Wolf.

Herrn Prof. Dr. P. Stoffers danke ich für die Diskussion zur Smektitbildung und Herrn Dr. R. Stein (Gießen) für die enge Zusammenarbeit während der Leg 105 Bohrkampagne. Herr Prof. Dr. G. Wefer und besonders Herr Dipl. Geol. G. Fischer haben freundlichst die Zusammenstellung der Fluxraten aus Sedimentfallen ermöglicht.

Bei der Reinschrift der Arbeit haben mich vor allem Frau A. Schröder durch umsichtige Zeichenarbeiten, Frau A. Brumm durch aufmerksames Korrekturlesen und Herr C. Wieger durch zahlreiche Computerarbeiten sehr unterstützt. Dafür gilt mein aufrichtiger Dank.

Für Arbeiten am Röntgendiffraktometer danke ich Herrn Dr. H. Lange, Herrn Dipl. Geol. W. Vorwerk und Frau P. Wallenburg. Die Unterweisung am Rasterelektronenmikroskop betreuten Herr Dr. C. Samtleben und Herr W. Reimann. Während meiner Arbeiten im Chemielabor wurde ich freundlichst von Frau I. Dold, Frau U. Drechsler, Herrn H. Laß und Herrn Dr. M. Hartmann unterstützt. Frau H. Schuldt, Frau B. Hecht und Herr S. Perbandt haben die Fotoarbeiten durchgeführt. Frau O. Runze hat freundlichst die Endfassung des Manuskriptes korrigiert. Allen gebührt mein Dank.

Besonderer Dank gilt meinen Eltern, die mich auch im Promotionsstudium sehr großzügig unterstützt haben.

Mein Dank gilt allen Freunden, Kommilitonen, Professoren und Angestellten des Geologisch-Paläontologischen Institutes in Kiel, die an dem Fortgang der Doktorarbeit rege Anteilnahme zeigten.

Die Deutsche Forschungsgemeinschaft hat die vorliegende Arbeit finanziell unterstützt.

11 LITERATUR:

- AAGAARD, K., SWIFT, J.H., & CORMACK, E.C. (1985): Thermohaline Circulation in the Arctic Mediterranean Seas. - *Journ. of Geophysical Research*, **90** (C3): 4833-4846.
- ALIETTE, A., BRIGATTI, M.F., & POPPI, L. (1977): Natural Ca-rich Clinoptilolites (Heulandites of group 3): New Data and Review. - *N. Jb. Miner., Mh*, **11**: 493-501.
- ANGEL, M.V. (1984): Detrital Organic Fluxes through Pelagic Ecosystems. - In: FASHAM, M.J.R., (ed.), *Flows of Energy and Materials in Marine Ecosystems*, Nato Conference Series IV, **13**: 475-516, Plenum Press.
- AVNIMELECH, T., TROEGER, B.W., & REED, L.W. (1982): Mutual Flocculation of Algae and Clay: Evidence and Implications. - *Science*, **216**: 63-65.
- BADAUT, D., & RISACHER, F. (1983): Authigenic Smectite on Diatom Frustules in Bolivian Saline Lakes. - *Geochem. et Cosmochem. Acta*, **47**: 363-375.
- BATHMANN, U. (1986): Zooplanktonpopulationen dreier nordatlantischer Schelfe: Auswirkungen abiotischer und biotischer Faktoren. - *Ber. Sonderforschungsbereich 313*, **3**: 1-93.
- BERGER, W.H. (1970): Biogenous Deep-Sea Sediments: Fractionation by Deep-Sea Circulation. - *Geol. Soc. Amer. Bull.*, **81**: 1385-1401.
- BERGER, W.H., & VON RAD, U. (1972): Cretaceous and Cenozoic sediments from the Atlantic Ocean. - In: HAYES, D.F., PIMM, A.C., et al., *Init. Repts. DSDP*, **14**: 787-954.
- BERGGREN, W.A., & HOLLISTER, C.D. (1974): Paleogeography, Paleobiography and the History of Circulation in the Atlantic Ocean. - In: HAY, H.W., (ed.), *Studies in Paleooceanography*, Soc. Econ. Paleontol. Mineral. Spec. Publ., **20**: 126-186.
- BERGGREN, W.A., KENT, D.V., FLYNN, J.J., & VAN COUVERING, J.A. (1985): Cenozoic Geochronology. - *Geol. Soc. Amer. Bull.*, **96**: 1407-1418.
- BERNER, R.A. (1981): A New Geochemical Classification of Sedimentary Environments. - *Journ. Sed. Petr.*, **44**: 260-261.
- BILLETT, D.S.M., LAMPITT, R.S., RICE, A.C., & MONTOURA, R.F.C. (1983): Seasonal Sedimentation of Phytoplankton to the Deep-Sea Benthos. - *Nature*, **302**: 520-522.
- BITSCHENE, P.R., VIERECK, L., & SCHMINCKE, H.-U. (in press): Cenozoic ash layers on the Vöring Plateau (Leg 104). - In: THIEDE, J., ELDHOLM, O., TAYLOR, E. et al., *Proc. Final Repts, ODP*, **104**.
- BISCHOFF, J.L., & SAYLES, F.L. (1972): Pore Fluid and Mineralogical Studies of Recent Marine Sediments: Bauer Depression Region of East Pacific Rise. - *Journ. Sed. Petr.*, **42** (3): 711-724.
- BISHOP, J.K.A. (1988): The barite-opal-organic carbon association in oceanic particulate matter. - *Nature*, **332**: 341-343.
- BLEIL, U. (in press): Magnetostratigraphy of Neogene and Quaternary Sediment Series from the Norwegian Sea, Results of ODP Leg 104. - In: THIEDE, J., ELDHOLM, O., TAYLOR, E. et al., *Proc. Final Repts., ODP*, **104**.
- BOERSMA, A., PREMOLI-SILVA, I., & SHACKLETON, N.J. (1987): Atlantic Eocene Planktonic Foraminiferal Paleohydrographic indicators and stable isotope Paleooceanography. - *Paleoceanography*, **2**: 287-331.
- BOHRMANN, G. (1986): Accumulation of Biogenic Silica and Opal Dissolution in Upper Quaternary Skagerrak Sediments. - *Geo-Marine Letters*, **6**: 165-172.
- BOHRMANN, G., & THIEDE, J. (in press): Diagenesis in Eocene Claystones, ODP-Site 647, Labrador Sea: Formation of Complex Authigenic Carbonates, Smectites and Apatite. - In: THIEDE, J., ELDHOLM, O., TAYLOR, E. et al., *Proc. Final Repts., ODP*, **105**.

- BOHRMANN, G., & STEIN, R. (in press): Biogenic Silica at ODP-Site 647: Occurrence, Diagenesis and Paleooceanographic Implications. - In: ARTHUR, M., SRIVASTAVA, S., CLEMENT, B. et al., Proc. Final Repts., ODP, **105**.
- BREWSTER, N.A. (1980): Cenozoic Biogenic Silica Sedimentation in the Antarctic Ocean, Based on Two Deep Sea Drilling Sites.- Geol. Soc. Am. Bull., **91**: 337-347.
- BROECKER, W.S., & PENG, T.H. (1982): Tracers in the Sea. - Eldigio Press, Palisades, NY: 690 S.
- BUKRY, D. (1978): Coccolith and Silicoflagellate Stratigraphy, Northern Mid- Atlantic Ridge and Reykjanes Ridge, DSDP **49**. - In: LUYENDYK, et al., Init. Repts. DSDP, Leg 49: 551-583.
- CALVERT, S.E. (1966): Accumulation of the Diatomaceous Silica in the Sediments of the Gulf of California. - Geol. Soc. Am. Bull., **77**: 569-596.
- CALVERT, S.E. (1968): Silica Balance in the Ocean and Diagenesis. - Nature, **219**: 919-920.
- CALVERT, S.E. (1974): Deposition and Diagenesis of Silica in Marine Sediments. - SEPM spec. Publ., **1**: 273-299.
- CALVERT, S.E. (1983): Sedimentary Geochemistry of Silicon. - In: ASTON, S.R., (ed.), Silicon Geochemistry and Biogeochemistry: 143-186, Academic Press.
- CHAMLEY, H. (1979): North Atlantic Clay Sedimentation and Paleoenvironment since the Late Jurassic. - In: TALWANI, M., HAY, H.W., RYAN, W.B.F., (eds.), Drilling Results in the Atlantic Ocean: Continental Margins and Paleoenvironment. Am. Geophys. Union, Maurice Ewing Ser., **3**: 342-361.
- CHESTER, R., ELDERFIELD, H., (1968): The Infrared Determination of Opal in Siliceous Deep-Sea Sediments. - Geochim. Cosmochim. Acta, **32**: 1128-1140.
- CHURCH, T.M., WOLGEMUTH, K., (1972): Marine Barite Saturation. - Earth Planet. Sci Letters, **15**: 35-44.
- CLARKE, R.A., & GASCARD, H. (1983): The Formation of Labrador Sea Water. Part I: Large-scale Processes. - Journ. of Phys. Oceanography, **13**: 1764-1778.
- CLEMENT, B.M., HALL, F., & JARRARD, R.D. (in press): The Magnetostratigraphy of ODP Leg 105 Sediments. - In: ARTHUR, M., SRIVASTAVA, S., CLEMENT, B. et al., Proc. Final Repts., ODP, **105**.
- COBLER, R., & DYMOND, J. (1980): Sediment Trap Experiment on the Galapagos Spreading Center, Equatorial Pacific. - Science, **209**: 801-802.
- COLE, T.G. (1982): Mineralogy and Geochemistry of Metalliferous Sediments from the Bauer Deep, Southeast Pacific and Atlantis II Deep, Red Sea.- Ph. D. Thesis, Univ. of London.
- COLE, T.G., & SHAW, H.F. (1983): The Nature and Origin of Authigenic Smectites in Some Recent Marine Sediments. - Clay Minerals, **18**: 239-252.
- COLE, T.G. (1985): Composition, Oxygen Isotope Geochemistry and Origin of Smectite in the Metalliferous Sediments of the Bauer Deep, Southeast Pacific. - Geochim. and Cosmochim. Acta, **49**: 221-235.
- CREMER, M., MAILLET, N., & LATOUCHE, G. (in press): Analysis of Sedimentary Facies and Clay Mineralogy of the Neogene- Quaternary Sediments in ODP Site 646, Labrador Sea. - In: ARTHUR, M., SRIVASTAVA, S., CLEMENT, B., et al., Proc. Final Repts. ODP, **105**.
- CRONAN, D.S. (1974): Authigenic Minerals in Deep-sea Sediments. - In: GOLDBERG, (ed.), The Sea, Vol. V, Marine Chemistry: 491-525, Wiley & Sons, N.Y..
- DARRAGH, P.J., GASKIN, A.J., & SANDERS, J.V. (1976): Opals. - Sci. Amer., **264**: 84-94.
- DEMASTER, D.J. (1981): The Supply and Accumulation of Silica in the Marine Environment. - Geochim. Cosmochim. Acta, **45** : 1715-1732.
- DICKSON, R., & KIDD, R. (1987): Deep Circulation in the Southern Rockall Trough - The Oceanographic Setting of Site 610. - In: RUDDIMAN, W.F., KIDD, R., THOMAS, E. et al., Init. Repts. DSDP, **94**: 1061-1079.

- DONNALLY, D.M. (in press): Calcareous Nannofossils of the Norwegian- Greenland Sea: ODP Leg 104.- In: THIEDE, J., ELDHOLM, O., TAYLOR, E. et al., Proc. Final Repts., ODP, **104**.
- DONNELLY, T.W., & MERILL, L. (1977): The Scavenging of Magnesium and other Chemical Species by Biogenic Opal in Deep Sea Sediments. - Chem. Geol., **19**: 167-186.
- DUMITRICA, P. (1973): Phytolitaria. - In: RYAN, W.B.F., HSÜ, K.J., et al., Init. Repts. DSDP, **13**: 940-943.
- DYMOND, J., & EKLUND, W. (1978): A Microprobe Study of Metalliferous Sediment Components. - Earth Planet. Sci. Lett. **40**: 243-251.
- EGGIMANN, D.W., MANNHEIM, F.T., & BETZER, P.R. (1980): Dissolution and Analysis of Amorphous Silica in Marine Sediments. - Journ. Sed. Petr., **50**: 215-225.
- EHRMANN, W., & THIEDE, J. (1985): History of Mesozoic and Cenozoic Fluxes to the North Atlantic Ocean. - Contributions to Sedimentology, **15**: 109 p.
- EHRMANN, W., & THIEDE, J. (1986): Correlation of Terrigenous and Biogenic Sediment Fluxes in the North Atlantic Ocean during the Past 150 MY. - Geol. Rdsch., **75**: 43-55.
- EHRMANN, W., & THIEDE, J. (1986): Sedimentzusammensetzung, Sedimentations- und Akkumulationsraten im Nordatlantik: Bohrergebnisse des DSDP (Datensammlung). - Ber. Geol.- Paläont. Inst. Univ. Kiel, **16**: 201 S.
- EISMA, D., & VAN DER GAAST, S.J. (1971): Determination of Opal in Marine Sediments by X-Ray Diffraction. - Neth. J. Sea Res., **5** (3): 382-389.
- ELDHOLM, O., & TALWANI, M. (1981): The Passive Margins of Northern Europe and East-Greenland. - Geodynamics Series by the American Geophysical Union, **6**: 30-44.
- ELDHOLM, O., THIEDE, J., TAYLOR, E. et al. (1986): Proc. Init. Repts. (Pt. A.), ODP, Leg **104**: 783 S.
- ELLIS, D.B., & MOORE, T.C. (1973): Calcium carbonate, opal and quartz in holocene pelagic sediments and the calcite compensation level in the South Atlantic Ocean. - Journ. Marine Research, **31**: 210-227.
- ELLIS, D.B. (1972): Holocene Sediments of the South Atlantic Ocean: The Calcite Compensation Depth and Concentrations of Calcite, Opal and Quartz. - Thesis submitted to Oregon State University.
- ERNST, W.G., & CALVERT, S.E. (1969): An Experimental Study of the Recrystallisation of Porcelanite and its Bearing on the Origin of Some Bedded Cherts. - Amer. J. of Science, Schairer Vol., **267** A: 114-133.
- FENNER, J. (1981): Diatoms in the Eocene and Oligocene Sediments off NW- Africa, their Stratigraphic and Paleogeographic Occurrences. - Unpubl. Thesis: 230 S., University of Kiel.
- FIRTH, J. (in press): Calcareous Nannoplankton Biostratigraphy and Paleoceanography of ODP- Sites 645, 646, and 647: Baffin Bay and Labrador Sea. - In: ARTHUR, M., SRIVASTAVA, S., CLEMENT, B. et al. Proc. Final Repts., ODP, **105**.
- FLÖRKE, O.W. (1955): Zur Frage des "Hoch"- Cristobalit in Opalen, Bentoniten und Glaesern. - N. Jb. Mineral., Mh., 1955: 217-223.
- FLÖRKE, O.W., HOLLMANN, R., VON RAD, & U., RÖSCH, H. (1976): Intergrowth and Twinning in Opal-CT Lepspheres. - Contrib. Mineral. Petrol., **58**: 235-242.
- FOERSTER, J.W., & THOMPSON, P.M. (1985): Plankton and Whaling Ground Dynamics in the Denmark Strait. - Bull. Marine Science, **37**: 504-517.
- FRAKES, L.A. (1979): Climates Throughout Geologic Time. - Amsterdam (Elsevier), I: 1385 p.
- FROGET, C., DESPRAIRIES, A., LATOUCHE, C., & MAILLET, N. (in press): Clay Studies of Cenozoic Deposits from the Norwegian Sea (Leg 104 ODP) Paleoenvironmental significance. - In: THIEDE, J., ELDHOLM, O., TAYLOR, E. et al., Proc. Final Repts., ODP, **104**.
- GERSONDE, R. (1980): Paläoökologische und biostratigraphische Auswertung von Diatomcenassoziationen aus dem Messinium des Caltanissetta- Beckens (Sizilien) und einiger Vergleichsprofile in SE-Spanien, NW-Algerien und auf Kreta. - Unpubl. Thesis, University of Kiel: 393 S.

- GERSONDE, R., & WEFER, G. (1987): Sedimentation of Biogenic Siliceous Particles in Antarctic Waters (Atlantic Sector). - *Marine Micropaleontology*, **11**: 311-332.
- GIESKES, J.M. (1981): Deep Sea Drilling Interstitial Water Studies: Implications for Chemical Alteration of the Ocean Crust, Layers I and II. - In: WARME, J.E., DOUGLAS, R.G., WINTERER, E.L., (eds.), *The Deep Sea Drilling Project: A Decade of Progress*, SEPM spec. publ., **32**: 149-167.
- GOLDBERG, E.D. (1958): Determination of Opal in Marine Sediments. - *Journ. Mar. Res.*, **17**: 178-182.
- GOLDHABER, M.B., & KAPLAN, I.R. (1980): Mechanisms of Sulfur Incorporation and Isotope Fractionation During Early Diagenesis in Sediments of the Gulf of California. - *Marine Chemistry*, **9**: 95-143.
- GOLL, B. (in press): Synthesis of biostratigraphic informations based on Leg 104 recovery from the Vöring Plateau. - In: THIEDE, J., ELDHOLM, O., TAYLOR, E. et al., *Proc. Final Repts., ODP*, **104**.
- GORDON, A. (1986): Is There a Global Scale Ocean Circulation? - *EOS*, March **4**: 110.
- GOTTARDI, G., & GALLI, E. (1985): *Natural Zeolites*. - 409 S., Springer Verlag.
- GROBE, H. (1986): Spätpleistozäne Sedimentationsprozesse am antarktischen Kontinentalhang vor Kapp Norwegia, östliche Weddell- See. - *Berichte zur Polarforschung*, **27**: 121 S.
- HAQ, B.U., HARDENBOL, J., & VAIL, P. (1987): Chronology of Fluctuating Sea Levels Since the Triassic. - *Science*, **235**: 1156-1167.
- HARDER, H. (1976): Nontronite Synthesis at Low Temperatures. - *Chemical Geology*, **18**: 169-180.
- HARDER, H. (1978): Synthesis of Iron-layer Silicate Minerals Under Natural Conditions. - *Clays Clay Mins.*, **26**: 65-72.
- HEATH, G.R. (1974): Dissolved Silica and Deep Sea Sediments. - *SEPM Spec. Publ.*, **20**: 77-93.
- HEATH, G.R., & DYMOND, J. (1977): Genesis and Transformation of Metalliferous Sediments from the East Pacific Rise, Bauer Deep, and Central Basin, Northwest Nazca plate. - *Geol. Soc. Am. Bull.*, **88**: 723-733.
- HEIN, J.R., SCHOLL, D.W., BARRON, J.A., JONES, M.G., & MILLER, J. (1978): Diagenesis of Late Cenozoic Diatomaceous Deposits and Formation of the Bottom Simulating Reflector in the Southern Bering Sea. - *Sedimentology*, **25**: 155-181.
- HEIN, J.R., YEH, H.-W., & ALEXANDER, E. (1979a): Origin of Iron-rich Montmorillonite from the Manganese Nodule Belt of the North Equatorial Pacific. - *Clays Clay Mins.*, **27** (3): 185-194.
- HEIN, J.R., O'NEIL, J.R., & JONES, M.G. (1979b): Origin of Authigenic Carbonates in Sediment from the Deep Bering Sea. - *Sedimentology*, **27**: 577-591.
- HEMPEL, P., & MAYER, L. (in press): The Influence of Biogenic Silica on Seismic Lithostratigraphy at ODP-Sites 642, 643. - In: THIEDE, J., ELDHOLM, O., TAYLOR, E. et al., *Proc. Final Repts., ODP*, **104**.
- HENDEY, N.I. (1971): Electron Microscope Studies and the Classification of Diatoms. - In: FUNNEL, RIEDEL, (eds.), *The Micropaleontology of Oceans*: 625-631.
- HENRICH, R. (in press): Diagenetic Environments of Authigenic Carbonates and Opal-CT Crystallization in the Lower Miocene to Oligocene Sediments of Site 643. - In: THIEDE, J., ELDHOLM, O., TAYLOR, E. et al., *Proc. Final Repts., ODP*, **104**.
- HENRICH, R., WOLF, T., BOHRMANN, G., & THIEDE, J. (in press): Cenozoic Paleoclimatic and Paleooceanographic Changes in the Northern Hemisphere Revealed by Variability of Coarse Fraction Composition in Sediments from Vöring Plateau - ODP Leg 104 Drill Sites. - In: THIEDE, J., ELDHOLM, O., TAYLOR, E. et al., *Proc. Final Repts., ODP*, **104**.
- HESSE, R. (1986): Early Diagenetic Pore Water/Sediment Interaction: Modern offshore Basins. - *Geoscience Canada*, **13** (3): 165-196.
- HOFFERT, M. (1980): Les "argiles rouges des grands fonds" dans le Pacifique centre est: Authigenèse, transport, diagenèse. - *Sciences Géologiques, Memoire*, **61**, Université Strasbourg, Institut de géologie.

- HONJO, S. (1982): Seasonality and Interaction of Biogenic and Lithogenic Particulate Flux at the Panama Basin. - *Science* **218**: 883-884.
- HORNER, R., & SCHRADER, G.S. (1982): Relative Contributions of Ice Algae, Phytoplankton, and Benthic Microalgae to Primary Production in Nearshore Regions of the Beaufort Sea. - *Arctic*, **35**: 485-503.
- HURD, D.C. (1973): Interactions of Biogenic Opal, Sediment and Seawater in the Central Equatorial Pacific. - *Geochim. Cosmochim.*, **37**: 2257-2282.
- HURD, D.C., & THEYER, F. (1975): Changes in the Physical and Chemical Properties of Biogenetic Silica from the Central Equatorial Pacific Part I: Solubility Specific Surface Area and Solution Rate Constants of Acid-Cleaned Samples. - *Advances in Chemistry*, **147**: 211-230.
- HURD, D.C., & THEYER, F. (1977): Changes in the Physical and Chemical Properties of Biogenic Silica from the Central Equatorial Pacific Part II: Refractive Index, Density, and Water Content of Acid-Cleaned Samples. - *Am. J. of Science*, **227**: 1168-1202; New Haven.
- HURD, D.C., WENKAM, C., PANKRATZ, H.S., & FUGAE, J. (1979): Variable Porosity in Siliceous Skeletons Determination and Importance. - *Science*, **203**: 1340-1342.
- HURD, D.C., PANKRATZ, H.S., ASPER, V., FUGATE, J., & MORROW, H. (1981): Changes in the Physical and Chemical Properties of Biogenic Silica from the Central Equatorial Pacific: Part III, Specific Pore Volume, Mean Pore Size, and Skeletal Ultrastructure of Acid-cleaned Samples. - *Am. J. of Science*, **281**: 833-895.
- HURD, D.C. (1983): Physical and Chemical Properties of Siliceous Sceletons. - In : ASTON, S.R., (ed.), *Silicon Geochemistry and Biogeochemistry*: 187-244.
- ISAAC, C. M. (1985): Abundance versus rates of accumulation in fine-grained strata of the miocene Santa Barbara Basin, California. - *Geo-Marine Letters*, **5**: 25-30.
- ISAACS, C.M., PISCIOTTI, K.A., & GARRISON, R.E. (1983): Facies and Diagenesis of the Miocene Monterey Formation, California: A Summary. - In: IJIMA, A., HEIN, J.R., SIEVER, R., (eds.), *Developments in Sedimentology*, **36**: Siliceous Deposits in the Pacific Region: 247-282.
- JANSA, L.F., ENOS, P., TUCHOLKE, B.E., & SHERIDAN, R.E. (1979): Mesozoic- Cenozoic Sedimentary Formations of the North American Basin; Western North Atlantic. - In: TALWANI, M., HAY, H.W., RYAN, W.B.F., (eds.): *Deep Drilling Results in the Atlantic Ocean: Continental Margins and Paleoenvironment*. - *Am. Geophys. Union, Maurice Ewing Ser.*, **3**: 58-86.
- JOHANNSON, O.M. (1986): Brief Overview of the physical oceanography. - In: HURDLE, B. G. (ed.), *the Nordic Seas*: 103-124.
- JOHNSON, T.C., & EISENREICH, S.J. (1979): Silica in Lake Superior: Mass Balance Considerations and a Model for Dynamic Response to Eutrophication. - *Geochim. Cosmochim. Acta*, **43**: 77-79.
- JONES, J.B., & SEGNET, E.R. (1971): The Nature of Opal.I. Nomenclature and Constituent Phases. - *J. Geol. Soc. Australia*, **18**: 56-68.
- KAGAMI, H. (1979): Transformation of Opaline Silica in Sediments from Bay of Biscaye and Rockall Bank. - *Init. Repts. DSDP*, **48**: 757-764; Washington.
- KAMATANI, A. (1971): Physical and Chemical Characteristics of Biogenous Silica. - *Marine Biology*, **8**: 84-95.
- KAMATANI, A. (1974): Studies on the Dissolution of Diatomaceous Silica as a Function of Heating. - *J. Oceanogr. Soc. Japan*, **30**: 157-162.
- KAMINSKI, M.A., GRADSTEIN, F.M., & BERGGREN, W.A. (in press): Paleogene benthic foraminiferal stratigraphy and paleoecology at Site 647, southern Labrador Sea. - In: ARTHUR, M., SRIVASTAVA, S., & CLEMENT, B. (in press), *Proc. Final Repts., ODP*, **105**.
- KASTNER, M., KEENE, J.B., & GIESKES, J.M. (1977): Diagenesis of Siliceous Oozes I: Chemical Controls on the Rate of Opal-A to Opal-CT Transformation - an Experimental Study. - *Geochim. Cosmochim. Acta*, **41**: 1041-1059.

- KASTNER, M., & STONECIPHER, S.A. (1978): Zeolites in Pelagic Sediments of the Atlantic, Pacific and Indian Oceans. - In: SAND, L.B., MUMPTON, F.A., (eds.), *Natural Zeolite: Occurrence, Properties, Use*: 199-218.
- KIDD, R.B., & HILL, P.R. (1987): Sedimentation on Feni and Gardor Sediment Drifts.- In: RUDDIMAN, W.F., KIDD, R.B., THOMAS, E., et al., *Init. Repts. DSDP*, **94**: 1217-1244.
- KITCHELL, J.A., & CLARK, D.L. (1982): Late Cretaceous-Paleogene paleogeography and paleocirculation: Evidence of North Polar Upwelling. - *Palaeogeogr., Palaeoclim., Palaeoecol.*, **40**: 135-165.
- KOLTERMANN, K.P. (1987): Die Tiefenwasserzirkulation der Grönland- See als Folge des thermohalinen Systems des Europäischen Nordmeeres. - Dissertation: 287 S., Univ. Hamburg.
- KOOPMANN, B. (1981): Sedimentation von Saharastaub im subtropischen Nordatlantik während der letzten 25000 Jahre. - *Meteor-Forsch. Ergebn. Reihe C*, **35**: 23-59.
- KORSTGARD, J.A., & NIELSEN, O.B. (in press): Provenance of Dropstones in Baffin Bay and Labrador Sea Leg 105.- In: ARTHUR, M., SRIVASTAVA, S., CLEMENT, B., et al., *Proc. Final Repts ODP*, **105**.
- LAMONT-DOHERTY BOREHOLE RESEARCH GROUP (1987): *Wireline Logging Manual V. 2.*; Lamont-Doherty Geological Observatory, Palisades, N.Y.
- LEDFORD-HOFMAN, P.A., DEMASTER, D.J., & NITTROUER, C.A. (1986): Biogenic-silica Accumulation in the Ross Sea and the Importance of Antarctic Continental-shelf Deposits in the Marine Silica Budget. - *Geochim. Cosmochim. Acta*, **50**: 2099-2110.
- LEINEN, M. (1976): Biogenic Silica Sedimentation in the Central Equatorial Pacific during the Cenozoic. - Unpublished thesis: 98 P., Oregon, State University.
- LEINEN, M. (1977): A Normative Calculation for Determining Opal in Deep Sea Sediments. - *Geochim. Cosmochim. Acta*, **40**: 671-676.
- LEINEN, M. (1979): Biogenic Silica Accumulation in the Central Equatorial Pacific and its Implication for Cenozoic Paleoceanography. - *Geol. Soc. Amer. Bull.*, (1), **90**: 801-803.
- LEINEN, M. (1985): Techniques for Determining Opal in Deep-sea Sediments: A Comparison of Radiolarian Counts and X-ray Diffraction Data. - *Marine Micropaleontology*, **9**: 375-383.
- LEINEN, M., HEATH, G.R., BISCAYE, P.E., KOLLA, V., & THIEDE, J. (1986): Distribution of Biogenic Silica and Quartz in Recent Deep-sea Sediments. - *Geology*, **14**: 199-203.
- LISITZYN, A.P. (1972): Sedimentation in the World Oceans. - *SEPM Spec. Publ.*, **17**: 1-218; Tulsa.
- LISITZYN, A.P. (1985): The Silica Cycle during the Last Ice Age. - *Palaeogeogr. Palaeoclim. Palaeoecol.*, **50**: 241-270.
- LOCKER, S., & MARTINI, E. (in press): Cenozoic Silicoflagellates, Ebridians, and Actiniscidians from the Vöring Plateau ODP Leg 104. - In: THIEDE, J., ELDHOLM, O., TAYLOR, E. et al., *Proc., Final Rpts., ODP*, **104**.
- LUYENDYK, B.P., CANN, J.R. et al. (1978): *Init. Repts. DSDP*, **49**: 10205.
- MANN, U. (1979): Mineralogisch-sedimentologische Untersuchungen von Tiefseeablagerungen am ostasiatischen Kontinentalrand unter besonderer Berücksichtigung frühdiagenetischer Veränderungen am biogenen Opal. - Unpubl. Dissertation: 146 S., Heidelberg.
- MANN, U., & MÜLLER, G. (1985): Early Diagenesis of Biogenic Siliceous Constituents in Silty Clays and Claystones, Japan Trench. - *Neues Jahrbuch Miner., Abh.*, **153** (1): 33-57.
- MANUM, S.B., BOULTER, M.C., GUNNARSDOTTIR, H., RAUGNES, K., & SCHOLZE, A. (in press.): Eocene to Miocene Palynology of the Norwegian Sea (ODP Leg 104). - In: THIEDE, J., ELDHOLM, O., TAYLOR, E. et al., *Proc. Final Repts., ODP*, **104**.
- MASON, B., SAND, C.B., & SAND (1960): Clinoptilolite from Patagonia: the Relationship between Clinoptilolite and Heulandite. - *Amer. Miner.*, **45**: 341-350.

- MARTINI, E. (1978): Calcareous Nannoplankton and Silicoflagellate Biostratigraphy at Reykjanes Ridge, Northeastern North Atlantic (DSDP Leg 49, Sites 407-409). - In: LUYENDYK, et al., Init. Repts. DSDP, Leg 49: 533-550.
- MATTSON, P.H., & PESSAGNO, E.A. (1971): Caribbean Eocene Volcanism and the Extent of Horizon A. - *Science*, **174**: 138-139.
- MATTSON, P.H. (1984): Caribbean Structural Breaks and Plate Movements in the Caribbean-South American Plate Boundary and Regional Tectonics. - In: BONINI, W.E., HARGRAVE, R.B., SHAGAM R., *Geol. Soc. Am. Memoir*, **162**: 131-152.
- McCAVE, I.N., LONSDALE, P.F., HOLLISTER, C.D., & GARDNER, W.D. (1980): Sediment Transport over the Hatton and Gardar Contourite Drifts. - *Journ. Sed. Petr.*, **50**: 1049-1062.
- McCAVE, I.N., & TUCHOLKE, B.E. (1986): Deep Current-controlled Sedimentation in the Western North Atlantic. - *The Geology of North America, Vol. M, The Western North Atlantic Region*, *Geol. Soc. Amer.*: 451-468.
- MEINCKE, J. (1983): The Modern Current Regime across the Greenland-Scotland Ridge. - In: BOTT, H.P., SAXOV, S., TALWANI, M., THIEDE, J., (eds.), *Structure and Development of the Greenland-Scotland Ridge*, *Nato Conference Series*, Plenum Press: 637-650.
- MIKKELSEN, N. (1978): Preservation of Diatoms in Glacial to Holocene Deep-sea Sediments of the Equatorial Pacific. - *Geology*, **6**: 553-555.
- MIKKELSEN, N. (1980): Experimental Dissolution of Pliocene Diatoms. - *Nova Hedwigia*, **33**: 893-911.
- MIKKELSEN, N. (1984): Diatoms in the Zaire Deep-sea Fan and Pleistocene Paleoclimatic Trends in the Angola Basin and West Equatorial Africa. - *Neth. J. Sea Res.*, **17**: 280-292.
- MILLER, K.G., FAIRBANKS, R.G., & MOUNTAIN, G.S. (1987): Tertiary Oxygen Isotope Synthesis, Sealevel History and Continental Margin Erosion. - *Paleoceanography*, **2** (1): 1-19.
- MISKELL, K.J., BRASS, G.W., & HARRISON, C.G.A. (1985): Global Patterns in Opal Deposition from Late Cretaceous to Late Miocene. - *AAPG Bull.*, **69**: 996-1012.
- MOLINA-CRUZ, A., & PRICE, P. (1976): Distribution of Opal and Quartz on the Ocean Floor of the Subtropical Southeastern Pacific. - *Geology*, **5**: 81-84.
- MORTON, A.C., MERRIMAN, R.J., & MITCHELL, J.G. (1981): Genesis and Significance of Glauconitic Sediments of the Southwest Rockall Plateau. - In: ROBERTS, D.G., SCHNITKER, D., et al., *Init. Repts. DSDP*, **81**: 645-652.
- MURATA, K.J., & NAGATA, J.K. (1974): Cristobalitic stage in the diagenesis of diatomaceous shale. - *Science*, **184**: 567-568.
- MUMPTON, F.A. (1960): Clinoptilolite redefined. - *Amer. Miner.*, **45**: 351-369.
- NATHAN, Y., & FLEXER, A. (1977): Clinoptilolite, Paragenesis and Stratigraphy. - *Sedimentology*, **24**: 845-855.
- NIELSEN, O.B., CREMER, M., STEIN, R., THIEBAULT, F., & ZIMMERMAN, H. (in press): Analysis of Sedimentary Facies Clay Mineralogy and Geochemistry of the Paleogen of Site 647, Labrador Sea. - In: ARTHUR, M., SRIVASTAVA, S., CLEMENT, B. et al., *Proc. Final Repts., ODP*, **105**.
- NORIKI, S., & TSUNOGAI, S. (1986): Particulate Fluxes and Major Components of Settling Particles from Sediment Trap Experiments in the Pacific Ocean. - *Deep Sea Research*, **33** (7): 903-912.
- ODIN, G.S., & MATTER, A. (1981): De glauconiorum origin. - *Sedimentology*, **28**: 611-641.
- OSTERMANN, L.E. (in press): Late Cenozoic benthic foraminifers from Site 643, Norwegian Sea. - In: THIEDE, J., ELDHOLM, O., TAYLOR, E., et al., *Proc. Final Repts, ODP*, **104**.
- PEINERT, R. (1986): Saisonale und regionale Aspekte der Produktion und Sedimentation von Partikeln im Meer. - *Ber. Sonderforschungsbereich 313, Uni Kiel*, **2**: 108 S., 63 Abb., Kiel.

- PISCIOTTI, K.A. (1981): Distribution, Thermal history, Isotopic Compositions, and Reflection. Characteristics of Siliceous Rocks Recovered by DSDP. - *SEPM Spec. Publ.*, **32**: 129-147.
- PLEWINSKY, B., & KAMPS, R. (1984): Sodium Metatung State, a New Medium for Binary and Ternary Density Gradient Centrifugation. - *Makromol. Chem.*, **185**: 1429-1439.
- POKRAS, E.M. (1986): Preservation of Fossil Diatoms in Atlantic Sediment Cores: Control by Supply Rate. - *Deep-Sea Research*, **33**: 893-902.
- POORE, R.Z. (1979): Oligocene through Quarternary Planktonic Foraminiferal Biostratigraphy of the North Atlantic: DSDP Leg 49. - In: LUYENDIK, B.P., CANN, J.R., et al., *Init. Repts. DSDP*, **49**: 447-518.
- RAMSAY, A.T.S. (1973): A History of Organic Siliceous Sediments in Oceans. - In: HUGHES, N.F., spec. paps. in *Paleontology*, **12**: 199-234.
- REY, F., & LOENG, A. (1984): The Influence of Ice and Hydrographic Conditions on the Development of Phytoplankton in the Barents Sea. - *Proc. 18th Eur. Symp. Mar. Biol. Oslo*.
- RIECH, V., & VON RAD, U. (1979): Silica Diagenesis in the Atlantic Ocean: Diagenetic Potential and Transformations. - In: TALWANI, M., et al., *M. Ewing Series*, **3**: 315-340; Washington.
- SAKSHAUG, E., & HOLM-HANSEN, O. (1984): Factors Governing Pelagic Production in Polar Oceans. - In: HOLM-HANSEN, O., BOLIS, L., GILLES, R., (eds.): *Marine Phytoplankton and Productivity. Lecture Notes on Coastal and Estuarine Studies*, **8**: 1-17, Springer.
- SAYLES, F.L. (1981): The Composition and Diagenesis at the Water-sediment Interface in the High Latitude North and South Atlantic. - *Geochim. Cosmochim. Acta*, **45**: 1061-1086.
- SCHAEFFER, R., & SPIEGLER, D. (1986): Neogene Kältceinbrüche und Vereisungsphasen im Nordatlantik. - *Z.d.G.G.*, **137**: 537-552.
- SCHANDELMEIER, L., & ALEXANDER, V. (1981): An Analysis of the Influence of Ice on Spring Phytoplankton Population Structure in the South-East Bering Sea. - *Limnol. Oceanogr.*, **26**: 935-943.
- SCHINK, D.R., GUINASSO, N.L., & FANNING, K.A. (1975): Processes Affecting the Concentration of Silica at the Sediment-water Interface of the Atlantic Ocean. - *Journ. Geophys. Research*, **80**: 3113-1031.
- SCHINK, D.R., & GUINASSO, N.L. (1977): Effects of Bioturbation on Seawater Interaction. - *Marine Geology*, **23**: 133-154, Amsterdam.
- SCHNITKER, P. (1980): Global Paleooceanography and its Deep Water Linkage to the Antarctic Glaciation. - *Earth Sci. Rev.*, **16**: 1-20.
- SCHRADER, H.-J. (1972): Kieselsäure-Skelette in Sedimenten des iber-marokkanischen Kontinentalrandes und angrenzender Tiefsee-Ebenen. - *Meteor-Forsch.-Ergebnisse (C)*, **8**: 10-36.
- SCHRADER, H.-J., & SCHUETTE, G. (1981): Marine Diatoms. - In: EMILIANI, C., (ed.), *The Sea*, **7**, The Oceanic Lithosphere: 1179-1232.
- SHACKLETON, N.J., & BOERSMA, A. (1981): The Climate of the Eocene Ocean. - *J. Geol. Soc. London*, **138**: 153-157.
- SHOR, A.W., & POORE, R.Z. (1979): Bottom Currents and Ice Rafting in the North Atlantic. - In: LUYENDYK, B.P., CANN, J.R., et al., *Init. Repts. DSDP*, **49**: 859-872.
- SHOR, A.N., LONSDALE, P., HOLLISTER, C.D. & SPENCER, D. (1980): Charlie-Gibbs Fracture Zone: Bottom-water Transport and its Geologic Effects. - *Deep-Sea Res.*, **27A**: 325-345.
- SMALLEY, P.C., QVALE, G., & QVALE, H. (in press): Some Ages from Leg 104 Site 642 Obtained by Rb-Sr Glauconite Dating and Sr Isotope Stratigraphy. - In: THIEDE, J., ELDHOLM, D., TAYLOR, E. et al., *Proc. Final Repts. ODP* **104**.
- SMAYDA, T.J. (1980): Phytoplankton Species Succession. - In: MORRIS, I., (ed.): *The physiological ecology of phytoplankton*: 493-570.
- SMETACEK, V.S. (1985): Role of Sinking in Diatom Life-history Cycles: Ecological, Evolutionary and Geological Significance. - *Mar. Biol.*, **84**: 239-251.

- SPENCER, C.P. (1983): Marine Biogeochemistry of Silicon. - In: ASTON, S.R., (ed.), Silicon Geochemistry and Biogeochemistry: 101-141, Academic Press.
- SPIEGLER, D., & JANSEN, E. (in press): Planktonic Foraminiferal Biostratigraphy: ODP Leg 104. - In: THIEDE, J., ELDHOLM, O., TAYLOR, E. et al., Proc. Final Repts., ODP **104**.
- SRIVASTAVA, S., & TAPSCOTT, C.R. (1986): Plate kinematics of the North Atlantic. - In: VOGT, P.R. & TUCHOLKE, B. E. (eds.), The Geology of North America, the western North Atlantic Region: 379-404.
- SRIVASTAVA, S., ARTHUR, M., CLEMENT, B. et al. (1987): Proc. Init. Repts. ODP, **105**: 917.
- STABELL, B. (1986): A Diatom Maximum Horizon in Upper Quaternary Deposits. - Geol. Rdsch., **75** (1): 175-184.
- STEIN, C.L. & KIRKPATRICK, R.J. (1976): Experimental Porcelanite Recrystallisation Kinetics: a Nucleation and Growth Model. - Journ. Sed. Petr., **46**: 430-435.
- STEIN, C.L. (1977): Dissolution of Diatoms and Diagenesis in Siliceous Sediments. - Ph. D. Thesis: 150 pp., Harvard University, Cambridge (Mass.).
- STEIN, R., BOHRMANN, G., ERZINGER, FAUGERES, & WOSNITZA (in prep.): Biogenic Opal, Opal- CT, and Zeolites at ODP- Sites 660 and 661: Aspects of Diagenesis and Productivity in the Eastern Equatorial Atlantic during late Cretaceous to Tertiary Times. - In: RUDDIMAN, B., SARNTHEIN, M., BALDAUF, J., et al., Proc. Final Repts., ODP, **108**.
- STEINMETZ, M. (1978): Calcareous Nannofossils from the North Atlantic Ocean, Leg 49, DSDP. - In: LUYENDYK, et al., Init. Repts. DSDP, **49**: 519-531.
- STOW, D.A.V., & HOLBROOK, J.A. (1983): Hatton Drift Contourites, Northeast Atlantic, DSDP Leg 81. - In: ROBERTS, D.G., SCHNITKER, D., et al., Init. Repts., DSDP, **81**: 695-699; Washington.
- STOW, D.A.V., & HOLBROOK, J.A. (1984): North Atlantic Contourites: an Overview. - In: PIPER, STOW, (eds.), Fine grained Sediments: Deep Water Processes and Fabric: 245-255.
- SUESS, E. (1976): Porenlösungen mariner Sedimente- Ihre chemische Zusammensetzung als Ausdruck frühdiagenetischer Vorgänge. - Habilitationsschrift, Kiel 1976.
- SWIFT, J.H. (1980): Seasonal Processes in the Iceland Sea, With Especial Reference to their Relationship to the Denmark Strait Overflow. - Unpublished thesis, Univ. of Washington.
- SWIFT, J.H. (1984): The Circulation of the Denmark Strait and Iceland- Scotland Overflow Waters in the North Atlantic. - Deep-Sea Research, **31** (11): 1339-1355.
- SWIFT, J.H. (1986): The Arctic Waters. - In: HURDLE, B.A., (ed.), The Nordic Seas : 129-154.
- TAKAHASHI, K. (1986): Seasonal Fluxes of Pelagic Diatoms in the Subarctic Pacific, 1982-1983. - Deep- Sea Research, **33**: 1225-1251.
- TALWANI, M., UDINTSEV, G. et al. (1976): - Initial Repts., DSDP, **38**: 1256 S.
- TCHERNIA, P. (1980): Descriptive Regional Oceanography. Pergamon Press.
- THEIN, J. & VON RAD, U. (1987): Silica Diagenesis in Continental Rise and Slope Sediments off Eastern North America (Sites 603 and 605, Leg 93; Sites 612 and 614, Leg 95). - In: POAG, C.W., WATTS, A.B., et al., Init. Repts. DSDP, **95**: 501-525.
- THUROW, J. (in press): Diagenetic History of Cretaceous Radiolarians, North Atlantic Ocean (ODP Leg 103, DSDP Sites 398D, 603B). - In: Proc. Final Repts., Leg **103**.
- TRÖGER, W.E. (1971): Optische Bestimmung der gesteinsbildenden Minerale, **1**, Bestimmungstabellen: 188 S.
- TUCHOLKE, B.E., & MOUNTAIN, G.S. (1979): Seismic Stratigraphy, Lithostratigraphy and Paleosedimentation Patterns in the North Atlantic Basin. - In: TALWANI, M., HAY, H.W., RYAN, W.B.F., (eds.), Deep Drilling Results in the Atlantic Ocean: Continental Margin and Paleoenvironment, Am. Geophys. Union, M. Ewing Ser., **3**: 58-86.

- TUCHOLKE, B.E., & MOUNTAIN, G.S. (1986): Tertiary Paleooceanography of the Western North Atlantic Ocean. - In: VOGT, P.R., TUCHOLKE, B.E., (eds): The Geology of North America, Vol. M, The Western Atlantic Region, Geol. Soc. Am.: 631-650.
- TWISS, P.G., SUESS, E., & SMITH, R.M. (1969): Morphological Classification of Gross Phyloliths. - Soil Sci. Soc. Amer. Proc., **33**: 109-115.
- VALETON, I. (1983): Klimaperioden lateritischer Verwitterung und ihr Abbild in den synchronen Sedimentationsräumen. - Z. dt. geol. Ges., **134**: 413-452.
- VAN ANDEL, T.H., HEATH, G.R., & MOORE, T.C. (1975): Cenozoic History and Paleooceanography of the Central Equatorial Pacific. - Mem. Geol. Soc. Amer., **143**: 134, New York.
- VAN ANDEL, T.H., THIEDE, J., SCLATER, J.G., & HAY, W.W. (1977): Depositional History of the Last 125 mio Years. - J. Geol., **85** (6): 651-698.
- VAN BENNEKOM, A.J., JANSEN, J.H.F., VAN DER GAAST, S.J., & VAN IPREM, J.M. (in press): Aluminium-rich Opal: An Intermediate in the Preservation of Biogenic Silica in the Zaire (Congo) Deep-Sea Fan. - Geochim. Cosmochim. Acta.
- VAN BENNEKOM, A.J., & VAN DER GAAST, S.J. (1976): Possible Clay Structures in Frustules of Living Diatoms. - Geochim. Cosmochim. Acta, **40**: 1149-1152.
- VAN DER GAAST, S.J., & JANSEN, J.H.T. (1984): Mineralogy, Opal, and Manganese of Middle and Late Quaternary Sediments of the Zaire (Congo) Deep-Sea Fan: Origin and Climatic Variation. - Neth. J. Sea Res., **17**: 313-341.
- WILLIAMS, L.A., PARKS, G.A., & CRERAR, D.A. (1985): Silica Diagenesis, I. Solubility Controls. - Journ. Sed. Petr., **55**: 301-311.
- WILLIAMS, L.A., & CRERAR, D.A. (1985): Silica Diagenesis, II. General Mechanisms. - Journ. Sed. Petr., **55** (3): 312-321.
- WILSON, D.L., SMITH, W.O., & NELSON, D.M. (1986): Phytoplankton Bloom Dynamics of the Western Ross Sea Ice Edge - I Primary Productivity and Species - Specific Production. - Deep-Sea Research, **33**: 1375-1387.
- WISE, S.W., & KELTS, K.R. (1972): Inferred Diagenetic History of a Weekly Silicified Deep Sea Chalk. - Trans. Gulf Coast Assoc. Geol. Soc., **22**: 177-203.
- WISE, J.W.Jr., & WEAVER, F.M. (1974): Chertification of Oceanic Sediments. - In: HSÜ, K.J., JENKYN, H.C., (eds.), Pelagic sediments: on Land and under the Sea, Spec. Publ. int. Assoc. Sediment, **1**: 301-329, Oxford.
- WOLLAST, R. (1974): The Silica Problem. - In: GOLDBERG, E.D., (ed.), Marine Chemistry: 359-392.
- WOLLAST, R., & MACKENZIE, F.T. (1983): The Global Cycle of Silica. - In: ASTON, S.R., (ed.), Silicon Geochemistry and Biogeochemistry: 39-75.
- ZACHOS, J. et al. (in press): Stable isotope stratigraphy and Eocene-Oligocene paleotemperatures at Site 647, Labrador Sea. - In: ARTHUR, M., SRIVASTAVA, S., CLEMENT, B. et al., Proc. Final Repts, ODP, **105**.
- ZEITZSCHEL, B. (1978): Oceanographic Factors Influencing the Distribution of Plankton in Space and Time. - Micropaleontology, **24**: 139-159.



Anhang:

A.1: BENUTZTE ABKÜRZUNGEN

Oberflächenströmungen:

- CC = Canary Current
- EIC = East Iceland Current
- EGC = East Greenland Current
- IC = Irminger Current
- JMC = Jan Mayen Current
- LC = Labrador Current
- NAC = North Atlantic Current
- NCC = Norwegian Coastal Current
- NC = Norwegian Current
- WGC = West Greenland Current

Wassermassen:

- AABW = Antarctic Bottom Water
- AODW = Arctic Ocean Deep Water
- ASW = Arctic Surface Water
- AIW = Arctic Intermediate Water
- AW = Atlantic Water; Atlantisches Wasser
- DSOW = Denmark Strait overflow Water
- ISOW = Iceland-Scotland overflow Water
- GSDW = Greenland Sea Deep Water
- LSW = Labrador Sea Water
- NADW = North Atlantic Deep Water
- NEADW = NE Atlantic Deep Water
- NWABW = NW Atlantic Bottom Water
- NSDW = Norwegian Sea Deep Water

Geographische Begriffe:

- BD = Björn Drift
- CGFZ = Charlie-Gibbs Fracture Zone
- ED = Eiric Drift
- GD = Gardar Drift
- GRD = Gloria Drift
- GS = Greenland Sea
- GSR = Greenland-Scotland Ridge
- HD = Hatton Drift
- NS = Norwegian Sea
- ID = Isengard Drift
- SD = Snori Drift

A.2.1: ABBILDUNGSVERZEICHNIS:

- Abb. 1:** Übersichtskarte des nördlichen Nordatlantiks und des Europäischen Nordmeeres mit Lage der untersuchten DSDP/ODP- Bohrungen .
- Abb. 2:** W/E-Profil über den Reykjanes Rücken mit seismisch ermittelter Sedimentmächtigkeit über dem Basement (aus LUYENDYK et al. 1978).
- Abb. 3:** Bathymetrische Karte des nördlichen Reykjanes Rückens mit Fahrtroute der Glomar Challenger und Bohrpositionen von Leg 49 auf der West-Flanke des Mittelozanischen Rückens (LUYENDYK et al. 1978).
- Abb. 4:** Lithostratigraphische Gesamtdarstellung von DSDP-Bohrung 408 (aus LUYENDYK et al. 1978).
- Abb. 5:** Bathymetrische Karte des Norwegischen Kontinentalrand- Bereiches zwischen 62-70°N (Tiefenlinien in 100 Fm) und Lage der DSDP- (338-343) und ODP- (642-644) Bohrungen (aus ELDHOLM et al. 1987).
- Abb. 6:** Schematisierter geologischer Aufbau des Vöring Plateaus in einem NW/SE-Profil, dargestellt mit Lage und Eindringtiefe der 3 ODP-Bohrungen, und generalisierte Bohrprofile von ODP-Leg 104 mit lithologischer und stratigraphischer Zuordnung (aus ELDHOLM et al. 1987).
- Abb. 7:** Bathymetrische Karte des östlichen Teils der Labrador See mit Position von ODP-Site 646 auf der NW-Flanke des Eirik Rückens (aus SRIVASTAVA et al. 1987).
- Abb. 8:** Reflektionsseismisches N/S-Profil (Hudson 84-30, Line 14) und Korrelation der seismischen Reflektoren mit den lithologischen Einheiten und Alterseinstufungen von ODP-Bohrung 646 (aus SRIVASTAVA et al. 1987).
- Abb. 9:** Karte der magnetischen Anomalien und Bathymetrie in der südlichen Labrador See und Lage von ODP-Bohrung 647 einschließlich der seismischen Profile (aus SRIVASTAVA et al. 1987).
- Abb. 10:** Reflektionsseismisches Profil (Hudson 84-30, Line 4/ siehe Abb.9) und Korrelation der seismischen Reflektoren mit den lithologischen Veränderungen in ODP-Bohrung 647 (aus SRIVASTAVA et al. 1987).
- Abb. 11:** Schematisierte Oberflächenzirkulation im heutigen Nordatlantik und Europäischen Nordmeer.
- Abb. 12:** Generelle Zirkulation im Tiefenwasser des Nördlichen Nordatlantiks und wichtige Sedimentdrift-Gebiete (Punktraster) nach Angaben von STOW & HOLBROCK (1983), KIDD & HILL (1987), STOW et al. (1986). Tiefenwasserzirkulation im Grönland Becken nach KOLTERMANN (1987).
- Abb. 13:** T/S-Diagramm der tiefen Wassermassen im Nordatlantik nach SWIFT (1984). Die regionalen Wassermassen sind durch gestrichelte Bereiche gekennzeichnet.
- Abb. 14:** Röntgendiffraktogramme von a) Opal-A eines rezenten Kieselschwammes ohne thermische Behandlung, b) Schwammnadeln, nach 24 Stunden glühen bei 850° C, sind nur teilweise in Opal-CT und Quarz umkristallisiert, c) Vollständig umkristallisierte Schwammnadeln nach 24 Stunden Glühen bei 1000° C.
- Abb. 15:** Umwandlung von Smektiten in Cristobalit, Tridymit und Mullit nach 24 Stunden Glühen bei 1000° C, dokumentiert anhand der Röntgendiffraktogramme von zwei Smektit-Standards vor und nach der thermischen Behandlung.
- Abb. 16:** Arbeitsschema zur Bestimmung des Opalgehaltes.
- Abb. 17:** Dichtebereiche von Mineralkomponenten, welche im marinen Bereich zu erwarten sind (zusammengestellt aus HURD & THEYER 1977 und TRÖGER 1971) und Einstellungsbereich der benutzten Schwereflüssigkeit.
- Abb. 17:** Alters/Tiefen-Diagramm der Bohrung 408 und LSR.
- Abb. 18:** Alters/Tiefendiagramm der Bohrung 642 und LSR.
- Abb. 19:** Alters/Tiefendiagramm der Bohrung 643 und LSR.
- Abb. 20:** Alters/Tiefendiagramm der Bohrung 644 und LSR.
- Abb. 21:** Alters/Tiefendiagramm der Bohrung 646 und LSR.
- Abb. 22:** Opalskelette verschiedener Organismengruppen und ihr Vorkommen in Korngrößenklassen.

Abb. 23: Opalgehalt der Gesamtprobe und der karbonatfreien Probe und Opal-Komponenten der Grobfraktion in Bohrung 647.

Abb. 24: Karbonat-, TOC- und Opal-Gehalte der Bohrung 647 und Verteilung der wichtigsten Partikelgruppen in der Grobfraktion (aufgeteilt in biogen-kieselige, biogen-nichtkieselige, lithogene und authigene Partikel).

Abb. 25: Lithologische Korrelation der beiden Bohrungen 642 und 643 anhand der Karbonat- und Opalgehaltskurven unter Berücksichtigung der stratigraphischen Daten (siehe HENRICH et al. in press).

Abb. 26: Opal- und Grobfraktionsgehalte der Bohrung 642 und ausgezählte Opalpartikel der Grobfraktion.

Abb. 27: Opalgehalte und Korrelation mit Stratigraphie und Lithologie der Bohrung 642. Weiterhin sind wichtige sedimentologische Parameter, wie Karbonat-, TOC-, und Tongehalte und errechnete Nichtbiogen-Anteile aufgetragen.

Abb. 28: Opal- und Grobfraktionsgehalte der Bohrung 643 und ausgezählte Opalpartikel der Grobfraktion.

Abb. 29: Opalgehalte und Korrelation mit Stratigraphie und Lithologie der Bohrung 643. Weiterhin sind wichtige sedimentologische Parameter, wie Karbonat-, TOC-, und Tongehalte und errechnete Nichtbiogen-Anteile aufgetragen.

Abb. 30: Opalgehalte, Anteile der Grobfraktion, Opalpartikel der Grobfraktion, TOC- und Karbonatgehalte der Bohrung 408.

Abb. 31: Opalgehalte, Anteile der Grobfraktion, Opalpartikel der Grobfraktion, TOC- und Karbonatgehalte der Bohrung 646.

Abb. 32: Opal- und Grobfraktionsgehalte der Bohrung 644 und ausgezählte Opalpartikel der Grobfraktion (Radiolarien und Diatomeen sind zu kieseligem Plankton zusammengefaßt).

Abb. 33: Opalgehalte und Korrelation mit Stratigraphie und Lithologie der Bohrung 644. Weiterhin sind wichtige sedimentologische Parameter, wie Karbonat-, TOC- und Tongehalte und errechnete Nichtbiogen-Anteil aufgetragen.

Abb. 34: Korrelationsdiagramm von 54 Meßwertpaaren der Bohrung 643. Die ausgezählten opalinen Planktonpartikel $> 63 \mu\text{m}$ (a. als Kornzahlprozentanteile; b. als Gewichtsprozentanteile) sind gegen die gemessenen Opalgehalte in Gew.-% aufgetragen.

Abb. 35: Korrelationsdiagramm von 65 Meßwertpaaren der Bohrung 408. Die addierten Opalpartikel der Grobfraktion (a. als Kornzahlprozentanteile; b. als Gewichtsprozentanteile) sind gegen die gemessenen Opalgehalte in Gew.-% aufgetragen.

Abb. 36: Akkumulationsraten der Bohrung 642 (AR_{BULK} , AR_{KARBONAT} , AR_{TOC} und AR_{OPAL}).

Abb. 37: Akkumulationsraten der Bohrung 643 (AR_{BULK} , AR_{KARBONAT} , AR_{TOC} und AR_{OPAL}).

Abb. 38: Akkumulationsraten der Bohrung 644 (AR_{BULK} , AR_{KARBONAT} , AR_{TOC} und AR_{OPAL}).

Abb. 39: Akkumulationsraten der Bohrung 408 (AR_{BULK} , AR_{KARBONAT} , AR_{TOC} und AR_{OPAL}).

Abb. 40: Akkumulationsraten der Bohrung 646 (AR_{BULK} , AR_{KARBONAT} , AR_{TOC} und AR_{OPAL}).

Abb. 41: Akkumulationsraten der Bohrung 647 (AR_{BULK} , AR_{KARBONAT} , AR_{TOC} und AR_{OPAL}).

Abb. 42: Vorkommen und Gehalte von Opal-A und Opal-CT (als Verhältniszahl der beiden Peakflächen von (101) Opal-CT und (101) Quarz) in Bohrung 643.

Abb. 43: Lithologien, Karbonatgehalte und TOC-Gehalte von Bohrung 643 im Sedimentintervall der Opal-CT-Kristallisation. In der rechten Spalte sind die Gitterabstände der Opal-CT-Peaks gegen die Tiefe aufgetragen.

Abb. 44: Einteilung der ODP-Bohrung 647 in diagenetische Abschnitte (A, B, C) und Vorkommen und Gehalte von Opal-A und Opal-CT.

Abb. 45: Röntgendiffraktogramme von Probe 646-33X-5, 47 cm (in 310 m Tiefe): a) Pulveraufnahme der Gesamtprobe, b) Tonmineralaufnahme ($< 2 \mu\text{m}$ -Fraktion).

Abb. 46: Karbonatgehalte, Tonmineralverteilung und Fe-Gehalte des Gesamtsedimentes zwischen 600-700 m Tiefe in ODP-Bohrung 647.

Abb. 47: Typisches Röntgendiffraktogramm im Bereich des (060)-Gitterabstandes der Phyllosilikate. Die Probe der < 2 µm-Fraktion (647-65R-2, 116 cm) besteht zu 85 % aus dioktaedrischen Smektiten.

Abb. 48: Molverhältnisse der Klinoptilolithe nach Mikrosondenmessungen an drei Kristallen (Probe K₁-K₃ = 647A-13R-3, 64 cm) im oberen Teil der Dreiecksdarstellung mit den Eckpunkten Si₃₆O₂ - (Ca,Mg)₁₈Al₃₆O₂ - (Na,K)₃₆Al₃₆O₂ (nach ALIETTE et al. 1977). Das Punktfeld gibt die Verteilung der Klinoptilolith-Messungen von ALIETTE et al. (1977) an.

Abb. 49: Schematisierter geochemischer Kreislauf von biogenem Opal im marinen Bereich.

Abb. 50: Beispiel des Konzentrationsgefälles von gelöstem SiO₂ vom Bodenwasser zum Sediment einer Station im Nordatlantik (aus SCHINK et al. 1975).

Abb. 51: Porenwasserprofile von gelöstem SiO₂ für verschiedene biologische Durchmischungsraten (aus SCHINK & GUINASSO 1977), dargestellt als Verhältnisse von D_B (= vertikale Durchmischungsraten von Festphasen) zu K_B (= konstante Lösungsrate, welche die Si-Konzentration erhöht).

Abb. 52: Beziehung des akkumulierten Anteils der Opalfluxrate (als Verhältniszahl A_{Opal}/F_{Opal}) zur Opalfluxrate für zahlreiche Werte der Lösungsrate S in g/cm²/ky eines hypothetischen Sedimentes, bei konstanter Akkumulationsrate von nichtopalinen Komponenten von 0.5 g/cm²/ky (aus BROECKER & PENG 1982).

Abb. 53: Das Korrelationsdiagramm von Opaldichte gegen Alter der Opalpartikel verdeutlicht die Erhöhung der Dichte des biogenen Opals mit zunehmendem Alter, zusammengestellt nach Messungen von HURD & THEYER (1977) an Radiolarien und Schwammnadeln aus pazifischen Sedimenten.

Abb. 54: Akkumulationsraten und Diageneseprodukte von biogenem Opal und schematische Darstellung der Opalproduktivität der südlichen Labrador See im Eozän und Unter-Oligozän, abgeleitet in der ODP-Bohrung 647.

Abb. 55: Opalakkumulationsraten von Site 408 und Position der Bohrung im Vergleich zu dem von FOERSTER & THOMPSON (1985) ausgewiesenen Bereich erhöhter Planktonproduktivität.

Abb. 56: Akkumulationsraten des Gesamtsedimentes und Opalakkumulationsraten von Site 646 mit den wichtigsten paläo-ozeanographischen Veränderungen.

Abb. 57: Akkumulationsraten von Karbonat und biogenem Opal der Bohrung 642 und 643 und Einteilung in paläo-ozeanographische Großabschnitte.

A.2.2: TABELLENVERZEICHNIS

Tabelle 1: Positionen und weitere wichtige Daten der bearbeiteten DSDP/ODP-Bohrungen.

Tabelle 2: Literaturbeispiele zu verschiedenen Opalmeßmethoden.

Tabelle 3: Beispiele für Opal-Leachingmethoden.

Tabelle 4: Opalbestimmung; Ergebnisse von jeweils 3 Analysen einer Probe mit Mittelwert, Standardabweichung und Fehler in Prozent.

Tabelle 5: Absolute Alter von planktischen Foraminiferen in der Bohrung 408, nach SCHAEFFER & SPIEGLER (1986).

Tabelle 6: Absolute Alter von stratigraphischen Fixpunkten und Quellen von Bohrung 642.

Tabelle 7: Absolute Alter von stratigraphischen Fixpunkten und Quellen für Bohrung 643.

Tabelle 8: Absolute Alter von stratigraphischen Fixpunkten und Quellen für Bohrung 644.

Tabelle 9: Absolute Alter von stratigraphischen Fixpunkten und Quellen für Bohrung 646.

Tabelle 10: Korrelation der Opalgehaltsmessungen in Gew.-% mit ausgezählten Partikeln der Grobfraction (KZ-% = Kornzahlprozent, Gew.-% = Gewichtsprozent). Aufgelistet sind die Korrelationskoeffizienten (r), die Anzahl der zur Korrelation benutzten Wertepaare, und der statistische Mittelwert aller Opalgehalte einer Bohrung.

Tabelle 11: Fluxraten von biogenem Opal aus Sedimentfallen von Jahresverankerungen, dargestellt als Jahresmittelwerte. Zum Vergleich mit Akkumulationsraten im Sediment werden sie auch in $\text{g/cm}^2/\text{my}$ angegeben.

A.3.1: Tabelle der Grunddaten und Akkumulationsraten von Bohrung 408.

Bohrung 408		%	%	%							
Probe	Tiefe m	Alter Ma	TOC	Gesamt- Karbonat	Opal	Dd g/cm ³	LSR cm/my	ARBULK g/cm ² /my	ARKARB. g/cm ² /my	ARTOC g/cm ² /my	AROPAL g/cm ² /my
1-1- 40	0.40	0.02	0.10	24.00		0.61	2028	1237	297	1	
1-2- 31	1.81	0.09	0.10	66.00		0.61	2028	1237	816	1	
1-3- 14	3.14	0.15	0.10	47.00		0.61	2028	1237	581	1	
1-4- 23	4.73	0.23	0.20	14.00		0.61	2028	1237	173	2	
1-5- 60	6.60	0.33	0.10	30.00		0.61	2028	1237	371	1	
1-6- 40	7.90	0.39	0.10	20.00		0.61	2028	1237	247	1	
2-1- 43	9.93	0.49	0.10	11.00		0.61	2028	1237	136	1	
2-2- 30	11.30	0.56	0.10	19.00		0.61	2028	1237	235	1	
2-3- 20	12.70	0.63	0.10	57.00		0.61	2028	1237	705	1	
2-4- 50	14.50	0.71	0.20	14.00		0.61	2028	1237	173	2	
2-5- 50	16.00	0.79	0.10	3.00		0.61	2028	1237	37	1	
3-1- 49	19.49	0.96	0.10	4.00		0.61	2028	1237	49	1	
3-2- 50	21.00	1.04	0.10	8.00		0.61	2028	1237	99	1	
3-3- 55	22.55	1.11	0.10	25.00		0.61	2028	1237	389	1	
3-4- 50	24.00	1.18	0.10	23.00		0.61	2028	1237	285	1	
3-5- 14	25.14	1.24	0.10	3.00		0.61	2028	1237	37	1	
4-1- 41	28.91	1.43	0.10	1.00		0.61	2028	1237	12	1	
4-2- 50	30.50	1.50	0.10	14.00		0.61	2028	1237	173	1	
4-3- 50	32.00	1.58	0.10	22.00		0.61	2028	1237	272	1	
4-4- 50	33.50	1.65	0.10	10.00		0.61	2028	1237	124	1	
4-5- 50	35.00	1.73	0.20	3.00		0.61	2028	1237	37	2	
4-5- 65	35.16	1.73	0.33	0.00	1.20	0.61	2028	1237	0	4	15
5-1- 55	38.55	1.90	0.32	15.77	4.30	0.61	2028	1237	195	4	53
5-1- 64	38.64	1.91	0.20	22.00		0.61	2028	1237	272	2	
5-1- 97	38.97	1.92	0.43	1.54	4.40	0.61	2028	1237	19	5	54
5-2- 63	40.13	1.98	0.22	18.42	6.20	0.59	2028	1197	220	3	74
5-2- 70	40.20	1.98	0.10	27.00		0.59	2028	1197	323	1	
5-3- 45	41.45	2.04	0.09	41.45	7.80	0.59	2028	1197	496	1	93
5-3- 70	41.70	2.06	0.10	31.00		0.59	2028	1197	371	1	
5-4- 26	42.76	2.11	0.20	20.90	3.40	0.59	2028	1197	250	2	41
5-4- 40	42.90	2.12	0.10	45.00		0.59	2028	1197	538	1	
5-4-126	43.76	2.16	0.16	37.78	7.90	0.59	2028	1197	452	2	95
5-5- 9	44.09	2.17	0.02	42.34	4.30	0.59	2028	1197	507	0	51
6-1- 50	48.00	2.37	0.10	65.00		0.78	2028	1582	1028	2	
6-1- 93	48.43	2.39	0.02	38.38	1.80	0.78	2028	1582	607	0	28
6-2- 66	49.66	2.45	0.13	57.54	4.40	0.78	2028	1582	910	2	70
6-2- 80	49.80	2.46	0.10	77.00		0.78	2028	1582	1218	2	
6-3- 98	50.98	2.51	0.10	48.96	1.40	0.78	2028	1582	774	2	22
6-3- 50	51.00	2.51	0.10	44.00		0.78	2028	1582	696	2	
7-1- 36	57.38	2.83	0.16	73.83	2.10	0.78	2028	1582	1168	3	33
7-1- 50	57.50	2.84	0.10	81.00		0.78	2028	1582	1281	2	
7-2- 20	58.70	2.89	0.10	84.00		0.78	2028	1582	1329	2	
8-1- 13	66.63	3.29	0.02	82.03	1.10	1.01	2028	2048	1680	0	23
8-1- 40	66.90	3.30	0.10	75.00		1.01	2028	2048	1536	2	
8-2- 40	68.52	3.38	0.10	78.00		1.01	2028	2048	1598	2	
9-1- 40	76.40	3.77	0.10	84.00		1.00	2028	2028	1704	2	
9-2- 40	77.90	3.84	0.10	89.00		1.00	2028	2028	1805	2	
9-2- 45	78.45	3.87	0.33	72.94	7.20	1.00	2028	2028	1479	7	146
10-1- 37	85.87	4.23	0.23	77.33	6.10	0.85	2028	1724	1333	4	105
10-1- 50	86.00	4.24	0.10	81.00		0.85	2028	1724	1396	2	
10-2- 50	87.60	4.32	0.10	82.00		0.85	2028	1724	1414	2	
10-3- 50	89.00	4.39	0.10	85.00		0.85	2028	1724	1465	2	
10-4- 50	90.50	4.46	0.10	83.00		0.91	2028	1845	1532	2	

A.3.1: Tabelle der Grunddaten und Akkumulationsraten von Bohrung 408 (Fortsetzung).

Bohrung 408			%	%	%						
Probe	Tiefe m	Alter Ma	TOC	Gesamt- Karbonat	Opal	Dd g/cm ³	LSR cm/my	ARBULK g/cm ² /my	ARKARB. g/cm ² /my	ARTOC g/cm ² /my	ARDPAL g/cm ² /my
10-5- 8	91.58	4.52	0.08	68.42	2.70	0.91	2028	1845	1263	1	50
10-5- 20	91.70	4.52	0.10	86.00		0.91	2028	1845	1587	2	
11-1- 50	95.50	4.71	0.10	80.00		0.91	2028	1845	1476	2	
11-1- 98	95.98	4.73	0.19	77.07	1.40	0.91	2028	1845	1422	4	25
11-2- 50	97.00	4.78	0.10	87.00		0.91	2028	1845	1606	2	
11-3- 50	98.50	4.86	0.10	82.00		0.91	2028	1845	1513	2	
11-4- 50	100.00	4.93	0.10	63.00		0.91	2028	1845	1163	2	
11-5- 50	101.50	5.00	0.10	80.00		0.91	2028	1845	1476	2	
11-6- 10	102.60	5.06	0.14	84.05	0.80	0.91	2028	1845	1551	3	15
11-6- 30	102.80	5.07	0.10	79.00		0.91	2028	1845	1458	2	
12-1- 50	105.00	5.18	0.10	78.00		1.06	2028	2150	1677	2	
12-2- 50	106.50	5.25	0.10	73.00		1.06	2028	2150	1569	2	
12-2-126	107.26	5.29	0.13	72.53	2.70	1.06	2028	2150	1559	3	58
13-1- 50	114.50	5.65	0.10	76.00		1.10	2028	2231	1695	2	
13-1- 66	114.66	5.65	0.09	70.50	2.10	1.10	2028	2231	1573	2	47
13-2- 50	116.00	5.72	0.10	88.00		1.10	2028	2231	1963	2	
13-3- 50	117.50	5.79	0.10	87.00		1.10	2028	2231	1941	2	
14-C- 6	123.56	6.09	0.09	86.72	5.80	1.10	2028	2231	1935	2	129
15-1- 50	133.50	6.58	0.10	84.00		0.99	2028	2008	1686	2	
15-1-127	134.27	6.62	0.11	80.64	1.80	0.99	2028	2008	1780	2	36
15-2- 90	135.40	6.68	0.10	85.00		0.99	2028	2008	1707	2	
15-3- 50	136.50	6.73	0.10	79.00		0.99	2028	2008	1586	2	
15-4- 50	138.00	6.80	0.10	85.00		0.99	2028	2008	1707	2	
15-5- 50	139.50	6.88	0.10	81.00		0.99	2028	2008	1626	2	
15-5- 95	139.95	6.90	0.10	85.82	3.50	0.99	2028	2008	1723	2	70
16-1-100	143.50	7.08	0.10	81.00		0.94	2028	1906	1544	2	
16-1-148	143.98	7.10	0.13	89.82	2.30	0.94	2028	1906	1712	2	44
16-2- 55	144.50	7.12	0.10	82.00		0.94	2626	2468	2024	2	
16-3- 20	145.70	7.16	0.10	83.00		0.94	2626	2468	2049	2	
17-1- 50	152.50	7.42	0.10	86.00		1.01	2626	2652	2281	3	
17-2- 50	154.00	7.48	0.10	84.00		1.01	2626	2652	2228	3	
17-2-122	154.72	7.51	0.02	71.84	0.80	1.01	2626	2652	1905	1	21
17-3- 50	155.50	7.54	0.10	89.00		1.01	2626	2652	2361	3	
17-4- 50	157.00	7.60	0.10	88.00		1.01	2626	2652	2334	3	
17-5- 50	158.50	7.65	0.10	86.00		1.01	2626	2652	2281	3	
18-1- 40	161.90	7.78	0.10	83.00		0.93	2626	2442	2027	2	
18-3- 69	163.19	7.83	0.02	84.56	2.20	0.93	2626	2442	2065	0	54
18-2- 20	163.20	7.83	0.10	84.00		0.93	2626	2442	2051	2	
18-3- 50	165.00	7.90	0.10	79.00		0.93	2626	2442	1929	2	
18-4- 10	166.10	7.94	0.10	81.00		0.93	2626	2442	1978	2	
19-1- 20	171.20	8.14	0.10	92.00		0.98	2626	2573	2368	3	
19-1- 73	171.73	8.16	0.12	84.74	1.40	0.98	2626	2573	2181	3	36
19-2- 50	173.00	8.20	0.10	91.00		0.98	2626	2573	2342	3	
19-2-118	173.68	8.23	0.11	85.69	1.20	0.98	2626	2573	2205	3	31
19-3- 50	174.50	8.26	0.10	91.00		0.98	2626	2573	2342	3	
19-4- 50	176.00	8.32	0.10	89.00		0.98	2626	2573	2290	3	
19-5- 50	177.50	8.38	0.10	87.00		0.98	2626	2573	2239	3	
19-6- 50	179.00	8.43	0.10	84.00		0.98	2626	2573	2162	3	
19-7- 10	180.10	8.47	0.10	90.00		1.06	2626	2784	2505	3	
20-1- 50	181.00	8.51	0.10	90.00		1.06	2626	2784	2505	3	
20-2- 65	181.15	8.51	0.13	74.23	1.10	1.06	2626	2784	2066	4	31
20-2- 50	182.50	8.57	0.10	86.00		1.06	2626	2784	2394	3	
21-1- 50	190.50	8.87	0.10	77.00		0.91	2626	2390	1840	2	

A.3.1: Tabelle der Grunddaten und Akkumulationsraten von Bohrung 408 (Fortsetzung).

Bohrung 408		%	%	%							
Probe	Tiefe m	Alter Ma	TOC	Gesamt- Karbonat	Opal	Dd g/cm ³	LSR cm/my	ARBULK g/cm ² /my	ARKARB. g/cm ² /my	ARTOC g/cm ² /my	AROPAL g/cm ² /my
21-1-127	191.27	8.90	0.15	50.99	1.10	0.91	2626	2390	1218	4	26
21-2- 50	192.00	8.93	0.10	77.00		0.91	2626	2390	1840	2	
21-3- 50	193.50	8.98	0.10	80.00		0.91	2626	2390	1912	2	
21-4- 32	194.82	9.04	0.12	79.06	3.50	0.91	2626	2390	1889	3	84
21-4- 50	195.00	9.04	0.10	71.00		0.91	2626	2390	1697	2	
22-1- 17	199.67	9.22	0.13	76.55	3.20	1.02	2626	2679	2050	3	86
22-1- 50	200.00	9.23	0.10	65.00		1.02	2626	2679	1741	3	
22-2- 50	201.50	9.29	0.10	84.00		1.02	2626	2679	2250	3	
22-2-111	202.11	9.31	0.13	87.84	1.90	1.02	2626	2679	2353	3	51
22-3- 50	203.00	9.35	0.10	84.00		1.02	2626	2679	2250	3	
22-3- 56	203.06	9.35	0.11	88.02	2.20	1.02	2626	2679	2358	3	59
23-1- 3	209.03	9.58	0.11	95.05	2.50	1.07	2626	2810	2671	3	70
23-1- 73	209.73	9.60	0.10	73.00		1.07	2626	2810	2051	3	
23-2- 70	211.20	9.66	0.10	71.00		1.07	2626	2810	1995	3	
23-3- 33	212.33	9.70	0.10	83.00		1.07	2626	2810	2332	3	
23-3- 62	212.62	9.71	0.12	88.62	6.00	1.07	2626	2810	2490	3	191
24-1- 50	219.00	9.96	0.10	57.00		0.95	2626	2495	1422	2	
24-1- 80	219.30	9.97	0.19	56.57	7.20	0.95	2626	2495	1411	5	180
24-2- 60	220.60	10.02	0.10	41.00		0.95	2626	2495	1023	2	
24-2-143	221.43	10.05	0.15	54.72	6.40	0.95	2626	2495	1365	4	160
24-3- 47	221.97	10.07	0.10	44.00		0.95	2626	2495	1098	2	
24-4-128	224.28	10.16	0.09	66.43	8.40	0.95	2626	2495	1657	2	210
24-5- 40	224.90	10.18	0.10	69.00		0.95	2626	2495	1721	2	
24-5-106	225.56	10.21	0.10	70.55	8.50	0.95	2626	2495	1760	2	212
24-6- 35	226.35	10.24	0.10	71.00		0.95	2626	2495	1771	2	
24-6- 53	226.53	10.24	0.15	73.27	8.10	0.95	2626	2495	1828	4	202
25-1- 27	228.27	10.31	0.09	78.96	5.80	1.05	2626	2757	2177	2	160
25-1- 49	228.49	10.32	0.10	78.00		1.05	2626	2757	2151	3	
25-2- 46	229.96	10.37	0.10	76.00		1.05	2626	2757	2096	3	
25-2-108	230.58	10.40	0.15	68.46	6.70	1.05	2626	2757	1888	4	185
25-3- 59	231.59	10.44	0.10	69.00		1.05	2626	2757	1903	3	
25-3-101	232.01	10.45	0.14	78.48	6.10	1.05	2626	2757	2164	4	168
25-4- 60	233.10	10.49	0.10	70.00		1.05	2626	2757	1930	3	
25-4-126	233.76	10.52	0.13	76.93	5.80	1.05	2626	2757	2121	4	160
25-5- 34	234.34	10.54	0.12	81.24	7.30	1.05	2626	2757	2240	3	201
25-5- 67	234.67	10.55	0.10	72.00		1.05	2626	2757	1985	3	
25-6- 66	236.16	10.61	0.10	69.00		1.05	2626	2757	1903	3	
25-6-104	236.54	10.62	0.16	74.23	6.90	1.05	2626	2757	2047	4	190
26-1- 66	238.16	10.69	0.10	71.00		0.99	2626	2600	1846	3	
26-1- 76	238.26	10.69	0.13	75.54	7.50	0.99	2626	2600	1964	3	195
26-2- 60	239.60	10.74	0.10	64.00		0.99	2626	2600	1664	3	
26-2-135	240.35	10.77	0.19	64.00	3.90	0.99	2626	2600	1664	5	101
26-3- 50	241.00	10.79	0.10	67.00		0.99	2626	2600	1742	3	
26-3- 66	241.16	10.80	0.24	67.54	4.10	0.99	2626	2600	1756	6	107
26-4- 50	242.50	10.85	0.10	62.00		0.99	2626	2600	1612	3	
26-4-108	243.08	10.87	0.15	68.22	9.90	0.99	2626	2600	1774	4	257
26-5- 60	244.10	10.91	0.10	59.00		0.99	2626	2600	1534	3	
26-5- 69	244.19	10.92	0.01	67.09	10.30	0.99	2626	2600	1744	0	260
26-6- 2	245.02	10.95	0.06	55.72	12.50	0.99	2626	2600	1449	2	325
27-1- 60	247.60	11.05	0.10	51.00		0.99	2626	2600	1326	3	
27-1-136	248.36	11.07	0.25	61.63	11.40	0.88	2626	2311	1424	6	263
27-2- 60	249.10	11.10	0.10	66.00		0.88	2626	2311	1525	2	
27-3- 60	250.60	11.16	0.10	64.00		0.88	2626	2311	1479	2	

A.3.1: Tabelle der Grunddaten und Akkumulationsraten von Bohrung 408 (Fortsetzung).

Bohrung 408			X	X	X						
Probe	Tiefe m	Alter Ma	TOC	Gesamt- Karbonat	Opal	Dd g/cm ³	LSR cm/my	ARBULK g/cm ² /my	ARKARB. g/cm ² /my	ARTOC g/cm ² /my	AROPAL g/cm ² /my
27-3- 77	250.77	11.17	0.21	65.06	10.80	0.88	2626	2311	1522	5	250
27-4- 66	252.16	11.22	0.10	49.00		0.88	2626	2311	1132	2	
27-5- 60	253.60	11.27	0.10	46.00		0.88	2626	2311	1063	2	
27-5-136	254.56	11.31	0.14	64.67	8.70	0.88	2626	2311	1494	3	201
27-6- 60	255.10	11.33	0.10	65.00		0.88	2626	2311	1502	2	
27-6- 65	255.15	11.33	0.17	67.00	11.30	0.88	2626	2311	1550	4	261
28-1- 40	256.90	11.40	0.18	46.04	16.40	0.96	2626	2521	1161	5	413
28-1- 60	257.10	11.41	0.10	25.00		0.96	2626	2521	630	3	
28-2- 60	258.60	11.46	0.10	55.00		0.96	2626	2521	1387	3	
28-3- 45	259.55	11.50	0.17	64.70	16.90	0.96	2626	2521	1631	4	426
28-3- 60	260.10	11.52	0.10	61.00		0.96	2626	2521	1538	3	
29-2- 42	266.42	14.22	0.25	66.90	10.10	0.96	1730	1661	1111	4	301
29-1- 60	266.60	14.23	0.20	63.00		0.96	1730	1661	1046	3	
29-2- 60	268.10	14.32	0.10	69.00		0.96	1730	1661	1146	2	
30-1- 50	276.00	14.78	0.20	45.00		0.92	1730	1592	716	3	
30-2- 50	277.50	14.86	0.10	40.00		0.92	1730	1592	637	2	
30-2- 88	277.88	14.89	0.19	41.34	16.80	0.92	1730	1592	658	3	267
30-3- 50	279.00	14.95	0.10	37.00		0.92	1730	1592	589	2	
30-4- 50	280.50	15.04	0.10	66.00		0.92	1730	1592	1050	2	
30-5- 50	282.00	15.12	0.10	72.00		0.92	1730	1592	1146	2	
30-4-127	283.27	15.20	0.16	77.61	10.60	0.92	1730	1592	1235	3	296
31-1- 50	285.50	15.49	0.10	33.00		0.81	760	616	203	1	
31-1-118	286.18	15.58	0.13	38.43	24.70	0.81	760	616	237	1	152
31-2- 50	287.00	15.69	0.10	34.00		0.81	760	616	209	1	
31-3- 50	288.50	15.88	0.10	54.00		0.81	760	616	332	1	
31-4- 50	290.00	16.08	0.10	54.00		0.81	760	616	332	1	
31-5- 50	291.50	16.28	0.10	59.00		0.81	760	616	363	1	
31-5- 37	292.37	16.39	0.17	60.96	23.10	0.81	760	616	375	1	142
31-6- 50	293.00	16.48	0.10	51.00		0.81	760	616	314	1	
32-1- 50	295.00	16.74	0.10	41.00		0.81	760	616	252	1	
32-2- 50	296.50	16.94	0.10	37.00		0.81	760	616	228	1	
32-3- 50	298.00	17.13	0.10	31.00		0.81	760	616	191	1	
32-4- 50	299.50	17.33	0.10	25.00		0.85	760	646	162	1	
32-5- 50	301.00	17.53	0.10	25.00		0.85	760	646	162	1	
32-6- 46	302.46	17.72	0.15	26.41	21.80	0.85	760	646	171	1	141
32-6- 50	302.50	17.73	0.10	24.00		0.85	760	646	155	1	
33-1- 50	304.50	17.99	0.20	27.00		0.85	760	646	174	1	
33-2- 50	306.00	18.19	0.10	24.00		0.85	760	646	155	1	
33-3- 50	307.50	18.38	0.10	25.00		0.85	760	646	162	1	
33-4- 50	309.00	18.58	0.10	18.00		0.85	760	646	116	1	
33-5- 50	310.50	18.78	0.10	18.00		0.85	760	646	116	1	
33-6- 50	312.00	18.98	0.10	24.00		0.85	760	646	155	1	
34-1- 50	314.00	19.24	0.10	44.00		0.85	760	646	284	1	
34-2- 50	315.50	19.44	0.10	50.00		0.85	760	646	323	1	
34-3- 50	317.00	19.63	0.10	48.00		0.85	760	646	310	1	
34-4- 50	318.50	19.83	0.10	52.00		0.85	760	646	336	1	
34-5- 50	320.00	20.03	0.10	31.00		0.85	760	646	200	1	

A.3.2: Tabelle der Grunddaten und Akkumulationsraten von Bohrung 642.

Bohrung 642B/D		%	%	%							
Probe	Tiefe (m)	Alter (Ma)	TOC	Gesamt Karbonat	Opal	Dd g/cm ³	LSR cm/my	ARBULK g/cm ² /my	ARKARB g/cm ² /my	ARTOC g/cm ² /my	AROPAL g/cm ² /my
1H-1- 40	0.42	0.01	0.37	3.55	0.40	0.81	5102	4133	147	15	17
1H-1- 74	0.76	0.01	0.41	2.60		0.81	5102	4133	107	17	
1H-1- 96	0.98	0.02	0.28	6.59		0.81	5102	4133	272	12	
1H-2- 40	1.92	0.04	0.26	3.39		0.81	5102	4133	140	11	
1H-2- 74	2.26	0.04	0.45	2.82		0.81	5102	4133	117	19	
1H-2- 96	2.48	0.05	0.32	1.37		0.81	5102	4133	57	13	
1H-3- 40	3.42	0.07	0.34	2.80		1.38	5102	7041	197	24	
1H-3- 74	3.76	0.07	0.41	2.34		1.38	5102	7041	165	29	
1H-3- 96	3.98	0.08	0.20	11.56	0.24	0.94	5102	4796	554	10	12
1H-C- 14	4.66	0.09	0.37	14.18		0.94	5102	4796	680	18	
2H-1-112	5.94	0.12	0.24	5.81		1.29	5102	6582	382	16	
2H-2- 36	6.68	0.13	0.37	2.80		1.29	5102	6582	184	24	
2H-2- 53	6.85	0.13	0.24	5.44		1.29	5102	6582	358	16	
2H-2-112	7.44	0.15	0.24	7.60	0.25	1.29	5102	6582	500	16	15
2H-3- 36	8.18	0.16	0.47	4.96		1.29	5102	6582	326	31	
2H-3- 53	8.35	0.16	0.30	18.12		1.29	5102	6582	1193	20	
2H-3-112	8.94	0.18	0.31	4.14		1.29	5102	6582	272	20	
2H-4- 36	9.68	0.19	0.41	1.54		1.08	5102	5510	85	23	
2H-4- 53	9.85	0.19	0.33	4.02		1.08	5102	5510	222	18	
2H-4-112	10.44	0.20	0.23	4.81	0.21	1.08	5102	5510	265	13	12
2H-5- 36	11.18	0.22	0.43	5.30		1.08	5102	5510	292	24	
2H-5- 53	11.35	0.22	0.27	6.81		1.08	5102	5510	375	15	
2H-5-112	11.94	0.23	0.30	0.92		1.08	5102	5510	51	17	
2H-6- 36	12.68	0.25	0.66	0.50		1.08	5102	5510	28	36	
2H-6- 53	12.85	0.25	0.46	2.94		1.08	5102	5510	162	25	
2H-C- 1	14.18	0.28	0.60	1.17		1.08	5102	5510	64	33	
3H-1- 36	14.68	0.29	0.40	2.81		1.09	5102	5561	156	22	
3H-1- 44	14.76	0.29	0.28	16.30	0.13	1.09	5102	5561	906	16	7
3H-1-106	15.38	0.30	0.58	3.29		1.09	5102	5561	183	32	
3H-2- 36	16.18	0.32	0.33	1.12		1.09	5102	5561	62	18	
3H-2- 44	16.26	0.32	0.44	1.76		1.09	5102	5561	98	24	
3H-2-106	16.88	0.33	0.24	8.84		1.09	5102	5561	492	13	
3H-3- 36	17.68	0.35	0.35	3.69		1.59	5102	8112	299	28	
3H-3- 44	17.76	0.35	0.29	6.62		1.59	5102	8112	537	24	
3H-3-106	18.38	0.36	0.28	7.71		1.59	5102	8112	625	23	
3H-4- 36	19.18	0.38	0.58	8.42		0.94	5102	4796	404	28	
3H-4- 44	19.26	0.38	0.26	14.10		0.94	5102	4796	676	12	
3H-4-106	19.88	0.39	0.26	30.30	0.16	0.94	5102	4796	1453	12	8
3H-C- 9	20.61	0.40	0.61	9.09		0.94	5102	4796	474	29	
4H-1- 35	21.07	0.41	0.52	2.56		0.94	5102	4796	123	25	
4H-1- 43	21.13	0.41	0.46	3.64		0.94	5102	4796	175	22	
4H-1-113	21.70	0.43	0.36	4.10		0.93	5102	4745	195	17	
4H-2- 35	22.50	0.44	0.44	2.70		0.93	5102	4745	128	21	
4H-2- 43	22.57	0.44	0.44	3.35		0.93	5102	4745	159	21	
4H-2-113	23.14	0.45	0.44	16.07	0.08	0.93	5102	4745	762	21	4
4H-3- 35	23.93	0.47	0.39	2.58		0.93	5102	4745	122	19	
4H-3- 43	24.01	0.47	0.32	3.03		0.93	5102	4745	144	15	
4H-3-113	24.68	0.48	0.42	9.44		0.93	5102	4745	448	20	
4H-4- 35	25.36	0.50	0.41	0.28		0.93	5102	4745	13	19	
4H-4- 43	25.44	0.50	0.38	0.87		1.52	5102	7755	67	29	
4H-4-113	26.10	0.51	0.37	1.74	2.38	1.52	5102	7755	135	29	185
4H-5- 35	26.80	0.53	0.56	0.34		1.52	5102	7755	26	43	
4H-5- 43	26.88	0.53	0.53	1.61		1.52	5102	7755	125	41	

A.3.2: Tabelle der Grunddaten und Akkumulationsraten von Bohrung 642 (Fortsetzung).

Bohrung 642B/D		%	%	%							
Probe	Tiefe (m)	Alter (Ma)	TDC	Gesamt Karbonat	Opal	Od g/cm ³	LSR cm/my	ARBULK g/cm ² /my	ARKARB g/cm ² /my	ARTDC g/cm ² /my	AROPAL g/cm ² /my
4H-5-113	27.56	0.54	1.02	7.13		1.07	5102	5459	389	56	
4H-6- 35	28.24	0.55	0.50	1.37		1.07	5102	5459	75	27	
4H-6- 43	28.32	0.56	0.41	4.14		1.07	5102	5459	226	22	
4H-6-113	28.99	0.57	0.50	4.34		1.07	5102	5459	237	27	
4H-C- 10	29.32	0.57	0.53	2.75		1.07	5102	5459	150	29	
5H-1- 33	29.72	0.58	0.39	5.29		1.12	5102	5714	302	22	
5H-1- 74	30.16	0.59	0.61	2.91		1.12	5102	5714	166	35	
5H-1- 99	30.34	0.59	0.45	5.20		1.12	5102	5714	297	26	
5H-2- 33	31.11	0.61	0.41	8.38		1.12	5102	5714	479	23	
5H-2- 74	31.66	0.62	0.42	2.89		1.12	5102	5714	165	24	
5H-2- 99	31.71	0.62	0.26	2.74	0.08	1.12	5102	5714	157	15	5
5H-3- 33	32.00	0.63	0.49	0.90		1.12	5102	5714	51	28	
5H-3- 74	32.76	0.64	0.82	0.28		1.46	5102	7449	21	61	
5H-3- 99	33.12	0.65	0.28	2.07		1.46	5102	7449	154	21	
5H-4- 33	33.89	0.66	0.17	3.64		1.46	5102	7449	271	13	
5H-4- 74	34.26	0.67	0.31	0.89		1.46	5102	7449	66	23	
5H-4- 99	34.51	0.68	0.25	1.29		1.46	5102	7449	96	19	
5H-5- 33	35.29	0.69	0.30	2.23		1.15	5102	5867	131	18	
5H-5- 74	35.76	0.70	0.30	0.28		1.15	5102	5867	16	18	
5H-5- 99	35.90	0.70	0.21	3.12		1.15	5102	5867	183	12	
5H-6- 33	36.68	0.72	0.31	5.60		1.15	5102	5867	329	18	
5H-6- 74	37.26	0.73	0.38	2.02		1.15	2616	3008	61	11	
5H-6- 99	37.29	0.73	0.21	3.83		1.15	2616	3008	115	6	
5H-7- 33	38.07	0.76	0.36	6.84	0.31	1.15	2616	3008	206	11	9
5H-7- 74	38.43	0.78	0.31	3.60		1.47	2616	3846	138	12	
5H-7- 99	38.60	0.78	0.29	4.34		1.47	2616	3846	167	11	
5H-C- 15	38.87	0.79	0.30	1.04		1.47	2616	3846	40	12	
6H-1- 35	39.27	0.81	0.25	2.88		1.47	2616	3846	111	10	
6H-1- 44	39.36	0.81	0.37	1.18		1.47	2616	3846	45	14	
6H-1-104	39.96	0.83	1.13	3.60		1.47	2616	3846	138	43	
6H-2- 44	40.86	0.87	0.44	7.76		1.47	2616	3846	298	17	
6H-2- 54	40.96	0.87	0.34	17.02	0.22	1.47	2616	3846	655	13	8
6H-2-133	41.75	0.90	0.31	0.75		1.47	2616	3846	29	12	
6H-3- 31	42.33	0.92	0.77	1.66		1.14	4928	5618	93	43	
6H-3- 44	42.36	0.92	0.46	0.14		1.14	4928	5618	8	26	
6H-3-119	43.11	0.93	0.24	1.08		1.14	4928	5618	61	13	
6H-4- 11	43.53	0.94	0.90	2.51		1.14	4928	5618	141	51	
6H-4- 44	43.86	0.95	0.35	0.12		1.14	4928	5618	7	20	
6H-4- 92	44.34	0.96	0.31	1.07		1.20	4928	5914	63	18	
6H-5- 34	45.26	0.98	0.26	0.39		1.20	4928	5914	23	15	
6H-5- 44	45.36	0.98	0.35	0.04		1.20	4928	5914	2	21	
6H-5-121	46.13	1.05	1.08	0.00	0.24	1.20	1079	1295	0	14	3
6H-6- 6	46.47	1.08	0.28	0.00		1.20	1079	1295	0	4	
6H-6- 44	46.86	1.11	0.26	0.03		1.20	1079	1295	0	3	
6H-6- 57	46.99	1.13	0.35	0.53		1.20	1079	1295	7	5	
6H-C- 18	47.28	1.15	0.32	0.01		1.20	1079	1295	0	4	
7H-1- 51	47.91	1.21	0.32	0.00		1.10	1079	1187	0	4	
7H-1- 64	48.06	1.23	0.72	0.02		1.10	1079	1187	0	9	
7H-1-131	48.68	1.28	0.61	0.43		1.10	1079	1187	5	7	
7H-2- 20	49.05	1.32	0.25	1.14		1.10	1079	1187	14	3	
7H-2- 64	49.49	1.36	0.50	0.05		1.10	1079	1187	1	6	
7H-2-131	50.11	1.42	0.77	0.00		1.10	1079	1187	0	9	
7H-3- 20	50.49	1.45	1.02	1.25		1.10	1079	1187	15	12	

A.3.2: Tabelle der Grunddaten und Akkumulationsraten von Bohrung 642 (Fortsetzung).

Bohrung 642B/D			%	%	%						
Probe	Tiefe (m)	Alter (Ma)	TOC	Gesamt Karbonat	Opal	Dd g/cm ³	LSR cm/my	ARBULK g/cm ² /my	ARKARB g/cm ² /my	ARTOC g/cm ² /my	ARDPAL g/cm ² /my
7H-3- 64	51.86	1.50	0.51	0.04		1.10	1079	1187	0	6	
7H-3-131	51.55	1.55	0.30	0.15		1.49	1079	1608	2	5	
7H-4- 15	51.88	1.58	0.31	1.12		1.49	1079	1608	18	5	
7H-4- 64	52.56	1.64	0.26	0.04		1.49	1079	1608	1	4	
7H-4-185	52.74	1.66	1.51	0.00		1.49	1079	1608	0	24	
7H-5- 41	53.56	1.73	0.31	0.00	0.19	1.49	1090	1624	0	5	3
7H-5- 64	54.06	1.78	0.68	0.03		1.10	1090	1199	0	8	
7H-5-120	54.32	1.80	0.53	0.00		1.10	1090	1199	0	6	
7H-6- 32	54.92	1.86	0.26	0.00		1.10	1090	1199	0	3	
7H-6- 64	55.26	1.89	0.35	0.02		1.10	1604	1764	0	6	
7H-6-120	55.76	1.92	0.65	0.70		1.10	1604	1764	12	11	
7H-7- 12	56.16	1.94	0.50	0.00		1.10	1604	1764	0	9	
7H-7- 56	56.59	1.97	0.47	9.54		1.10	1604	1764	168	8	
7H-7- 64	57.06	2.00	0.66	0.03		1.10	1604	1764	1	12	
7H-C- 4	57.16	2.01	0.63	0.03		1.10	1604	1764	1	11	
8H-1- 55	57.45	2.02	1.05	0.68	1.37	0.97	1604	1556	11	16	21
8H-1- 64	57.56	2.03	0.89	0.35		0.97	1604	1556	5	14	
8H-1- 88	57.78	2.04	0.38	0.17		0.97	1604	1556	3	6	
8H-2- 19	58.56	2.09	0.57	0.00		0.97	1604	1556	0	9	
8H-2- 64	59.06	2.12	0.70	0.03		0.97	1604	1556	0	11	
8H-2-137	59.71	2.16	0.42	0.00		0.97	1604	1556	0	7	
8H-3- 15	59.98	2.18	0.49	0.00		0.97	1604	1556	0	8	
8H-3- 64	60.56	2.22	0.66	0.03		1.10	1604	1764	1	12	
8H-3-113	60.94	2.24	0.70	1.32		1.10	1604	1764	23	12	
8H-4- 19	61.48	2.27	0.82	0.00		1.10	1604	1764	0	14	
8H-4- 64	62.06	2.31	0.56	0.02		1.10	1604	1764	0	10	
8H-4-112	62.39	2.33	1.41	0.00		1.10	1604	1764	0	25	
8H-5- 20	62.95	2.37	0.53	0.00	0.21	1.58	1604	2534	0	13	5
8H-5- 64	63.56	2.40	0.46	0.03		1.58	1604	2534	1	12	
8H-5-119	63.91	2.43	0.37	0.16		1.58	1604	2534	4	9	
8H-6- 20	64.41	2.46	0.34	0.09		1.58	1604	2534	2	9	
8H-6- 64	64.83	2.48	0.48	0.05		0.91	1604	1460	1	7	
8H-6- 94	65.13	2.50	0.33	0.16		0.91	1604	1460	2	5	
8H-7- 18	65.85	2.55	0.31	0.06		0.91	1604	1460	1	5	
8H-7- 44	66.10	2.56	0.38	0.00		0.91	1604	1460	0	6	
8H-C- 10	66.32	2.58	0.38	0.00		0.91	1604	1460	0	6	
9H-1- 28	66.69	2.60	0.39	0.00		1.12	1604	1796	0	7	
9H-1- 52	66.94	3.12	0.35	26.82		0.63	1189	749	201	3	
9H-1-137	67.74	3.19	0.41	17.75	7.15	0.63	1189	749	133	3	54
9H-2- 28	68.13	3.22	0.47	17.89		0.63	1189	749	134	4	
9H-2- 52	68.44	3.25	0.39	9.13		0.77	1189	916	84	4	
9H-2-137	69.18	3.31	0.60	43.01		0.77	1189	916	394	5	
9H-3- 28	69.58	3.34	0.56	49.15		0.77	1189	916	450	5	
9H-3- 52	69.94	3.37	0.53	48.21		0.77	1189	916	441	5	
9H-3- 96	70.23	3.40	0.35	5.84		0.77	1189	916	53	3	
9H-4- 28	71.02	3.46	0.82	25.89		0.76	1189	904	234	7	
9H-4- 52	71.44	3.50	0.70	23.10		0.76	1189	904	209	6	
9H-4-137	72.07	3.55	0.75	27.66	7.01	0.76	1189	904	250	7	63
9H-5- 28	72.46	3.58	0.78	24.91		0.76	1189	904	225	7	
9H-5- 52	72.94	3.62	0.61	24.16		0.76	1189	904	218	6	
9H-5-137	73.51	3.67	0.48	17.67		0.76	1189	904	160	4	
9H-6- 28	73.91	3.71	0.54	38.53		0.76	1189	904	348	5	
9H-6- 52	74.44	3.75	0.60	38.49		0.76	1189	904	348	5	

A.3.2: Tabelle der Grunddaten und Akkumulationsraten von Bohrung 642 (Fortsetzung).

Bohrung 642B/D			%	%	%						
Probe	Tiefe (m)	Alter Ma	TOC	Gesamt Karbonat	Opal	Dd g/cm3	LSR cm/my	ARBULK g/cm2/my	ARKARB g/cm2/my	ARTOC g/cm2/my	AROPAL g/cm2/my
9H-6-137	74.96	3.79	0.55	42.91	2.56	0.76	1189	984	388	5	23
9H-7- 34	75.41	3.83	0.64	44.98		0.72	1189	856	384	5	
9H-7- 52	75.44	3.84	0.58	50.16		0.72	1189	856	429	4	
9H-7- 56	75.62	3.85	0.57	46.17		0.72	1189	856	395	5	
9H-C- 8	76.02	3.89	0.48	35.70		0.72	727	523	187	3	
10H-1- 52	76.44	3.94	0.48	38.81		0.72	727	523	199	3	
10H-1- 58	76.48	3.95	0.51	26.43		0.72	727	523	138	3	
10H-2- 52	77.86	4.14	0.79	21.72		0.72	727	523	114	4	
10H-2- 58	77.92	4.15	1.05	4.74	6.70	0.72	727	523	25	5	35
10H-3- 52	79.31	4.34	0.69	37.92		0.72	727	523	198	4	
10H-3- 58	79.37	4.35	0.80	33.09		0.72	727	523	173	4	
10H-4- 52	80.76	4.48	0.57	36.61		0.78	1216	948	347	5	
10H-4- 58	80.82	4.49	0.70	31.33		0.78	1216	948	297	7	
10H-5- 52	82.20	4.60	0.70	13.19		0.78	1216	948	125	7	
10H-5- 58	82.26	4.61	0.70	13.30	14.99	0.78	1216	948	126	7	142
10H-6- 52	83.65	4.72	0.72	0.83		0.78	1216	948	0	7	
10H-6- 58	83.71	4.72	0.89	0.80		0.78	1216	948	0	8	
10H-7- 52	85.10	4.80	0.81			0.78	2428	1894		15	
10H-7- 58	85.16	4.81	0.83	0.80		0.78	2428	1894	0	16	
10H-C- 15	85.63	4.83	0.94	0.81		0.78	2428	1894	0	18	
11H-1- 54	85.94	4.84	0.78	0.80	2.03	0.65	2428	1578	0	12	32
11H-2- 46	87.29	4.89	0.82	0.11		0.65	2428	1578	2	13	
11H-2- 54	87.37	4.90	0.74	0.80		0.65	2428	1578	0	12	
11H-3- 46	88.73	4.95	0.61	5.85		0.65	2428	1578	92	10	
11H-3- 54	88.81	4.96	0.56	11.59	12.56	0.65	2428	1578	183	9	198
11H-4- 54	90.25	5.02	0.50	0.80		0.65	2428	1578	0	8	
11H-5- 46	91.60	5.07	0.58	2.32		0.65	2428	1578	37	9	
11H-5- 54	91.68	5.08	0.45	3.68	15.51	0.65	2428	1578	58	7	245
11H-6- 54	93.12	5.13	0.54	1.82		0.65	2428	1578	29	9	
11H-7- 46	94.48	5.19	0.71	0.82		0.65	2428	1578	0	11	
11H-7- 54	94.56	5.19	0.45	0.80	13.94	0.65	2428	1578	0	7	220
11H-C- 12	95.04	5.21	0.62	0.22		0.65	2428	1578	3	10	
12H-1- 61	95.53	5.23	0.42	1.48		0.77	2428	1870	28	8	
12H-1- 67	95.59	5.24	0.56	0.89		0.77	2428	1870	2	10	
12H-2- 61	97.83	5.30	0.61	0.80	16.48	0.77	2428	1870	0	11	308
12H-2- 67	97.89	5.30	0.61	0.80		0.77	2428	1870	0	11	
12H-3- 61	98.53	5.36	0.69	0.80		0.77	2428	1870	0	13	
12H-4- 61	100.83	5.42	0.64	0.80		0.77	2428	1870	0	12	
12H-4- 67	100.89	5.42	0.93	0.80		0.77	2428	1870	0	17	
12H-5- 61	101.52	5.48	0.78	0.80		0.71	2428	1724	0	13	
12H-5- 67	101.59	5.48	0.62	0.80		0.71	2428	1724	0	11	
12H-6- 61	103.02	5.54	0.57	5.64	6.26	0.71	2428	1724	97	10	108
12H-6- 67	103.89	5.55	0.71	4.30		0.71	2428	1724	74	12	
12H-7- 13	104.52	5.60	0.75	0.35		0.71	2428	1724	6	13	
13H-1-104	105.26	5.63	0.82	0.80		0.79	2428	1918	0	16	
13H-2- 74	106.46	5.68	0.77	6.78		0.79	3753	2965	201	23	
13H-2-104	106.76	5.69	0.67	0.16		0.79	3753	2965	5	20	
13H-3-104	108.26	5.73	0.53	27.61		0.79	3753	2965	819	16	
13H-4- 74	109.46	5.76	0.56	40.60		0.88	3753	3303	1341	18	
13H-4-104	109.76	5.77	0.38	34.48		0.88	3753	3303	1139	13	
13H-5- 74	110.96	5.80	0.52	39.66		0.88	3753	3303	1310	17	
13H-5-104	111.26	5.81	0.36	36.62	1.99	0.88	3753	3303	1209	12	66
13H-6- 74	112.46	5.84	0.60	43.45		0.88	3753	3303	1435	20	

A.3.2: Tabelle der Grunddaten und Akkumulationsraten von Bohrung 642 (Fortsetzung).

Bohrung 642B/D		X	X	X							
Probe	Tiefe (m)	Alter Ma	TOC	Gesamt Karbonat	Opal	Od g/cm3	LSR cm/my	ARBULK g/cm2/my	ARKARB g/cm2/my	ARTOC g/cm2/my	ARDPAL g/cm2/my
13H-6-104	112.76	5.85	0.45	28.68		0.88	3753	3383	947	15	
13H-C- 14	113.85	5.88	0.49	0.00		0.88	3753	3383	0	16	
14H-1- 95	114.96	5.91	0.55	0.00		0.88	3753	3383	0	18	
14H-C- 6	123.33	6.13	0.06	0.01		0.32	3753	1201	0	1	
15H-1-113	124.98	7.65	0.67	9.09		0.32	1695	542	49	4	
15H-2- 74	125.76	7.70	0.89	3.60		0.32	1695	542	28	5	
15H-2-113	126.15	7.73	0.76	7.41	1.45	0.32	1695	542	40	4	8
15H-3-113	127.65	7.82	0.89	11.94		0.68	1695	1153	138	10	
15H-C- 7	128.04	7.84	0.80	13.86		0.68	1695	1153	160	9	
16H-1-116	129.28	7.91	1.18	0.82	2.33	0.68	1695	1153	9	14	27
16H-2- 69	130.31	7.97	1.17	0.02		0.74	1695	1254	0	15	
16H-2-116	130.78	8.00	1.16	0.76		0.74	1695	1254	10	15	
16H-4- 69	131.81	8.06	1.26	0.01		0.74	1695	1254	0	16	
16H-4-116	132.28	8.09	1.09	0.07		0.74	1695	1254	1	14	
16H-5- 69	133.31	8.15	1.29	0.22		0.74	1695	1254	3	16	
16H-5-116	133.78	8.18	1.29	2.45	2.89	0.74	1695	1254	31	16	36
16H-6- 69	134.81	8.24	1.19	13.41		0.74	1695	1254	168	15	
16H-6-116	135.28	8.27	0.87	26.05		0.74	1695	1254	327	11	
16H-7- 69	136.31	8.33	1.18	3.44		0.66	1695	1119	38	13	
16H-7-116	136.78	8.35	0.87	8.56		0.66	1695	1119	96	10	
16H-C- 8	137.75	8.41	0.82	6.04		0.66	1695	1119	68	9	
17H-1- 71	138.73	8.47	1.08	13.60		0.66	1695	1119	152	12	
17H-1-114	139.16	8.49	0.89	13.71		0.66	1695	1119	153	10	
17H-2- 71	140.23	8.56	0.92	1.16		0.66	1695	1119	13	10	
17H-2-114	140.66	8.58	0.94	5.08	7.16	0.66	1695	1119	57	11	80
17H-3- 71	141.73	8.65	0.98	8.22		0.66	1695	1119	92	11	
17H-3-114	142.16	8.67	1.17	0.70		0.66	1695	1119	8	13	
17H-4- 71	143.23	8.74	0.80	0.00		0.66	1168	771	0	6	
17H-4-114	143.66	8.78	0.69	4.36		0.76	1168	888	39	6	
17H-5- 71	144.73	8.87	0.55	0.11		0.76	1168	888	1	5	
17H-5-114	145.16	8.91	0.81	1.62	23.16	0.76	1168	888	14	7	206
17H-6- 71	146.23	9.00	0.88	1.44		0.76	1168	888	13	8	
17H-6-116	146.66	9.04	0.83	4.99		0.76	1168	888	44	7	
17H-C- 13	147.67	9.12	0.83	1.19		0.75	1168	876	10	7	
18H-1- 72	148.54	9.20	0.75	11.50		0.75	1168	876	101	7	
18H-1-114	148.96	9.23	0.83	7.80		0.75	1168	876	68	7	
18H-2- 72	150.04	9.32	0.77	4.64		0.75	1168	876	41	7	
18H-2-114	150.46	9.36	0.89	5.10	13.45	0.75	1168	876	45	8	118
18H-3- 72	151.54	9.45	0.71	3.82		0.75	1168	876	33	6	
18H-3-114	151.96	9.49	0.90	5.76		0.71	1168	829	48	7	
18H-4- 72	153.04	9.58	0.82	9.48		0.71	1168	829	79	7	
18H-4-114	153.46	9.62	0.67	12.20		0.71	1168	829	101	6	
18H-5- 82	154.64	9.72	0.70	21.37		0.71	1168	829	177	6	
18H-5-114	154.96	9.75	0.63	33.17		0.71	1168	829	275	5	
18H-6- 72	156.04	9.84	0.80	16.40		0.71	1168	829	136	7	
18H-6-114	156.46	9.87	0.56	26.96		0.71	1168	829	224	5	
18H-C- 0	157.64	9.98	0.64	45.32		0.71	1168	829	376	5	
19H-1- 72	158.44	10.04	0.75	33.49		0.71	1168	829	278	6	
19H-1-105	158.77	10.07	0.56	27.08	11.92	0.71	1168	829	225	5	99
19H-2- 89	160.11	10.19	0.81	9.81		0.74	1168	864	85	7	
19H-2-105	160.27	10.20	0.78	5.42		0.74	1168	864	47	7	
19H-3- 72	161.44	13.45	0.89	6.46		0.74	2215	1639	106	15	
19H-3-105	161.77	13.47	0.89	2.81		0.74	2215	1639	46	15	

A.3.2: Tabelle der Grunddaten und Akkumulationsraten von Bohrung 642 (Fortsetzung).

Bohrung 642B/D			%	%	%						
Probe	Tiefe (m)	Alter Ma	TOC	Gesamt Karbonat	Opal	Dd g/cm ³	LSR cm/my	ARBULK g/cm ² /my	ARKARB g/cm ² /my	ARTOC g/cm ² /my	AROPAL g/cm ² /my
19H-4- 72	162.94	13.52	1.28	11.18		0.74	2215	1639	183	20	
19H-4-105	163.27	13.54	1.03	7.25		0.74	2215	1639	119	17	
19H-5- 72	164.44	13.59	0.98	0.00		0.74	2215	1639	0	16	
19H-5-105	164.77	13.90	1.55	0.00		0.74	3726	2757	0	43	
19H-6- 72	165.94	13.93	1.79	0.00		0.71	3726	2645	0	47	
19H-6-105	166.27	13.94	1.83	0.00		0.71	3726	2645	0	48	
19H-C- 1	167.31	13.97	2.26	0.00		0.71	3726	2645	0	60	
20H-1- 71	168.13	13.99	2.29	0.00		0.71	3726	2645	0	61	
20H-1-103	168.44	14.00	2.19	0.00		0.71	3726	2645	0	58	
20H-2- 71	169.63	14.03	1.69	0.00		0.71	3726	2645	0	45	
20H-2-103	169.92	14.04	1.77	0.00		0.71	3726	2645	0	47	
20H-3- 71	171.13	14.07	1.86	0.00		0.67	3726	2496	0	46	
20H-3-103	171.41	14.08	2.51	0.00	14.27	0.67	3726	2496	0	63	356
20H-4- 71	172.08	14.10	2.03	0.00		0.67	3726	2496	0	51	
20H-4-103	172.40	14.11	5.59	0.00		0.67	3726	2496	0	140	
20H-5- 71	174.13	14.15	1.68	0.00		0.67	3726	2496	0	42	
20H-5-103	174.38	14.16	1.54	0.00		0.67	3726	2496	0	38	
20H-6- 71	175.63	14.19	2.17	0.00		0.61	3726	2273	0	49	
20H-6-103	175.87	14.20	1.60	0.00		0.61	3726	2273	0	36	
20H-C- 9	176.97	14.23	2.75	0.00		0.61	3726	2273	0	63	
21H-1- 74	177.86	14.25	2.29	0.00		0.61	3726	2273	0	52	
21H-1-104	178.16	14.26	2.12	0.00		0.61	3726	2273	0	48	
21H-2- 74	179.36	14.29	2.12	0.00		0.61	3726	2273	0	48	
21H-2-104	179.66	14.30	1.83	0.00	26.33	0.61	3726	2273	0	42	598
21H-3- 74	180.86	14.33	1.70	0.00		0.61	3726	2273	0	39	
21H-3-104	181.16	14.34	1.53	0.00		0.61	3726	2273	0	35	
21H-4- 74	182.36	14.37	2.21	0.00		0.64	3726	2385	0	53	
21H-4-104	182.66	14.38	1.92	0.00		0.64	3726	2385	0	46	
21H-5- 74	183.86	14.41	2.04	0.00		0.64	3726	2385	0	49	
21H-5-105	184.16	14.42	1.56	0.00	32.17	0.64	3726	2385	0	37	767
21H-6- 74	185.36	14.45	2.14	0.00		0.64	3726	2385	0	51	
21H-6-104	185.66	14.46	2.13	0.00		0.64	3726	2385	0	51	
22H-1- 55	187.26	14.51	1.54	0.00	45.67	0.59	3726	2198	0	34	1084
22H-2- 55	188.74	14.55	0.59	0.00		0.59	3726	2198	0	13	
22H-3- 55	190.22	14.58	2.26	0.00		0.59	3726	2198	0	50	
22H-4- 55	191.70	14.62	1.83	0.00	41.62	0.59	3726	2198	0	40	915
22H-5- 55	193.17	14.66	1.41	0.00		0.72	3726	2683	0	38	
22H-6- 55	194.65	14.70	0.90	0.00	36.92	0.72	3726	2683	0	24	990
22H-7- 45	196.03	16.00	0.93	0.00		0.72	4894	3524	0	33	
23H-1- 6	196.07	16.00	0.80	0.00		0.72	4894	3524	0	28	
23H-2- 12	197.62	16.83	1.22	0.00		0.72	4894	3524	0	43	
23H-3- 12	199.11	16.86	1.30	0.00	32.72	0.62	4894	3034	0	39	993
23H-4- 12	200.60	16.89	1.09	0.00		0.62	4894	3034	0	33	
23H-5- 12	202.09	16.92	1.12	6.00		0.62	4894	3034	182	34	
23H-6- 12	203.58	16.95	1.02	0.00		0.53	4894	2594	0	26	
23H-7- 12	205.07	16.99	1.20	0.00	35.43	0.53	4894	2594	0	31	919
24H-1-103	206.64	17.02	1.08	0.00		0.53	4894	2594	0	28	
24H-2-103	208.14	17.05	0.97	0.00	54.33	0.53	4894	2594	0	25	1409
24H-3-103	209.64	17.08	1.10	0.00		0.57	4894	2790	0	31	
24H-4-103	211.14	17.11	1.05	0.00		0.57	4894	2790	0	29	
24H-5-103	212.64	17.14	1.41	0.00	50.47	0.57	4894	2790	0	39	1408
25H-1- 96	214.07	18.07	1.08	0.00		0.47	4820	2265	0	24	
25H-2- 96	215.56	18.10	1.15	0.00		0.47	4820	2265	0	26	

A.3.2: Tabelle der Grunddaten und Akkumulationsraten von Bohrung 642 (Fortsetzung).

Bohrung 642B/D		%	%	%							
Probe	Tiefe (m)	Alter Ma	TOC	Gesamt Karbonat	Opal	Od g/cm3	LSR cm/my	ARBULK g/cm2/my	ARKARB g/cm2/my	ARTOC g/cm2/my	ARDPAL g/cm2/my
25H-3- 96	217.85	18.13	1.33	0.00		0.47	4820	2265	0	30	
25H-4- 96	218.53	18.16	1.08	0.00	51.54	0.46	4820	2217	0	24	1143
25H-5- 96	220.02	18.19	1.02	0.00		0.46	4820	2217	0	23	
5X-2-103	221.41	18.22	1.24		47.39	0.46	4820	2217		27	1051
5X-3-103	222.89	18.25	1.15			0.46	4820	2217		25	
5X-4-103	224.38	18.28	1.40			0.43	4820	2073		29	
5X-5-103	225.85	18.31	1.16			0.43	4820	2073		24	
5X-6-103	227.32	18.34	1.17		52.10	0.43	4820	2073		24	1080
6X-1-104	229.56	18.39	1.09			0.42	4820	2024		22	
6X-2-104	231.06	18.63	1.41			0.42	4200	1764		25	
6X-3-104	232.56	18.66	1.14		36.82	0.42	4200	1764		20	650
6X-4-104	234.06	18.70	1.60			0.47	4200	1974		32	
7X-1-103	239.23	18.82	1.45			0.51	4200	2142		31	
7X-2-103	240.70	18.85	1.20			0.51	4200	2142		26	
7X-3-103	242.17	18.89	1.37			0.51	4200	2142		29	
7X-4-103	243.65	18.93	1.27		40.99	0.42	4200	1764		22	723
7X-5-103	245.12	18.96	1.20			0.42	4200	1764		21	
7X-6-103	246.59	19.00	1.36			0.42	4200	1764		24	
8X-1-113	248.95	19.05	1.45		66.17	0.42	4200	1764		26	1167
8X-2-113	250.45	19.09	1.95			0.51	4200	2142		42	
8X-3-113	251.95	20.45	1.92		55.34	0.51	2070	1056		20	584
8X-4-113	253.45	20.52	0.89			0.51	2070	1056		9	
8X-5-113	254.95	20.59	1.51		57.01	0.52	2070	1076		16	614
8X-6-113	256.45	20.66	1.66			0.52	2070	1076		18	
9X-1- 70	258.20	20.75	1.64		40.85	0.52	2070	1076		18	440
9X-2- 45	259.42	20.81	0.79			0.53	2070	1097		9	
9X-3-127	261.68	20.92	1.25			0.53	2070	1097		14	
9X-4- 21	262.12	20.94	1.10		36.08	0.53	2070	1097		13	396
9X-5- 64	264.01	21.03	1.22			0.55	2070	1139		14	
9X-6-126	266.00	21.13	0.96			0.55	2070	1139		11	
9X-7- 17	266.48	21.15	1.11			0.55	2070	1139		13	
10X-1- 77	267.88	21.22	1.53			0.51	2070	1056		16	
10X-2- 79	269.39	21.29	0.94			0.51	2070	1056		10	
10X-3- 84	270.93	21.36	0.59			0.57	2070	1180		7	
10X-4- 84	272.42	21.43	0.72		42.17	0.57	2070	1180		8	498
10X-5- 85	273.92	21.51	1.73			0.57	2070	1180		20	
10X-6- 85	275.41	21.58	1.03			0.57	2070	1180		12	
10X-7- 17	275.22	21.62	0.82			0.57	2070	1180		10	
11X-1- 47	277.29	21.67	1.05			0.57	2070	1180		12	
11X-1-121	278.03	21.71	0.05			1.39	2070	2877		1	
11X-2-114	279.46	21.77	0.01		44.40	1.17	2070	2422		0	1075
12X-1- 49	287.00	22.14	0.00			0.94	2070	1946		0	

A.3.3: Tabelle der Grunddaten und Akkumulationsraten von Bohrung 643.

Bohrung 643A			%	%	%						
Probe	Tiefe m	Alter Ma	TOC	Gesamt Karbonat	Opal	Dd g/cm3	LSR cm/my	ARBULK g/cm2/my	ARKARB g/cm2/my	ARTOC g/cm2/my	AROPAL g/cm2/my
1H-1- 20	0.20	0.01	0.28	10.28		0.92	3638	3347	344		9
1H-1- 60	0.60	0.02	0.19	8.45		0.92	3638	3347	283		6
1H-1-101	1.01	0.03	0.20	6.79		0.92	3638	3347	227		7
1H-1-141	1.41	0.04	0.42	11.01		0.92	3638	3347	369		14
1H-2- 41	1.90	0.05	1.11	0.00		0.92	3638	3347	0		37
1H-2- 81	2.31	0.06	0.19	37.93		0.92	3638	3347	1270		6
1H-2-121	2.71	0.07	0.27	28.51		1.03	3638	3747	1068		10
1H-3- 40	3.22	0.09	0.19	10.37		1.03	3638	3747	389		7
1H-3- 82	3.62	0.10	1.06	0.00		1.03	3638	3747	0		40
1H-3-121	4.21	0.12	0.76	0.55		1.11	3638	4038	22		31
1H-3-141	4.41	0.12	0.29	10.15		1.11	3638	4038	410		12
1H-4- 21	4.71	0.13	0.57	0.15		1.11	3638	4038	6		23
1H-4- 41	4.91	0.13	0.56	9.25		1.11	3638	4038	374		23
2H-1- 21	5.31	0.15	0.53	4.97	0.39	1.11	3638	4038	201		21
2H-1- 40	5.70	0.16	0.25	15.97		1.11	3638	4038	645		10
2H-1- 82	6.12	0.17	0.95	0.00		1.11	3638	4038	0		38
2H-1-142	6.72	0.18	0.23	22.10		1.11	3638	4038	892		9
2H-2- 40	7.20	0.20	0.20	7.29		1.16	3638	4220	308		8
2H-2- 82	7.62	0.21	0.18	13.83		1.16	3638	4220	584		8
2H-2-120	8.00	0.22	0.20	5.28		1.16	3638	4220	223		8
2H-2-142	8.22	0.23	0.25	0.00		1.16	3638	4220	0		11
2H-3- 40	8.70	0.24	0.20	9.46		1.16	3638	4220	399		8
2H-3- 82	9.12	0.25	0.25	5.41		1.16	3638	4220	228		11
2H-3-120	9.50	0.26	0.21	15.90		1.16	3638	4220	671		9
2H-4- 21	10.01	0.28	0.18	10.90		1.12	3638	4075	444		7
2H-4- 60	10.40	0.29	0.24	1.74		1.12	3638	4075	71		10
2H-4-106	10.86	0.30	0.39	2.06		1.12	3638	4075	84		16
2H-4-120	11.00	0.30	0.30	3.25		1.12	3638	4075	132		12
2H-5- 21	11.51	0.32	0.37	0.04		1.12	3638	4075	2		15
2H-5- 60	11.90	0.33	0.32	4.68		1.12	3638	4075	191		13
2H-5-120	12.50	0.34	0.35	3.93		1.35	3638	4911	193		17
2H-6- 21	13.01	0.36	0.19	44.34		1.35	3638	4911	2178		9
2H-6- 82	13.62	0.37	0.20	8.10		1.35	3638	4911	398		10
2H-6-111	13.91	0.38	0.32	9.26		1.35	3638	4911	455		16
2H-6-142	14.22	0.39	0.32	2.12		1.35	3638	4911	104		16
2H-7- 21	14.51	0.40	0.31	0.00		1.35	3638	4911	0		15
2H-7- 40	14.70	0.40	0.25	5.81		1.35	3638	4911	285		12
3H-1- 25	15.05	0.41	0.23	20.28		1.35	3638	4911	996		11
3H-1- 42	15.21	0.42	0.42	10.04		1.35	3638	4911	493		21
3H-2- 20	16.50	0.45	0.29	10.48		0.83	3638	3020	316		9
3H-2- 82	17.12	0.47	0.27	10.92		0.83	3638	3020	330		8
3H-2-142	17.72	0.49	0.59	0.00		0.83	3638	3020	0		18
3H-3- 20	18.00	0.49	0.63	5.40		0.83	3638	3020	163		19
3H-3- 25	18.05	0.50	0.23	8.57		0.83	3638	3020	259		7
3H-3- 40	18.20	0.50	0.96	7.06		0.83	3638	3020	213		29
3H-3- 82	18.62	0.51	0.94	11.22	1.64	1.22	3638	4438	498		42
3H-3-116	18.96	0.52	0.49	8.28		1.22	3638	4438	367		22
3H-4- 20	19.50	0.54	0.37	6.16		1.22	3638	4438	273		16
3H-4- 58	19.88	0.55	0.46	12.20		1.22	3638	4438	541		20
3H-4-122	20.52	0.56	0.23	20.03		1.22	3638	4438	889		10
3H-5- 20	21.00	0.58	0.18	5.96		1.22	3638	4438	265		8
3H-5- 58	21.38	0.59	0.23	5.46		1.22	3638	4438	242		10
3H-5-100	21.80	0.60	0.23	2.12		1.19	3638	4329	92		10

A.3.3: Tabelle der Grunddaten und Akkumulationsraten von Bohrung 643 (Fortsetzung).

Bohrung 643A			X	X	X						
Probe	Tiefe m	Alter Ma	TOC	Gesamt Karbonat	Opal	Dd g/cm3	LSR cm/my	ARBULK g/cm2/my	ARKARB g/cm2/my	ARTOC g/cm2/my	AROPAL g/cm2/my
3H-5-140	22.20	0.61	0.32	5.61		1.19	3638	4329	243	14	
3H-6- 20	22.50	0.62	0.26	4.11		1.19	3638	4329	178	11	
3H-6- 40	22.70	0.62	0.23	7.38		1.19	3638	4329	319	10	
3H-6-100	23.30	0.64	0.33	5.51		1.19	3638	4329	239	14	
3H-7- 40	24.20	0.67	0.34	6.15		1.19	3638	4329	266	15	
4H-1- 20	24.50	0.67	0.22	11.14		1.19	3638	4329	482	10	
4H-1- 80	25.10	0.69	0.23	9.84		1.06	3638	3856	379	9	
4H-1-120	25.50	0.70	0.28	5.99		1.06	3638	3856	231	11	
4H-2- 20	26.00	0.71	0.27	6.87		1.06	3638	3856	265	10	
4H-2- 80	26.60	0.73	0.41	6.15	0.50	1.06	2400	2544	156	10	13
4H-2-100	26.80	0.74	0.27	5.56		1.06	2400	2544	141	7	
4H-2-140	27.30	0.76	0.27	5.79		1.06	2400	2544	147	7	
4H-3- 20	27.40	0.76	1.08	0.00		1.06	2400	2544	0	27	
4H-3- 40	27.60	0.77	0.23	21.02		1.43	2400	3432	721	8	
4H-3- 60	27.80	0.78	0.23	10.63		1.43	2400	3432	365	8	
4H-3- 80	28.00	0.79	0.48	0.00		1.43	2400	3432	0	16	
4H-3-100	28.20	0.80	0.29	3.15		1.43	2400	3432	108	10	
4H-3-120	28.40	0.81	1.01	0.00		1.43	2400	3432	0	35	
4H-4- 40	29.20	0.84	0.24	0.00		1.43	2400	3432	0	8	
4H-4- 80	29.60	0.86	0.21	6.95		1.43	2400	3432	239	7	
4H-4-120	30.00	0.87	0.23	0.00		1.43	2400	3432	0	8	
4H-5- 18	30.48	0.89	0.18	0.00		1.33	2400	3192	0	6	
4H-5- 94	31.24	0.93	0.29	2.14		1.33	2400	3192	68	9	
4H-5-120	31.50	0.94	0.17	29.33		1.33	2400	3192	936	5	
4H-6- 40	32.20	0.96	0.47	0.00	0.82	1.33	2400	3192	0	15	26
4H-6- 80	32.60	0.98	0.27	4.73		1.33	1200	1596	75	4	
4H-6-120	33.00	1.02	0.27	0.00		1.33	1200	1596	0	4	
4H-6-140	33.20	1.03	0.19	11.88		1.33	1200	1596	190	3	
4H-7- 40	33.70	1.07	0.37	0.00		1.12	1200	1344	0	5	
5H-1- 42	34.22	1.12	0.37	0.00		1.12	1200	1344	1	5	
5H-1-102	34.82	1.17	0.27	0.00		1.12	1200	1344	0	4	
5H-1-142	35.22	1.20	1.03	3.37		1.12	1200	1344	45	14	
5H-2- 42	35.72	1.24	0.34	0.00		1.12	1200	1344	0	5	
5H-2- 82	36.12	1.28	0.28	0.00		1.12	1200	1344	0	4	
5H-2-102	36.32	1.29	0.26	0.00		1.12	1200	1344	0	3	
5H-2-123	36.43	1.30	0.25	0.06		1.12	1200	1344	1	3	
5H-3- 17	36.97	1.35	0.18	0.00		1.00	1200	1200	0	2	
5H-3- 62	37.42	1.38	0.18	0.00		1.00	1200	1200	0	2	
5H-3-102	37.82	1.42	0.48	0.00		1.00	1200	1200	0	6	
5H-4- 42	38.72	1.49	0.20	0.00		1.00	1200	1200	0	2	
5H-4-102	39.32	1.54	0.26	0.00		1.00	1200	1200	0	3	
5H-4-143	39.62	1.57	1.00	0.00		1.00	1200	1200	0	13	
5H-5- 17	39.97	1.60	0.23	0.00		1.00	1200	1200	0	3	
5H-5- 82	40.62	1.94	0.21	0.00	1.07	1.06	1642	1741	0	4	19
5H-5-123	41.03	1.96	0.27	0.00		1.06	1642	1741	0	5	
5H-6- 42	41.72	2.00	0.33	0.00		1.06	1642	1741	0	6	
5H-6- 82	42.12	2.03	0.39	0.00		1.06	1642	1741	0	7	
5H-6-122	42.42	2.05	0.41	0.00		1.06	1642	1741	0	7	
5H-6-142	42.62	2.06	0.99	0.00		1.06	1642	1741	0	17	
6H-1- 20	43.50	2.11	0.88	0.00		1.06	1642	1741	0	15	
6H-1-102	44.32	2.16	0.33	0.00		0.88	1642	1445	0	5	
6H-1-142	44.72	2.19	0.23	0.00		0.88	1642	1445	0	3	
6H-2- 20	45.00	2.20	0.21	0.00		0.88	1642	1445	0	3	

A.3.3: Tabelle der Grunddaten und Akkumulationsraten von Bohrung 643 (Fortsetzung).

Bohrung 643A			%	%	%						
Probe	Tiefe m	Alter Ma	TOC	Gesamt Karbonat	Opal	Dd g/cm ³	LSR cm/my	ARBULK g/cm ² /my	ARKARB g/cm ² /my	ARTOC g/cm ² /my	AROPAL g/cm ² /my
6H-2-102	45.82	2.25	0.30	0.00		0.88	1642	1445	0	4	
6H-2-120	45.00	2.27	0.67	0.00		0.88	1642	1445	0	10	
6H-2-142	45.20	2.28	0.64	0.00		0.88	1642	1445	0	9	
6H-3- 42	46.72	2.31	0.25	0.00	1.10	0.88	1642	1445	0	4	16
6H-3- 83	47.13	2.33	0.20	0.00		0.95	1642	1560	0	3	
6H-3-120	47.50	2.36	0.23	0.00		0.95	1642	1560	0	4	
6H-4- 20	48.00	2.39	0.23	0.00		0.95	1642	1560	0	4	
6H-4- 61	48.40	2.41	0.23	0.00		0.95	1642	1560	0	4	
6H-4-102	48.82	2.44	0.32	0.00		0.95	1642	1560	0	5	
6H-5- 42	49.72	2.49	0.25	0.00		0.71	1642	1166	0	3	
6H-5- 83	50.13	2.52	0.31	0.00		0.71	1642	1166	0	4	
6H-5-120	50.50	2.54	0.25	0.00		0.71	1642	1166	0	3	
6H-6- 42	51.22	2.58	0.15	0.00		0.71	1642	1166	0	2	
6H-6- 60	51.40	2.59	0.19	0.00		0.71	1642	1166	0	2	
7H-1- 62	53.42	3.34	0.14	0.00	3.07	0.58	1420	824	0	1	25
7H-1-122	54.06	3.38	0.21	5.25		0.58	1420	824	43	2	
7H-2- 41	54.72	3.44	0.19	0.00		0.58	995	577	0	1	
7H-2-105	55.35	3.50	0.26	45.39		0.58	995	577	262	2	
7H-3- 41	56.21	3.59	0.29	18.21		0.70	995	697	127	2	
7H-3- 82	56.62	3.63	0.23	27.02		0.70	995	697	188	2	
7H-3-122	57.02	3.67	0.27	42.57		0.70	995	697	297	2	
7H-4- 41	57.72	3.74	0.30	38.87		0.70	995	697	271	2	
7H-4- 83	58.13	3.78	0.29	16.96	13.83	0.70	995	697	118	2	96
7H-4-122	58.53	3.82	0.23	9.80		0.46	995	458	45	1	
7H-5- 41	59.21	3.89	0.23	10.28		0.46	995	458	47	1	
7H-5- 83	59.62	3.93	0.17	0.00		0.46	995	458	0	1	
7H-5-122	60.02	3.97	0.14	0.00		0.46	995	458	0	1	
8H-1- 35	62.65	6.32	0.13	0.00	39.03	0.53	1402	743	0	1	290
8H-2- 35	64.15	6.43	0.12	0.00		0.53	1402	743	0	1	
8H-3- 35	65.65	6.54	0.09	0.00		0.53	1402	743	0	1	
8H-4- 35	67.15	6.65	0.11	0.00		0.66	1402	925	0	1	
8H-5- 35	68.65	6.75	0.57	2.96		0.66	1402	925	27	5	
8H-6- 35	70.15	6.86	0.37	0.00	51.94	0.57	1402	799	0	3	415
8H-C- 36	71.66	6.97	0.30	0.00		0.57	1402	799	0	2	
9H-1- 40	72.20	7.01	0.63	8.39		0.57	1402	799	67	5	
9H-2- 40	73.70	7.11	0.36	5.54	55.58	0.57	1402	799	44	3	444
9H-3- 40	75.20	7.22	0.19	5.63		0.52	1402	729	41	1	
9H-4- 40	76.70	7.33	0.24	13.25		0.52	1402	729	97	2	
9H-5- 40	78.20	7.44	0.26	0.03		0.49	1020	500	0	1	
9H-6- 40	79.70	7.59	0.16	0.00	41.74	0.49	1020	500	0	1	209
9H-7- 40	81.20	7.74	0.32	8.39		0.54	1020	551	46	2	
10H-1- 40	81.70	7.79	0.49	13.03		0.54	1020	551	72	3	
10H-2- 40	83.20	7.92	0.22	8.67	45.15	0.54	1937	1046	91	2	472
10H-3- 40	84.70	7.99	0.20	19.22		0.54	1937	1046	201	2	
10H-4- 40	86.20	8.07	0.37	12.85	37.59	0.61	1937	1182	152	4	444
10H-5- 40	87.70	8.15	0.86	0.00	38.87	0.61	1937	1182	0	10	459
10H-6- 40	89.20	8.23	0.83	0.00		0.55	1937	1065	0	9	
10H-7- 40	90.70	8.30	0.29	15.86		0.55	1937	1065	169	3	
11H-1- 40	91.20	8.33	0.23	4.36		0.55	1937	1065	46	2	
11H-2- 40	92.70	8.41	0.24	7.61	46.21	0.49	1937	949	72	2	439
11H-3- 40	94.20	8.49	0.19	3.07		0.49	1937	949	29	2	
11H-4- 40	95.70	8.56	0.22	0.00	44.89	0.56	1937	1085	0	2	487
11H-5- 40	97.20	8.64	0.75	16.87		0.56	1937	1085	183	8	

A.3.3: Tabelle der Grunddaten und Akkumulationsraten von Bohrung 643 (Fortsetzung).

Bohrung 643A			%	%	%						
Probe	Tiefe m	Alter Ma	TOC	Gesamt Karbonat	Opal	Od g/cm ³	LSR cm/my	ARBULK g/cm ² /my	ARKARB g/cm ² /my	ARTOC g/cm ² /my	AROPAL g/cm ² /my
11H-6- 40	98.70	8.72	0.31	20.03		0.50	1937	968	194	3	
11H-7- 16	99.96	8.78	0.16	0.00		0.50	1937	968	0	2	
12H-1- 40	100.70	13.71	0.34	0.00		0.50	4700	2350	0	8	
12H-2- 40	102.20	13.74	0.63	0.00	42.85	0.57	4700	2679	0	17	1148
12H-3- 40	103.70	13.77	0.41	0.00		0.57	4700	2679	0	11	
12H-4- 40	105.20	13.90	1.12	0.00		0.59	4600	2714	0	30	
12H-5- 40	106.70	13.94	0.70	0.00	46.45	0.59	4600	2714	0	19	1261
12H-6- 40	108.20	13.97	0.65	0.00		0.47	4600	2162	0	14	
13H-1- 40	110.20	14.01	1.21	0.00		0.47	4600	2162	0	26	
13H-2- 40	111.70	14.05	1.44	0.00	43.17	0.54	4600	2484	0	36	1072
13H-3- 40	113.20	14.08	1.61	0.00		0.54	4600	2484	0	40	
13H-4- 40	114.70	14.66	0.45	0.00	55.55	0.50	9209	4604	0	21	2558
13H-5- 40	116.20	14.67	0.39	0.00		0.50	9209	4604	0	18	
13H-6- 40	117.70	14.69	0.39	0.00	37.17	0.51	9209	4697	0	18	1746
13H-7- 40	119.20	14.70	0.35	0.00		0.51	9209	4697	0	16	
14H-1- 40	119.70	14.71	0.60	0.00	57.13	0.46	9209	4236	0	25	2420
14H-2- 40	121.20	14.73	0.31	0.00	52.68	0.46	9209	4236	0	13	2232
14H-3- 40	122.70	14.74	0.44	0.00		0.46	9209	4236	0	19	
14H-4- 40	124.20	14.76	0.74	0.00	59.70	0.52	9209	4789	0	35	2859
14H-5- 40	125.70	14.77	0.67	0.00		0.52	9209	4789	0	32	
14H-6- 40	127.20	14.79	1.84	0.00		0.47	9209	4328	0	80	
15H-1- 39	129.19	14.81	0.51	0.00		0.47	9209	4328	0	22	
15H-2- 39	130.69	14.83	0.46	0.00	65.15	0.44	9209	4052	0	19	2640
15H-3- 39	132.19	14.85	0.39	0.00		0.44	9209	4052	0	16	
15H-4- 39	133.69	14.86	0.57	0.00	63.39	0.46	9209	4236	0	24	2685
15H-5- 39	135.19	14.89	0.68	0.00		0.46	3185	1465	0	10	
15H-6- 39	136.69	14.94	0.30	0.00		0.45	3185	1433	0	4	
16H-1- 38	138.68	15.00	0.26	0.00	63.57	0.45	3185	1433	0	4	911
16H-2- 38	140.18	15.05	0.37	0.00		0.51	3185	1624	0	6	
16H-3- 38	141.68	15.10	0.37	12.30	70.14	0.51	3185	1624	200	6	1139
16H-4- 38	143.18	15.14	0.35	0.00		0.49	3185	1561	0	5	
16H-5- 38	144.68	15.19	0.72	0.00	64.98	0.49	3185	1561	0	11	1014
16H-6- 38	146.18	15.24	0.89	0.00		0.57	3185	1815	0	2	
16H-7- 38	147.68	15.29	0.36	0.00		1.16	3185	3695	0	13	
17X-1- 50	148.30	15.30	0.29	0.00	50.04	1.16	3185	3695	0	11	2144
18X-1- 40	157.70	15.60	0.32	0.00		0.45	3185	1433	0	5	
18X-2- 40	159.20	15.65	0.81	0.00	58.37	0.45	3185	1433	0	12	837
19X-1- 41	167.21	15.90	0.24	0.00	49.36	0.56	3185	1784	0	4	880
19X-2- 41	168.71	15.95	0.29	0.00	54.39	0.78	3185	2484	0	7	1351
19X-3- 41	170.21	15.99	0.35	0.00		0.78	3185	2484	0	9	
19X-4- 41	171.71	16.04	0.31	0.00		0.78	3185	2484	0	8	
19X-5- 41	173.21	16.09	0.46	0.00		0.78	3185	2484	0	11	
19X-6- 41	174.71	16.13	0.46	0.00	57.06	0.69	3185	2198	0	10	1254
20X-1- 41	176.71	16.20	0.29	0.00		0.46	3185	1465	0	4	
20X-2- 41	178.21	16.24	0.45	0.00		0.46	4441	2043	0	9	
20X-3- 41	179.71	16.27	0.69	0.00		0.46	4441	2043	0	14	
20X-4- 41	181.21	16.30	0.56	0.00	63.75	0.77	4441	3420	0	19	2180
20X-5- 41	182.71	16.34	0.62	0.00		0.77	4441	3420	0	21	
20X-6- 41	184.21	16.37	0.55	0.00	61.93	0.53	4441	2354	0	13	1458
22X-1- 40	195.70	16.63	0.49	0.00		0.48	4441	2132	0	10	
22X-2- 40	197.20	16.66	0.62	0.00		0.48	4441	2132	0	13	
22X-3- 40	198.70	16.70	0.70	0.00	56.00	0.47	4441	2087	0	15	1169
22X-4- 40	200.20	16.73	0.54	0.00		0.47	4441	2087	0	11	

A.3.3: Tabelle der Grunddaten und Akkumulationsraten von Bohrung 643 (Fortsetzung).

Bohrung 643A		%	%	%							
Probe	Tiefe m	Alter Ma	TOC	Gesamt Karbonat	Opal	Dd g/cm3	LSR cm/my	ARBULK g/cm2/my	ARKARB g/cm2/my	ARTOC g/cm2/my	AROPAL g/cm2/my
	281.20	16.75	0.62			0.43	4441	1910			12
22X-5-48	281.70	16.77	0.70	0.00		0.43	4441	1910	0		13
22X-6-48	283.20	16.80	0.68	0.00		0.43	4441	1910	0		13
22X-7-48	284.70	16.83	0.73	0.00		0.43	4441	1910	0		14
23X-1-39	285.49	16.85	0.65	0.00		0.43	4441	1910	0		12
23X-2-39	286.99	16.88	0.60	0.00		0.43	4441	1910	0		11
23X-3-39	288.49	16.92	0.68	0.00	58.26	0.43	4441	1910	0		13
23X-4-39	289.99	16.95	1.01	0.00		0.56	4441	2487	0		25
23X-5-39	211.49	17.00	0.54			0.56	1780	997			5
23X-6-39	212.99	17.00	0.82	0.00		0.56	1780	997	0		8
23X-7-39	214.49	17.16	0.70	0.00	61.27	0.56	1780	997	0		7
24X-1-39	215.29	17.21	0.44	0.00		0.56	1780	997	0		4
24X-2-39	216.79	17.29	0.64	0.00		0.56	1780	997	0		6
24X-3-39	218.29	17.38	0.44	0.00	50.71	0.56	1780	997	0		4
24X-4-39	219.79	17.46	0.46	0.00		0.57	1780	1015	0		5
24X-5-39	221.29	17.55	0.75	0.00		0.57	1780	1015	0		8
24X-6-39	222.79	17.60	0.87	0.00		0.56	3400	1904	0		17
24X-7-39	224.29	17.64	0.87	0.00		0.56	3400	1904	0		17
25X-1-50	225.20	17.67	0.74	0.00		0.56	3400	1904	0		14
25X-2-50	226.70	17.72	0.73	0.00		0.56	3400	1904	0		14
25X-3-50	228.20	17.76	0.66	0.00	54.33	0.56	3400	1904	0		13
25X-4-50	229.70	17.80	0.71	0.00		0.44	3400	1496	0		11
25X-5-50	231.20	17.85	0.72	0.00	53.90	0.44	3400	1496	0		11
	232.20	17.88	0.66			0.44	3400	1496			10
25X-6-50	232.70	17.89	0.58	0.00		0.44	3400	1496	0		9
25X-7-50	234.20	17.94	0.63	0.00		0.44	3400	1496	0		9
26X-1-40	234.90	17.96	0.72	0.00		0.44	3400	1496	0		11
26X-2-40	236.40	18.00	0.92	0.00		0.44	3400	1496	0		14
26X-3-40	237.90	18.04	0.81	0.00	77.88	0.44	3400	1496	0		12
26X-4-40	239.40	18.09	0.77	0.00		0.44	3400	1496	0		12
26X-5-40	240.90	18.13	0.65	0.00		0.45	3022	1360	0		9
26X-6-40	242.40	18.18	0.79	0.00	62.50	0.45	3022	1360	0		11
27X-1-40	244.70	18.26	0.79	0.00		0.51	3022	1541	0		12
27X-2-40	246.20	18.31	0.87	0.00		0.51	3022	1541	0		13
27X-3-40	247.70	18.36	1.07	0.00	59.63	0.45	3022	1360	0		15
27X-4-40	249.20	18.41	0.72	0.00		0.45	3022	1360	0		10
27X-5-40	250.70	18.46	0.82	0.00		0.49	3022	1481	0		12
27X-6-40	252.20	18.51	0.86	0.00		0.50	3022	1511	0		13
28X-1-40	254.50	18.58	0.84	0.00		0.49	3022	1481	0		12
28X-2-40	256.00	18.63	0.79	0.00		0.49	3022	1481	0		12
28X-3-40	257.50	18.68	1.14	0.00		0.42	3022	1269	0		14
28X-4-40	259.00	18.73	0.95	0.00	61.60	0.42	3022	1269	0		12
28X-5-40	260.50	18.78	0.75	0.00		0.41	3022	1239	0		9
	261.60	18.82	0.73			0.41	3022	1239			9
28X-6-40	262.00	18.83	0.92	0.00		0.41	3022	1239	0		11
29X-1-39	264.29	18.91	0.74	0.00	65.72	0.59	3022	1783	0		13
29X-2-39	265.79	18.96	0.82	0.00		0.59	3022	1783	0		15
29X-3-39	267.29	19.01	0.47	0.00		0.59	3022	1783	0		8
29X-4-39	268.79	19.06	0.61	0.00	53.20	0.49	3022	1481	0		9
29X-5-39	270.29	19.11	0.68	0.00		0.55	3022	1662	0		11
29X-6-39	271.79	19.16	0.59	0.00	47.20	0.55	3022	1662	0		10
	284.00	19.56		0.24		0.93	3022	2810	7		
31X-2-43	285.43	19.61	0.96	0.00		0.93	3022	2810	0		27

A.3.3: Tabelle der Grunddaten und Akkumulationsraten von Bohrung 643 (Fortsetzung).

Bohrung 643A		%	%	%							
Probe	Tiefe m	Alter Ma	TOC	Gesamt Karbonat	Opal	Dd g/cm ³	LSR cm/my	ARBULK g/cm ² /my	ARKARB g/cm ² /my	ARTOC g/cm ² /my	AROPAL g/cm ² /my
31X-3- 43	286.93	19.66	0.67	0.00	12.29	0.93	3022	2810	0	19	345
	287.10	19.66		0.26		0.93	3022	2810	7		
31X-4- 43	288.43	19.71	0.59	0.00		0.87	3022	2629	0	16	
31X-5- 43	289.93	19.76	0.62	0.00		1.63	3022	4926	0	31	
	291.00	19.79	0.80	0.04		0.96	3022	2981	1	23	
	291.00	19.79	0.80			0.96	3022	2981		23	
31X-6- 43	291.43	19.81	0.88	0.00		0.96	3022	2981	0	26	
	291.60	19.81		0.36		0.96	3022	2981	10		
32X-1- 43	293.73	19.88	1.10	0.00		0.84	3022	2538	0	28	
32X-2- 43	295.23	19.93	1.16	0.00		0.84	3022	2538	0	29	
	295.60	19.94		0.17		0.84	3022	2538	4		
32X-3- 43	296.73	19.98	0.76	0.00	20.32	1.45	3022	4382	0	33	890
33X-1- 62	303.72	20.21	1.45	0.00	0.04	0.91	3022	2750	0	40	1
	305.20	20.26		0.29		0.91	3022	2750	8		
34X-1- 38	313.28	20.53	0.82	0.00	0.08	1.26	3022	3808	0	31	3
	315.00	20.59		0.14		1.26	3022	3808	5		
	315.00	20.59	1.08	0.03		1.26	3022	3808	1	41	
	315.00	20.61	1.08			1.26	3022	3808		41	
35X-1- 61	323.31	20.86	0.56	0.00		1.06	3022	3203	0	18	
	323.60	20.87		0.24		1.06	3022	3203	8		
36X-2- 40	332.90	21.18	0.79	0.00		0.92	3022	2780	0	22	
	333.10	21.19		0.11		0.92	3022	2780	3		
	336.10	21.20		0.19		0.92	3022	2780	5		
	339.10	21.38		0.20		0.92	3022	2780	6		
37X-3- 38	342.68	21.50	1.27	0.00		1.15	3022	3475	0	44	
	342.90	21.51		0.16		1.15	3022	3475	6		
	345.90	21.61		0.23		1.15	3022	3475	8		
	346.70	21.64	1.72	0.04		1.17	3022	3536	1	61	
38X-1- 46	352.56	21.83	1.04	0.00		0.96	3022	2901	0	30	
	354.20	21.88		0.24		0.96	3022	2901	7		
39X-1- 58	362.38	22.15	0.35	0.00		0.76	3022	2297	0	8	
	362.50	22.16		0.14		0.76	3022	2297	3		
	381.80	22.80		0.12		1.03	3022	3113	4		
41X-1- 93	382.03	22.80	0.48	0.00		1.03	3022	3113	0	15	
	392.80	23.16		13.30		1.03	3022	3113	414		

A.3.4: Tabelle der Grunddaten und Akkumulationsraten von Bohrung 644.

Bohrung 644A		%	%	%							
Probe	Tiefe m	Alter Ma	TOC	Gesamt Karbonat	Opal	Dd g/cm ³	LSR cm/my	ARBULK g/cm ² /my	ARKARB g/cm ² /my	ARTOC g/cm ² /my	AROPAL g/cm ² /my
1H-1- 22	0.22	0.00	0.65	7.22		1.14	10971	12507	983	81	
1H-1- 59	0.59	0.01	0.44	7.80		1.14	10971	12507	976	55	
1H-1-102	1.02	0.01	0.33	10.98		1.14	10971	12507	1363	41	
1H-1-142	1.42	0.01	0.31	9.88		1.14	10971	12507	1236	39	
1H-2- 22	1.72	0.02	0.48	10.23		1.14	10971	12507	1279	60	
1H-2- 59	2.09	0.02	0.33	8.33		1.14	10971	12507	1042	41	
1H-2-102	2.52	0.02	0.35	10.04		1.14	10971	12507	1256	44	
1H-2-142	2.90	0.03	0.38	8.77		1.14	10971	12507	1097	48	
1H-3- 22	3.22	0.03	0.43	8.14		1.14	10971	12507	1018	54	
1H-3- 59	3.59	0.03	0.33	10.49		1.14	10971	12507	1312	41	
1H-3-102	4.02	0.04	0.39	8.82		0.98	10971	10752	948	42	
1H-3-142	4.42	0.04	0.41	7.78		0.98	10971	10752	836	44	
1H-4- 22	4.72	0.04	0.38	6.73		0.98	10971	10752	724	41	
1H-4- 42	4.92	0.04	0.35	8.05		0.98	10971	10752	866	38	
1H-4- 59	5.09	0.05	0.26	7.39		0.98	10971	10752	795	28	
1H-4- 82	5.30	0.05	0.36	6.92		0.98	10971	10752	744	39	
1H-4-102	5.52	0.05	0.40	7.87		0.98	10971	10752	846	43	
1H-4-122	5.72	0.05	0.37	6.66		0.98	10971	10752	716	40	
1H-5- 22	6.22	0.06	0.35	7.58		0.98	10971	10752	815	38	
1H-5- 59	6.59	0.06	0.43	6.25		0.98	10971	10752	672	46	
1H-5-102	7.02	0.06	0.31	5.52		0.88	10971	9654	533	30	
1H-5-142	7.42	0.07	0.40	10.57		0.88	10971	9654	1020	39	
1H-6- 22	7.72	0.07	0.53	11.02		0.88	10971	9654	1064	51	
1H-6- 59	8.04	0.07	0.54	9.65		0.88	10971	9654	932	52	
1H-6-102	8.52	0.08	0.40	7.26		0.88	10971	9654	701	39	
1H-6-142	8.90	0.08	0.62	8.93		0.88	10971	9654	862	60	
2X-1- 22	9.42	0.09	0.47	11.84		0.88	10971	9654	1143	45	
2X-1- 62	9.82	0.09	1.09	0.62		0.84	10971	9216	57	100	
2X-1-104	10.24	0.09	0.31	11.54		0.84	10971	9216	1063	29	
2X-1-122	10.42	0.09		5.87	0.31	0.84	10971	9216	541		29
2X-1-142	10.62	0.10	0.27	23.86		0.84	10971	9216	2199	25	
2X-2- 22	10.92	0.10	0.45	29.76		0.84	10971	9216	2743	41	
2X-2- 62	11.32	0.10	0.40	8.67		0.84	10971	9216	799	37	
2X-2-104	11.74	0.11	0.45	22.23		0.84	10971	9216	2049	41	
2X-2-142	12.12	0.11	0.41	11.13		0.84	10971	9216	1026	38	
2X-3- 22	12.42	0.11	0.45	13.96		0.84	10971	9216	1287	41	
2X-3- 62	12.82	0.12	0.56	6.73		1.04	10971	11410	768	64	
2X-3-104	13.22	0.12	0.34	6.63		1.04	10971	11410	756	39	
2X-4- 22	13.92	0.13	0.27	15.15		1.04	10971	11410	1729	31	
2X-4- 62	14.32	0.13	0.36	18.21		1.04	10971	11410	2078	41	
2X-4-104	14.74	0.13	0.98	0.73		1.54	10971	16895	123	166	
2X-4-122	14.90	0.14		11.91	0.27	1.54	10971	16895	2012		46
2X-4-142	15.12	0.14	0.41	16.04		1.54	10971	16895	2710	69	
2X-5- 22	15.42	0.14	0.47	8.61		1.54	10971	16895	1455	79	
2X-5- 62	15.82	0.14	0.33	10.59		1.54	10971	16895	1789	56	
3X-1- 42	16.62	0.15	0.43	8.76		1.14	10971	12507	1096	54	
3X-1- 82	17.02	0.16	0.51	4.77		1.14	10971	12507	597	64	
3X-1-122	17.40	0.16	0.29	6.80		1.14	10971	12507	850	36	
3X-2- 22	17.92	0.16	0.42	7.81		1.14	10971	12507	977	53	
3X-2- 62	18.32	0.17	0.29	7.03		1.14	10971	12507	879	36	
3X-2-102	18.72	0.17	0.29	7.52		1.14	10971	12507	941	36	
3X-2-142	19.12	0.17	0.26	5.63		1.14	10971	12507	704	33	
3X-3- 22	19.42	0.18	0.27	5.79		1.14	10971	12507	724	34	

A.3.4: Tabelle der Grunddaten und Akkumulationsraten von Bohrung 644 (Fortsetzung).

Bohrung 644A		%	%	%							
Probe	Tiefe m	Alter Ma	TOC	Gesamt Karbonat	Opal	Dd g/cm3	LSR cm/my	ARBULK g/cm2/my	ARKARB g/cm2/my	ARTOC g/cm2/my	AROPAL g/cm2/my
3X-3- 62	19.82	0.18	0.31	8.29		1.14	10971	12507	1037	39	
3X-3-102	20.20	0.18	0.30	6.07		1.28	10971	14043	852	42	
3X-4- 22	20.42	0.19	0.65	1.33		1.28	10971	14043	187	91	
3X-4- 62	21.32	0.19	0.37	5.09		1.28	10971	14043	715	52	
3X-4-102	21.72	0.20	0.45	3.45		1.28	10971	14043	484	63	
3X-5- 22	22.43	0.20	0.33	7.69		1.28	10971	14043	1080	46	
3X-5- 62	22.82	0.21	0.31	2.16		1.15	10971	12617	273	39	
3X-5-102	23.22	0.21	0.36	2.96		1.15	10971	12617	373	45	
3X-5-122	23.40	0.21		3.22	0.29	1.15	10971	12617	406		37
3X-5-142	23.60	0.22	0.32	9.23		1.15	10971	12617	1165	40	
3X-6- 22	23.99	0.22	0.34	4.59		1.15	10971	12617	579	43	
3X-7- 22	25.42	0.23	0.33	9.94		1.15	10971	12617	1254	42	
4H-1- 22	25.92	0.24	0.41	7.14		0.92	10971	10093	721	41	
4H-1- 62	26.32	0.24	0.58	10.61		0.92	10971	10093	1071	59	
4H-1-102	26.72	0.24	0.56	6.35		0.92	10971	10093	641	57	
4H-1-142	27.12	0.25	0.51	6.60		0.92	9649	8877	586	45	
4H-2- 22	27.42	0.25	0.24	5.63		0.92	9649	8877	500	21	
4H-2- 62	27.82	0.25	0.38	3.36		0.92	9649	8877	298	34	
4H-2-102	28.22	0.26	0.37	4.88		0.92	9649	8877	433	33	
4H-2-142	28.60	0.26	0.41	5.69		0.92	9649	8877	505	36	
4H-3- 42	29.12	0.27	0.36	0.00		0.92	9649	8877	0	32	
4H-3- 82	29.52	0.27	0.45	3.36		1.14	9649	11000	370	49	
4H-3-122	29.90	0.28	0.93	0.95		1.14	9649	11000	104	102	
4H-4- 22	30.42	0.28	0.56	12.06		1.14	9649	11000	1327	62	
4H-4- 62	30.82	0.29	0.54	9.64		1.14	9649	11000	1060	59	
4H-4- 82	31.02	0.29	0.57	9.88		1.14	9649	11000	1087	63	
4H-4-102	31.22	0.29	0.51	8.17		1.14	9649	11000	899	56	
4H-4-122	31.40	0.29	0.57	8.64		1.14	9649	11000	950	63	
4H-4-142	31.60	0.29	0.43	9.97		1.14	9649	11000	1097	47	
4H-5- 22	31.92	0.30	0.44	9.23		1.47	9649	14184	1309	62	
4H-5- 62	32.32	0.30	0.64	3.57		1.47	9649	14184	506	91	
4H-5-102	32.72	0.31	0.69	0.38		1.47	9649	14184	54	98	
4H-5-122	32.92	0.31		2.15	0.22	1.47	9649	14184	305		31
4H-5-142	33.12	0.31	0.27	4.53		1.47	9649	14184	643	38	
4H-6- 22	33.42	0.31	0.31	3.87		1.03	9649	9938	385	31	
4H-6- 62	33.82	0.32	0.57	4.33		1.03	9649	9938	430	57	
5H-1- 22	35.42	0.33	0.45	0.73		1.03	9649	9938	73	45	
5H-1- 62	35.82	0.34	0.76	6.63		1.15	9649	11096	736	84	
5H-1-102	36.22	0.34	0.70	0.27		1.15	9649	11096	30	78	
5H-1-141	36.31	0.34	0.82	1.29		1.15	9649	11096	143	91	
5H-2- 22	36.92	0.35	0.41	1.01		1.15	9649	11096	112	45	
5H-2- 62	37.32	0.35	0.75	11.08		1.15	9649	11096	1229	83	
5H-2- 82	37.52	0.35		15.41	0.2	1.15	9649	11096	1710		22
5H-2-102	37.72	0.36	0.33	10.34		1.15	9649	11096	1147	37	
5H-2-137	38.07	0.36	0.66	10.82		1.15	9649	11096	1201	73	
5H-3- 22	38.42	0.36	0.51	7.02		1.15	9649	11096	779	57	
5H-3- 62	38.82	0.37	0.65	10.38		1.15	9649	11096	1152	72	
5H-3-102	39.22	0.37	0.57	14.09		1.2	9649	11579	1631	66	
5H-3-137	39.60	0.38	0.59	9.78		1.2	9649	11579	1132	68	
5H-4- 22	39.92	0.38	0.92	12.75		1.2	9649	11579	1476	107	
5H-4- 42	40.12	0.38		10.86	0.2	1.2	9649	11579	1257		23
5H-4- 62	40.32	0.38	0.66	10.02		1.2	9649	11579	1160	76	
5H-4-102	40.72	0.39	0.80	11.05		1.2	9649	11579	1279	93	

A.3.4: Tabelle der Grunddaten und Akkumulationsraten von Bohrung 644 (Fortsetzung).

Bohrung 644A		%	%	%							
Probe	Tiefe m	Alter Ma	TOC	Gesamt Karbonat	Opal	Dd g/cm ³	LSR cm/my	ARBULK g/cm ² /my	ARKARB g/cm ² /my	ARTOC g/cm ² /my	AROPAL g/cm ² /my
5H-4-137	41.07	0.39	0.57	9.04		1.2	9649	11579	1047	66	
5H-5- 22	41.42	0.40	0.67	12.41		1.2	9649	11579	1437	78	
5H-5- 62	41.82	0.40	0.86	13.48		1.2	9649	11579	1561	100	
5H-5-102	42.22	0.40	0.94	12.12		1.2	9649	11579	1403	109	
5H-5-141	42.64	0.41	0.48	9.32		1.2	9649	11579	1079	56	
6H-1- 22	44.92	0.43	0.39	11.92		1.48	9649	14281	1702	56	
6H-1- 78	45.48	0.44	0.75	0.78		1.48	9649	14281	111	107	
6H-1-122	45.90	0.44	0.70	0.39		1.48	9649	14281	56	100	
6H-2- 22	46.42	0.45	0.58	9.25		1.48	9649	14281	1321	83	
6H-2- 78	46.92	0.45	0.31	8.97		1.48	9649	14281	1281	44	
6H-2-101	47.21	0.46		14.47	0.38	1.48	9649	14281	2066		54
6H-2-122	47.48	0.46	0.50	9.25		1.48	9649	14281	1321	71	
6H-3- 22	47.92	0.46	0.38	5.57		1.48	9649	14281	795	54	
6H-3- 78	48.48	0.47	0.45	8.46		1.07	9649	10324	873	46	
6H-3-122	48.90	0.47	0.29			1.07	9649	10324		30	
6H-4- 22	49.42	0.48	0.25	23.01		1.07	12595	13477	3101	34	
6H-4- 59	49.79	0.48	0.34	12.11		1.07	12595	13477	1632	46	
6H-5- 22	50.12	0.48	0.27	5.18		1.07	12595	13477	698	36	
6H-4-101	50.21	0.48	0.51	10.55		1.07	12595	13477	1422	69	
6H-5- 78	50.48	0.49	0.63	4.82		1.07	12595	13477	650	85	
6H-5-122	50.90	0.49	0.74	0.28		1.07	12595	13477	38	100	
6H-6- 22	52.42	0.50	0.71	0.83		1.15	12595	14484	120	103	
6H-6- 59	52.79	0.50	0.50	11.44		1.15	12595	14484	1657	72	
6H-6-101	53.21	0.51	0.25	17.17		1.15	12595	14484	2487	36	
7H-1- 22	54.42	0.52	0.68	1.19		1.15	12595	14484	172	98	
7H-1- 64	54.85	0.52	0.31	0.39		1.15	12595	14484	56	45	
7H-2- 22	55.42	0.53	1.12	7.58		1.15	12595	14484	1098	162	
7H-2- 63	56.33	0.53	0.93	11.19		1.56	12595	19648	2199	183	
7H-3- 22	57.42	0.54	1.04	13.38		1.56	12595	19648	2629	204	
7H-3- 42	57.62	0.54		10.9	0.45	1.56	12595	19648	2142		88
7H-3- 64	57.85	0.54	0.51	0.89		1.11	12595	13980	124	71	
7H-4- 22	58.92	0.55	0.80	1.18		1.11	12595	13980	165	112	
7H-4- 65	59.35	0.56	0.90	11.97		1.11	12595	13980	1673	126	
8H-1- 21	63.91	0.59	0.63	7.89		1.44	12595	18137	1431	114	
8H-1- 58	64.29	0.60	0.46	11.88		1.44	12595	18137	2155	83	
8H-2- 21	65.41	0.60	0.54	12.66		1.44	12595	18137	2296	98	
8H-2- 59	65.70	0.61	0.58	11.46		1.44	12595	18137	2078	105	
8H-2-102	66.22	0.61	0.50	11.19		1.44	12595	18137	2030	91	
8H-2-142	66.62	0.61	0.52	9.90		1.44	12595	18137	1796	94	
8H-3- 40	67.11	0.62	0.74	0.89		1.44	12595	18137	161	134	
8H-3- 82	67.50	0.62	0.46	9.76		1.31	12595	16499	1610	76	
8H-3-122	67.90	0.62	0.36	9.39		1.31	12595	16499	1549	59	
8H-4- 22	68.43	0.63	0.54	7.11		1.31	12595	16499	1173	89	
8H-5- 22	69.92	0.64	0.64	1.45		1.31	12595	16499	239	106	
8H-5- 60	70.30	0.64	0.73	0.15		1.09	12595	13729	21	100	
8H-5-122	70.92	0.65	0.27	2.73		1.09	12595	13729	375	37	
8H-5-142	71.12	0.65		1.06	0.26	1.09	12595	13729	255		36
8H-6- 22	71.42	0.65	0.69	7.67		1.09	12595	13729	1053	95	
8H-6- 60	71.80	0.66	0.57	5.16		1.09	12595	13729	708	78	
9H-1- 22	73.43	0.67	0.54	11.63		1.09	12595	13729	1597	74	
9H-1- 59	73.79	0.67	0.72	16.95		1.3	12595	16374	2775	118	
9H-1-102	74.22	0.67	0.65	7.06		1.3	12595	16374	1156	106	
9H-1-142	74.62	0.68	0.29	2.67		1.3	12595	16374	437	47	

A.3.4: Tabelle der Grunddaten und Akkumulationsraten von Bohrung 644 (Fortsetzung).

Bohrung 644A		%	%	%							
Probe	Tiefe m	Alter Ma	TOC	Gesamt Karbonat	Opal	Dd g/cm ³	LSR cm/my	ARBULK g/cm ² /my	ARKARB g/cm ² /my	ARTOC g/cm ² /my	AROPAL g/cm ² /my
9H-2- 40	75.10	0.68	0.30	4.26		1.3	12595	16374	698	49	
9H-2- 82	75.52	0.68	0.31	5.99		1.3	12595	16374	981	51	
9H-2-123	75.93	0.69	0.51	4.98		1.3	12595	16374	815	84	
9H-2-142	76.12	0.69	0.39	1.83		1.3	12595	16374	300	64	
9H-3- 23	76.43	0.69	0.81	7.01		1.3	12595	16374	1148	133	
9H-3- 59	76.79	0.69	0.42	3.39		1.3	12595	16374	555	69	
9H-3- 82	77.02	0.70		7.01	0.48	1.3	12595	16374	1279		79
9H-3-102	77.22	0.70	0.70	6.08		1.3	12595	16374	996	115	
9H-3-142	77.62	0.70	0.70	1.04		1.3	12595	16374	170	115	
9H-4- 40	78.60	0.71	0.63	1.73		0.99	12595	12469	216	79	
9H-4- 82	79.02	0.71	0.38	3.60		0.99	12595	12469	449	47	
9H-4-102	79.22	0.71	0.34	2.51		0.99	12595	12469	313	42	
9H-5- 23	79.93	0.72	0.60	4.94		0.99	12595	12469	616	75	
9H-5- 40	80.10	0.72	0.56	0.77		0.99	12595	12469	96	70	
9H-5- 82	80.52	0.72	0.34	4.41		0.99	12595	12469	550	42	
9H-5-123	80.93	0.73	0.77	1.09		0.99	12595	12469	136	96	
10H-2- 22	84.42	0.76	0.58	16.04		1.05	12595	13225	2121	77	
10H-2- 41	84.61	0.76	0.74	9.46	1.6	1.05	12595	13225	1251	98	212
10H-2-121	85.42	0.76	0.68	17.34		1.05	12595	13225	2293	90	
10H-3- 22	85.92	0.77	0.62	10.74		1.05	12595	13225	1420	82	
10H-3- 57	86.28	0.77	0.70	14.05		1.05	12595	13225	1858	93	
10H-3-101	86.71	0.77	0.54	12.90		1.5	12595	18893	2437	102	
10H-3-142	87.12	0.78	0.28	0.54		1.5	12595	18893	102	53	
10H-4- 41	87.61	0.78	0.63	17.99		1.5	12595	18893	3399	119	
10H-4- 78	87.98	0.78	0.25	5.33		1.5	12595	18893	1007	47	
10H-4-121	88.41	0.79	0.36	20.63		1.5	12595	18893	3898	68	
10H-5- 21	88.91	0.79	0.71	15.34		1.5	12595	18893	2898	134	
10H-5- 57	89.28	0.79	0.64	14.82		1.5	12595	18893	2800	121	
10H-5-101	89.71	0.80	0.51	12.93		1.47	12595	18515	2394	94	
10H-5-121	89.92	0.80		15.15	1.22	1.47	12595	18515	2805		226
10H-6- 21	90.42	0.80	0.28	6.24		1.47	12595	18515	1155	52	
10H-6- 41	90.62	0.80	0.50	6.55		1.47	12595	18515	1213	93	
11H-1- 22	92.42	0.82	0.32	10.68		1.47	12595	18515	1977	59	
11H-1- 60	92.80	0.82	0.29	11.69		1.47	12595	18515	2164	54	
11H-1-100	93.20	0.83	0.44	4.49		1.47	12595	18515	831	81	
11H-1-142	93.62	0.83	0.45	3.43		1.47	12595	18515	635	83	
11H-2- 39	94.09	0.83	0.59	9.01		1.47	12595	18515	1668	109	
11H-2- 81	94.51	0.84	0.59	4.74		1.24	12595	15618	740	92	
11H-2-122	94.92	0.84	0.66	11.92		1.24	12595	15618	1062	103	
11H-3- 22	95.42	0.84	0.53	11.38		1.24	12595	15618	1777	83	
11H-3- 60	95.80	0.85	0.35	22.29		1.24	12595	15618	3481	55	
11H-3-100	96.20	0.85	1.06	2.49		1.24	12595	15618	389	166	
11H-3-142	96.62	0.85	0.36	20.86		1.24	12595	15618	3258	56	
11H-4- 42	97.14	0.86	0.39	17.18		1.24	12595	15618	2683	61	
11H-4- 81	97.51	0.86	0.43	10.66		1.24	12595	15618	1665	67	
11H-4-100	97.70	0.86		4.98	1.69	1.24	12595	15618	778		264
11H-4-122	97.92	0.86	0.61	0.84		1.24	12595	15618	131	95	
11H-5- 22	98.42	0.87	0.50	5.41		1.24	12595	15618	845	78	
11H-5- 60	98.80	0.87	0.50	1.83		1.24	12595	15618	286	78	
11H-5-100	99.30	0.87	0.45	0.81		1.08	12595	13603	110	61	
11H-6- 22	99.92	0.88	0.54	7.50		1.08	12595	13603	1020	73	
11H-6- 60	100.30	0.88	0.72	13.50		1.08	12595	13603	1836	98	
11H-6-100	100.70	0.88	0.75	13.28		1.08	12595	13603	1806	102	

A.3.4: Tabelle der Grunddaten und Akkumulationsraten von Bohrung 644 (Fortsetzung).

Bohrung 644A			%	%	%						
Probe	Tiefe m	Alter Ma	TOC	Gesamt Karbonat	Opal	Dd g/cm ³	LSR cm/my	ARBULK g/cm ² /my	ARKARB g/cm ² /my	ARTOC g/cm ² /my	AROPAL g/cm ² /my
11H-6-142	101.14	0.89	0.73	15.68		1.08	12595	13603	2133	99	
11H-7- 22	101.42	0.89	0.62	13.18		1.08	12595	13603	1793	84	
12H-1- 22	101.91	0.89	0.33	1.00		1.08	12595	13603	136	45	
12H-1- 62	102.30	0.90	0.67	6.76		1.11	12595	13980	945	94	
12H-1-102	102.68	0.90	0.50	3.33		1.11	12595	13980	466	70	
12H-1-142	103.06	0.90	0.49	1.54		1.11	12595	13980	215	69	
12H-2- 42	103.54	0.91	0.60	0.75		1.11	12595	13980	185	84	
12H-2- 82	103.93	0.91	0.56	0.52	1.83	1.11	10400	11544	60	65	211
12H-2-122	104.31	0.91	0.71	13.16		1.11	10400	11544	1519	82	
12H-3- 22	104.79	0.92	0.41	0.44		1.11	10400	11544	51	47	
12H-3- 62	105.18	0.92	0.47	0.41		1.11	10400	11544	47	54	
12H-3-102	105.56	0.93	0.59	0.16		1.06	10400	11024	18	65	
12H-3-142	105.94	0.93	0.28	0.23		1.06	10400	11024	25	31	
12H-4- 42	106.42	0.93	0.51	6.17		1.06	10400	11024	680	56	
12H-4- 82	106.81	0.94	0.55	8.63		1.06	10400	11024	951	61	
12H-5- 22	107.67	0.95	1.08	1.96		1.06	10400	11024	216	119	
12H-5- 62	108.06	0.95	0.75	3.91	0.78	1.06	10400	11024	431	83	86
12H-5-102	108.44	0.95	0.34	0.07		1.05	10400	10920	8	37	
12H-5-142	108.82	0.96	0.33	0.41		1.05	10400	10920	45	36	
12H-6- 42	109.30	0.96	0.51	0.26		1.05	10400	10920	28	56	
12H-6- 82	109.69	0.97	0.68	6.55		1.05	10400	10920	715	74	
12H-6-122	110.07	0.97	0.71	29.23		1.05	10400	10920	3192	78	
12H-7- 22	110.55	0.97	0.80	3.45		1.05	10400	10920	377	87	
12H-7- 42	110.74	0.98	0.79	9.48		1.05	10400	10920	1035	86	
13H-1- 62	111.81	0.99	0.70	7.01		1.10	8188	9007	631	63	
13H-1-102	112.20	0.99	0.74	6.22		1.10	8188	9007	560	67	
13H-1-145	112.62	1.00	0.60	3.76		1.10	8188	9007	339	54	
13H-2- 42	113.08	1.00	0.26	0.34		1.10	8188	9007	31	23	
13H-2- 82	113.47	1.01	0.58	0.48		1.10	8188	9007	43	52	
13H-2-102	113.67	1.01		0.29	1.25	1.10	8188	9007	26		113
13H-2-122	113.87	1.01	0.67	4.44		1.10	8188	9007	400	60	
13H-3- 21	114.35	1.02	0.33	2.34		1.10	8188	9007	211	30	
13H-3-145	114.58	1.02	0.64	5.65		1.10	8188	9007	509	58	
13H-4- 42	116.02	1.04	0.61	4.49		1.10	8188	9007	404	55	
13H-4- 82	116.41	1.04	0.39	10.21		1.10	8188	9007	920	35	
13H-4-122	116.81	1.05	0.79	4.91		1.10	8188	9007	442	71	
13H-5- 42	117.49	1.06	0.66	3.47		1.05	8188	8597	298	57	
13H-5- 86	117.92	1.06	0.45	8.30		1.05	8188	8597	714	39	
13H-6- 42	118.96	1.08	0.76	9.29		1.05	8188	8597	799	65	
13H-6- 82	119.35	1.08	0.65	5.84		1.05	8188	8597	502	56	
13H-7- 42	119.77	1.09	0.35	1.13		1.05	8188	8597	97	30	
13H-7- 82	120.16	1.09	0.78	6.10		1.05	8188	8597	524	67	
13H-7-122	120.55	1.09	0.76	5.45		1.05	8188	8597	469	65	
13H-C- 21	120.76	1.10	0.87	1.36		1.05	8188	8597	117	75	
14H-1- 21	120.91	1.10	0.77	0.68		1.05	8188	8597	58	66	
14H-1- 62	121.32	1.10	0.37	0.52		1.05	8188	8597	45	32	
14H-1-103	121.73	1.11	0.60	0.65		1.05	8188	8597	56	52	
14H-2- 82	123.02	1.12	0.39	0.63		1.64	8188	13428	85	52	
14H-2-123	123.43	1.13	0.30	5.79		1.64	8188	13428	777	40	
14H-3- 21	123.91	1.14	0.91	1.84		1.64	8188	13428	247	122	
14H-3- 62	124.32	1.14	0.58	0.83		1.64	8188	13428	111	78	
14H-3-103	124.72	1.15	0.37	0.55		1.64	8188	13428	74	50	
14H-3-123	124.93	1.15		0.00	2.30	1.64	8188	13428	0		309

A.3.4: Tabelle der Grunddaten und Akkumulationsraten von Bohrung 644 (Fortsetzung).

Bohrung 644A			%	%	%						
Probe	Tiefe m	Alter Ma	TOC	Gesamt Karbonat	Opal	Dd g/cm ³	LSR cm/my	ARBULK g/cm ² /my	ARKARB g/cm ² /my	ARTOC g/cm ² /my	AROPAL g/cm ² /my
14H-4- 21	125.41	1.15	0.67	0.42		1.64	8188	13428	56	90	
14H-4- 62	125.82	1.16	0.69	0.00		1.25	8188	10235	0	71	
14H-4-103	126.22	1.16	0.78	8.44		1.25	8188	10235	864	80	
14H-5- 21	126.91	1.17	0.81	3.93		1.25	8188	10235	402	83	
14H-5- 62	127.32	1.18	0.70	0.00		1.25	8188	10235	0	72	
14H-5-102	127.72	1.18	0.71	5.31	0.69	1.25	8188	10235	543	73	71
14H-5-142	128.12	1.19	0.81	5.12		1.25	8188	10235	524	83	
14H-C- 15	128.35	1.19	0.67	6.27		1.25	8188	10235	642	69	
15H-1- 22	130.42	1.22	0.56	1.54		1.16	8188	9498	146	53	
15H-1- 62	130.82	1.22	0.90	2.23		1.16	8188	9498	212	85	
15H-1- 82	131.02	1.22		0.53	3.62	1.16	8188	9498	50		344
15H-1-102	131.22	1.22	0.83	3.07		1.16	8188	9498	292	79	
15H-1-142	131.62	1.23	0.62	0.00		1.16	8188	9498	0	59	
15H-2- 42	132.12	1.24	0.43	0.11		1.16	8188	9498	10	41	
15H-2- 82	132.52	1.24	0.53	0.00		1.16	8188	9498	0	50	
15H-2-122	132.92	1.25	0.81	1.00		1.16	8188	9498	95	77	
15H-2-142	133.12	1.25	0.88	0.00		1.16	8188	9498	0	84	
15H-3- 42	133.42	1.25	0.93	7.38		1.16	8188	9498	701	88	
15H-3- 82	133.82	1.26	0.77	4.61		1.12	8188	9171	423	71	
15H-3-122	134.22	1.26	1.09	1.78		1.12	8188	9171	163	100	
15H-4- 22	134.92	1.27	0.86	2.08		1.12	8188	9171	191	79	
15H-4- 62	135.32	1.27	0.65	0.54		1.12	8188	9171	50	60	
15H-4-102	135.72	1.28	0.63	0.27	0.74	1.12	8188	9171	25	58	68
15H-4-122	135.92	1.28	0.57	0.67		1.12	8188	9171	61	52	
15H-5- 22	136.42	1.29	0.86	5.85		1.12	8188	9171	536	79	
15H-5- 82	136.82	1.29	0.77	7.04		1.32	8188	10808	761	83	
15H-5-122	137.22	1.30	0.78	7.22		1.32	8188	10808	780	84	
15H-6- 22	137.92	1.31	0.73	7.42		1.32	8188	10808	802	79	
15H-6- 62	138.32	1.31	0.86	0.80		1.32	8188	10808	86	93	
15H-7- 22	139.42	1.33	0.64	0.18		1.32	8188	10808	19	69	
15H-7- 62	139.82	1.33	0.50	0.23		1.32	8188	10808	25	54	
16H-1- 23	139.93	1.33	0.75	8.70		1.32	8188	10808	940	81	
16H-1-102	140.72	1.34	0.67	24.20		1.06	8188	8679	2100	58	
16H-1-120	140.90	1.34	0.65	34.68		1.06	8188	8679	3010	56	
16H-1-142	141.12	1.35	0.52	23.21		1.06	8188	8679	2014	45	
16H-2- 23	141.43	1.35	0.55	19.51	1.85	1.06	8188	8679	1693	48	161
16H-2-102	142.02	1.36	0.31	2.60		1.06	8188	8679	226	27	
16H-2-120	142.20	1.36	0.38	2.17		1.06	8188	8679	188	33	
16H-2-142	142.42	1.36	0.39	6.31		1.06	8188	8679	548	34	
16H-3- 23	142.93	1.37	0.61	0.69		1.06	8188	8679	60	53	
16H-3-102	143.72	1.38	0.74	6.05	3.96	1.03	8188	8434	510	62	334
16H-3-142	144.12	1.38	0.85	5.89		1.03	8188	8434	497	72	
16H-4- 23	144.43	1.39	0.83	1.39		1.03	8188	8434	117	70	
16H-4-102	145.02	1.39	0.70	5.47		1.03	8188	8434	461	59	
16H-4-120	145.20	1.40	0.75	4.42		1.03	8188	8434	373	63	
16H-5- 23	145.93	1.40	0.64	0.94		1.03	8188	8434	79	54	
16H-5-102	146.72	1.41	0.86	10.86	0.73	1.15	8188	9416	1023	81	69
16H-5-142	147.12	1.42	0.87	14.37		1.15	8188	9416	1353	82	
16H-6- 23	147.43	1.42	0.32	1.21		1.15	8188	9416	114	30	
17H-1- 23	149.42	1.45	0.84	0.00		1.15	8188	9416	0	79	
17H-1-122	150.42	1.46	0.63	0.17		1.08	8188	8843	15	56	
17H-2- 22	150.92	1.47	0.73	27.08		1.08	8188	8843	2395	65	
17H-2- 62	151.22	1.47	0.78	0.49		1.08	8188	8843	751	69	

A.3.4: Tabelle der Grunddaten und Akkumulationsraten von Bohrung 644 (Fortsetzung).

Bohrung 644A			%	%	%						
Probe	Tiefe m	Alter Ma	TOC	Gesamt Karbonat	Opal	Dd g/cm3	LSR cm/my	ARSULK g/cm2/my	ARKARB g/cm2/my	ARTOC g/cm2/my	AROPAL g/cm2/my
17H-3- 22	152.42	1.48	0.75	14.06		1.08	8188	8843	1243	66	
17H-3- 62	152.82	1.49	0.77	5.80		1.08	8188	8843	513	68	
17H-4- 22	153.92	1.50	0.79	0.00		1.15	8188	9416	0	74	
17H-4- 42	154.12	1.50		1.53	3.85	1.15	8188	9416	144		363
17H-4-102	154.32	1.51	0.86			1.15	8188	9416		81	
17H-4-142	154.72	1.51	0.69	4.50		1.15	8188	9416	424	65	
17H-5- 22	155.42	1.52	0.78	32.11		1.07	8188	8761	2813	68	
17H-5-122	156.42	1.53	0.78	7.90		1.07	8188	8761	692	68	
17H-6- 22	157.42	1.54	0.69	0.56	0.74	1.07	8188	8761	49	68	65
17H-6- 62	157.62	1.55	0.69	0.00		1.07	8188	8761	0	68	
18H-1- 42	159.12	1.57	0.58	0.00		1.51	8188	12364	0	72	
18H-1-102	159.52	1.57	0.86	3.22		1.51	8188	12364	398	106	
18H-1-142	159.92	1.58	0.75	5.13		1.51	8188	12364	634	93	
18H-2- 42	160.62	1.58	0.64	0.45		1.51	8188	12364	56	79	
18H-2-102	161.20	1.59	0.57	0.39		1.51	8188	12364	48	70	
18H-2-142	161.62	1.60	0.66	1.64		1.51	8188	12364	203	82	
18H-3- 42	162.12	1.60	0.60	1.82		1.51	8188	12364	225	74	
18H-3- 58	162.30	1.60		0.00	3.83	1.51	8188	12364	0		474
18H-3-102	162.52	1.61	0.56	9.03		1.12	8188	9171	828	51	
18H-3-142	162.92	1.61	0.34	0.00		1.12	8188	9171	0	31	
18H-4- 42	163.62	1.62	0.76	0.80		1.12	8188	9171	73	70	
18H-4-102	164.20	1.63	0.62	0.00		1.12	8188	9171	0	57	
18H-5- 42	165.12	1.64	0.80	4.85		1.12	8188	9171	445	73	
18H-5-102	165.52	1.64	0.37	2.78		1.08	8188	8843	246	33	
18H-5-142	165.92	1.65	0.63	9.88		1.08	8188	8843	874	56	
18H-6- 42	166.62	1.66	0.41	2.37	0.89	1.08	8188	8843	210	36	79
18H-6- 58	166.80	1.66	0.58	3.88		1.08	8188	8843	343	51	
18H-7- 42	168.12	1.68	1.40	0.47		1.08	6345	6853	32	96	
18H-7- 58	168.30	1.68	0.76	1.21		1.08	6345	6853	83	52	
19H-2- 22	169.92	1.71	0.63	5.30		1.08	6345	6853	363	43	
19H-2-100	170.70	1.72	0.51	1.08		1.08	6345	6853	74	35	
19H-3- 22	171.42	1.73	0.88	1.35		1.08	6345	6853	93	68	
19H-3- 82	172.02	1.74		0.50	3.92	1.08	6345	6853	582		269
19H-3- 98	172.22	1.74	0.76	10.10		1.08	6345	6853	692	52	
19H-3-142	172.62	1.75	0.74	3.64		1.08	6345	6853	249	51	
19H-4- 22	172.92	1.76	0.87	1.89		1.15	6345	7297	138	63	
19H-4-100	173.70	1.77	0.69	2.92		1.15	6345	7297	213	50	
19H-4-142	174.12	1.77	0.77	0.70		1.15	6345	7297	51	56	
20H-1- 42	178.12	1.84	0.49	0.00		1.27	6345	8058	0	39	
20H-1-102	178.42	1.84	0.81	13.34		1.27	6345	8058	1075	65	
20H-1-142	178.82	1.85	0.71	5.22		1.27	6345	8058	421	57	
20H-2- 42	179.60	1.86	0.52	0.04		1.27	6345	8058	3	42	
20H-2-102	180.00	1.87	0.66	15.40		1.27	6345	8058	1241	53	
20H-2-142	180.40	1.87	0.62	12.70		1.27	6345	8058	1023	50	
20H-3- 42	181.10	1.88	0.65	0.00		1.27	7520	9550	0	62	
20H-3- 82	181.30	1.89	0.72	4.30		1.27	7520	9550	411	69	
20H-3-102	181.50	1.89		5.42	1.08	1.08	7520	8122	440		88
20H-3-122	181.70	1.89	0.65	0.75		1.08	7520	8122	61	53	
20H-4- 42	182.60	1.90	0.77	4.22		1.08	7520	8122	343	63	
20H-4- 82	182.80	1.91	0.73	0.00		1.08	7520	8122	0	59	
20H-4-122	183.20	1.91	0.75	0.27		1.08	7520	8122	22	61	
20H-5- 42	184.10	1.92	0.91	0.33		1.08	7520	8122	27	74	
20H-5-102	184.40	1.93	0.50	0.00		1.04	7520	7821	0	39	

A.3.4: Tabelle der Grunddaten und Akkumulationsraten von Bohrung 644 (Fortsetzung).

Bohrung 644A			%	%	%						
Probe	Tiefe m	Alter Ma	TOC	Gesamt Karbonat	Opal	Dd g/cm ³	LSR cm/my	ARBULK g/cm ² /my	ARKARB g/cm ² /my	ARTOC g/cm ² /my	ARDPAL g/cm ² /my
21H-1- 22	185.81	1.94	0.77	0.29	5.54	1.04	7520	7821	23	68	433
21H-1- 62	185.39	1.94	0.83	0.00		1.04	7520	7821	0	65	
21H-1-102	185.77	1.95	0.92	0.00		1.04	7520	7821	0	72	
21H-1-122	185.95	1.95		0.18	5.88	1.04	7520	7821	8		468
21H-1-142	186.15	1.95	0.95	0.22		1.04	7520	7821	17	74	
22H-1- 22	187.81	1.96	0.85	0.52		1.04	7520	7821	41	66	
22H-1-102	187.77	1.97	0.69	2.96		1.04	7520	7821	231	54	
22H-2- 42	188.62	1.98	0.65	1.41		1.16	7520	8723	123	57	
22H-2-102	189.19	1.99	0.77	0.21		1.16	7520	8723	18	67	
22H-3- 22	189.86	2.00	0.46	0.00		1.16	7520	8723	0	48	
22H-3- 62	190.24	2.01	0.53	0.00		1.16	7520	8723	0	46	
22H-3-122	190.81	2.01	0.40	0.00		1.51	7520	11355	0	45	
22H-4- 22	191.28	2.02	0.34	0.00		1.51	7520	11355	0	39	
22H-4- 62	191.66	2.02	0.81	12.90		1.51	7520	11355	1465	92	
22H-4-102	192.04	2.03		0.00	1.66	1.16	7520	8723	0		145
22H-4-121	192.22	2.03	0.68	0.00		1.16	7520	8723	0	59	
22H-5- 42	192.98	2.04	0.75	0.00		1.16	7520	8723	0	65	
22H-5- 98	193.43	2.05	0.37	0.00	1.13	1.16	7520	8723	0	32	99
23H-1- 39	194.45	2.06	0.73	7.83		1.16	7520	8723	683	64	
23H-2- 42	195.81	2.08	0.76	0.99		1.35	7520	10152	101	77	
23H-2-102	196.34	2.09	0.78	0.00		1.35	7520	10152	0	71	
23H-2-142	196.78	2.09	0.98	1.19		1.35	7520	10152	121	99	
23H-3- 42	197.14	2.10	0.91	0.50		1.35	7520	10152	51	92	
23H-3-102	197.68	2.10	0.59	0.18		1.35	7520	10152	18	68	
23H-3-142	198.03	2.11	0.59	0.00		1.35	7520	10152	0	68	
23H-4- 42	198.48	2.11	0.31	0.26		1.35	7520	10152	26	31	
23H-4-102	199.01	2.12	0.89	0.00		1.35	7520	10152	0	90	
23H-4-122	199.19	2.12		0.00	2.41	1.35	7520	10152	0		245
23H-4-142	199.37	2.13	0.71	0.00		1.23	7520	9250	0	66	
23H-5- 42	199.81	2.13	0.85	0.00		1.23	7520	9250	0	79	
23H-5-102	200.35	2.14	0.72	0.22		1.23	7520	9250	28	67	
23H-5-142	200.70	2.14	0.44	0.00		1.23	7520	9250	0	41	
24H-1- 20	201.30	2.15	0.65	0.00		1.23	7520	9250	0	68	
24H-1- 65	201.74	2.16	0.42	0.00		1.23	7520	9250	0	39	
24H-1-102	202.18	2.16	0.83	0.00		1.23	7520	9250	0	77	
24H-1-134	202.41	2.17	0.75	0.00	1.14	1.23	7520	9250	0	69	185
24H-2- 65	203.21	2.18	0.72	1.87		1.20	7520	9024	169	65	
24H-2-102	203.57	2.18		0.19	2.35	1.20	7520	9024	17		212
24H-2-120	203.75	2.19	0.83	2.16		1.20	7520	9024	195	75	
24H-3- 65	204.68	2.20	0.74	0.00		1.18	7520	8874	0	66	
24H-3-102	205.04	2.20	0.92	1.56		1.18	7520	8874	138	82	
24H-3-142	205.43	2.21	0.86	0.15		1.18	7520	8874	13	76	
24H-4- 20	205.71	2.21	0.68	0.35		1.18	7520	8874	31	68	
25H-1- 22	206.20	2.22	0.65	0.19		1.18	7520	8874	17	58	
25H-1- 82	206.80	2.23	0.83	0.04		1.18	7520	8874	4	74	
25H-1-122	207.20	2.23	0.75	0.00		1.17	7520	8798	0	66	
25H-2- 22	207.70	2.24	0.68	2.93		1.17	7520	8798	258	60	
25H-2- 82	208.32	2.25	0.34	0.00		1.17	7520	8798	0	38	
25H-2-122	208.72	2.25		0.00	3.48	1.16	7520	8723	0		384
25H-2-142	209.10	2.26	0.71	0.00		1.16	7520	8723	0	62	
25H-3- 22	209.20	2.26	0.58	0.00		1.16	7520	8723	0	51	
25H-3- 62	209.60	2.26	0.60	0.00		1.16	7520	8723	0	52	
26H-1- 22	210.71	2.28	0.83	0.02		1.16	7520	8723	2	72	

A.3.4: Tabelle der Grunddaten und Akkumulationsraten von Bohrung 644 (Fortsetzung).

Bohrung 644A		%	%	%							
Probe	Tiefe m	Alter Ma	TOC	Gesamt Karbonat	Dpal	Dd g/cm ³	LSR cm/my	ARBULK g/cm ² /my	ARKARB g/cm ² /my	ARTOC g/cm ² /my	AROPAL g/cm ² /my
26H-1- 62	211.18	2.28	0.66	0.00		1.19	7520	8949	0	59	
26H-1-102	211.52	2.29	0.77	0.61		1.19	7520	8949	55	69	
26H-1-142	211.92	2.29	1.04	0.52		1.19	7520	8949	47	93	
26H-2- 22	212.17	2.30	0.76	6.04		1.19	7520	8949	541	68	
26H-2- 62	212.56	2.30	0.80	0.41		1.19	7520	8949	37	72	
26H-2-102	212.94	2.31	0.64	0.00		1.19	7520	8949	0	57	
26H-2-122	213.14	2.31		0.26	1.30	1.19	7520	8949	23		116
26H-2-142	213.33	2.31	0.64	0.00		1.19	7520	8949	0	57	
26H-3- 22	213.62	2.32	0.90			1.19	7520	8949		81	
26H-3- 42	213.82	2.32	0.81	0.00		1.22	7520	9174	0	74	
27H-1-102	215.30	2.34	0.80	0.20		1.22	7520	9174	18	73	
27H-1-122	215.50	2.34	0.63	0.00		1.22	7520	9174	0	58	
28H-1-102	217.05	2.36	0.86	5.49		1.37	7520	10302	566	89	
28H-1-122	217.23	2.36		0.00	1.28	1.37	7520	10302	0		132
28H-1-142	217.42	2.37	0.61	0.21		1.37	7520	10302	22	63	
28H-2-102	218.44	2.38	0.71	0.00		1.37	7520	10302	0	73	
28H-2-142	218.82	2.39	0.65	0.00		1.37	7520	10302	0	67	
28H-3-102	219.84	2.40	0.43	0.51	1.06	1.21	7520	9099	46	39	96
29H-1-102	222.10	2.43	0.80	0.00		1.20	7520	9024	0	72	
29H-1-122	222.30	2.43		0.62	5.18	1.20	7520	9024	56		467
29H-1-142	222.50	2.43	0.76	0.00		1.20	7520	9024	0	69	
29H-2-102	223.60	2.45	0.60	0.00		1.20	7520	9024	0	61	
29H-2-142	223.90	2.45	0.62	0.00		1.20	7520	9024	0	56	
29H-3-102	225.10	2.47	0.70	0.00		1.16	7520	8723	0	61	
29H-3-122	225.30	2.47	0.57	0.00		1.16	7520	8723	0	50	
30H-1-102	227.12	2.50	0.60	0.00		1.04	7520	7821	0	53	
30H-1-142	227.51	2.50	0.73	0.00		1.04	7520	7821	0	57	
30H-2-102	228.60	2.52	0.71	1.12		1.04	7520	7821	88	56	
30H-2-142	229.02	2.52	0.77	4.86		1.04	7520	7821	380	60	
30H-3-102	230.12	2.54	0.60	0.00		1.05	7520	7896	0	54	
30H-3-142	230.52	2.54	0.55	0.00		1.05	7520	7896	0	43	
30H-4-102	231.60	2.56	0.56	0.41		1.05	7520	7896	32	44	
30H-4-122	231.82	2.56		0.95	8.70	1.05	7520	7896	75		687
30H-4-142	232.02	2.56	0.49	0.00		1.05	7520	7896	0	39	
31H-1-102	233.10	2.58	0.39	0.00		1.00	7520	7520	0	29	
31H-1-142	233.32	2.58	0.60	0.00	1.18	1.00	7520	7520	0	51	89
31H-2-102	234.60	2.60	0.81	0.00		1.00	7520	7520	0	61	
31H-2-142	234.92	2.60	0.82	0.00		1.00	7520	7520	0	62	
31H-3-102	236.12	2.62	0.66	0.00		0.96	7520	7219	0	48	
31H-3-122	236.32	2.62	0.84	0.00		0.96	7520	7219	0	61	
32H-1-102	239.12	2.66	0.92	5.76		0.96	7520	7219	416	66	
32H-2-102	240.62	2.68	0.87	3.00		0.94	7520	7069	212	61	
32H-2-122	240.82	2.68		10.56	19.15	0.94	7520	7069	746		1354
32H-2-142	241.02	2.68	0.81	6.20		0.94	7520	7069	438	57	
32H-3-102	242.12	2.70	0.81	7.92		0.94	7520	7069	560	57	
32H-3-122	242.32	2.70		6.57	15.60	0.94	7520	7069	464		1103
32H-3-142	242.52	2.70	0.76	5.70		0.94	7520	7069	403	54	
32H-4-102	243.60	2.71	0.72	11.75		0.84	7520	6317	742	45	
32H-4-122	243.82	2.72	0.69	14.48		0.84	7520	6317	915	44	
33H-1-102	244.72	2.73	0.63	16.27		0.84	7520	6317	1028	40	
33H-1-122	244.92	2.73		17.41	14.23	0.84	7520	6317	1100		899
33H-1-142	245.12	2.74	0.60	26.59		0.84	7520	6317	1680	43	
34H-1-102	246.86	2.76	0.63	0.00		1.03	7520	7746	0	49	

A.3.4: Tabelle der Grunddaten und Akkumulationsraten von Bohrung 644 (Fortsetzung).

Bohrung 644A		X	X	X							
Probe	Tiefe m	Alter Ma	TOC	Gesamt Karbonat	Opal	Dd g/cm ³	LSR cm/my	ARBULK g/cm ² /my	ARKARB g/cm ² /my	ARTOC g/cm ² /my	ARDPAL g/cm ² /my
34H-1-122	247.02	2.76		2.87	24.00	1.03	7520	7746	222		1859
34H-1-142	247.19	2.76	0.67	0.00		1.03	7520	7746	0	52	
34H-2-102	248.12	2.78	0.62	1.68		1.03	7520	7746	130	48	
34H-2-142	248.45	2.78	0.65	0.00		1.03	7520	7746	0	50	
34H-4-102	250.64	2.81	0.75	0.00		1.03	7520	7746	0	58	
34H-4-122	250.80	2.81	0.77	2.39		1.03	7520	7746	185	60	
34H-5-102	251.90	2.83	0.86	15.48		1.03	7520	7746	1199	67	
34H-5-142	252.23	2.83	0.94	3.64		1.03	7520	7746	282	73	
34H-6-102	253.16	2.84	1.00	22.73		1.03	7520	7746	1761	77	
34H-6-142	253.49	2.85	0.95	16.82		1.03	7520	7746	1303	74	

A.3.5: Tabelle der Grunddaten und Akkumulationsraten von Bohrung 646.

Bohrung 646A			%	%	%						
Probe	Tiefe m	Alter Ma	TOC	Gesamt Karbonat	Opal	Dd g/cm ³	LSR cm/my	ARBULK g/cm ² /my	ARKARB g/cm ² /my	ARTOC g/cm ² /my	AROPAL g/cm ² /my
1H-1- 45	0.45	0.01		39.00		0.59	7900	4661	1818		
1H-1- 67	0.67	0.01	0.27	29.45	2.07	0.59	7900	4661	1373	13	96
1H-2- 12	1.62	0.02		5.00		0.59	7900	4661	233		
1H-2- 75	2.25	0.03		7.00		0.59	7900	4661	326		
1H-3- 68	3.68	0.05		5.28	0.42	0.54	7900	4266	225		18
2H-1- 75	5.75	0.07		8.00		0.75	7900	5925	474		
2H-1- 82	5.82	0.07		5.23	0.75	0.75	7900	5925	310		44
2H-2- 85	7.35	0.09		6.00		0.76	7900	6004	360		
2H-2-122	7.72	0.10		7.00		0.76	7900	6004	420		
2H-3- 17	8.17	0.10		4.94	0.18	0.76	7900	6004	297		11
2H-3- 20	8.20	0.10		11.00		0.76	7900	6004	660		
2H-3- 59	8.59	0.11		9.00		0.76	7900	6004	540		
2H-3- 75	8.75	0.11		10.00		0.76	7900	6004	600		
2H-3-101	9.01	0.11		7.00		0.76	7900	6004	420		
2H-3-140	9.40	0.12		9.00		0.76	7900	6004	540		
2H-4- 30	9.80	0.12		17.00		0.76	7900	6004	1021		
2H-4- 69	10.19	0.13	0.33	3.00		0.76	7900	6004	180	20	
2H-4-110	10.60	0.13		0.00		0.66	7900	5214	0		
2H-5- 75	11.75	0.15		6.00		0.66	7900	5214	313		
2H-6- 19	12.69	0.16		4.42	0.70	0.66	7900	5214	230		36
2H-7- 25	14.25	0.18		9.00		0.60	7900	4740	427		
3H-2- 88	18.88	0.24		1.52	0.17	0.73	7900	5767	88		10
3H-2-100	19.00	0.24		8.00		0.60	7900	4740	379		
3H-2-136	19.36	0.25		24.00		0.60	7900	4740	1138		
3H-3- 30	19.80	0.25		8.00		0.60	7900	4740	379		
3H-3- 70	20.20	0.26		12.00		0.60	7900	4740	569		
3H-3- 75	20.25	0.26		13.00		0.60	7900	4740	616		
3H-3-110	20.60	0.26		8.00		0.60	7900	4740	379		
3H-3-149	20.99	0.27		29.00		0.60	7900	4740	1375		
3H-4- 3	21.03	0.27		40.00		0.60	7900	4740	1896		
3H-4- 18	21.18	0.27		11.00		0.60	7900	4740	521		
3H-4- 36	21.36	0.27		6.00		0.60	7900	4740	284		
3H-4- 82	21.82	0.28	0.54	6.00		0.74	7900	5846	351	32	
3H-4- 89	21.89	0.28		3.24	5.51	0.74	7900	5846	189		322
3H-4-116	22.16	0.28		9.00		0.74	7900	5846	526		
3H-5- 6	22.56	0.29		26.00		0.74	7900	5846	1520		
3H-5- 46	22.96	0.29		7.00		0.74	7900	5846	409		
3H-5- 83	23.33	0.30		10.00		0.74	7900	5846	585		
4H-1- 27	26.47	0.34	0.21	17.01	2.72	0.87	7900	6873	1169	14	187
4H-2- 6	27.76	0.35		26.00		0.87	7900	6873	1787		
4H-2- 46	28.16	0.36		33.00		0.87	7900	6873	2268		
4H-2- 85	28.55	0.36		27.00		0.87	7900	6873	1856		
4H-2-122	28.92	0.37		34.00		0.91	7900	7189	2444		
4H-3- 15	29.35	0.37		39.00		0.91	7900	7189	2804		
4H-3- 55	29.75	0.38		33.00		0.91	7900	7189	2372		
4H-3- 94	30.14	0.38		17.00		0.91	7900	7189	1222		
4H-3-135	30.55	0.39		19.00		0.91	7900	7189	1366		
4H-4- 25	30.95	0.39		36.00		0.91	7900	7189	2588		
4H-4- 44	31.14	0.39		32.91	3.86	0.91	7900	7189	2366		277
4H-4- 65	31.35	0.40		22.00		0.91	7900	7189	1582		
4H-4-105	31.75	0.40		29.00		0.95	7900	7505	2176		
4H-4-146	32.16	0.41		16.00		0.95	7900	7505	1201		
4H-5- 23	32.43	0.41		9.65	1.39	0.95	7900	7505	724		104

A.3.5: Tabelle der Grunddaten und Akkumulationsraten von Bohrung 646 (Fortsetzung).

Bohrung 646A		%	%	%							
Probe	Tiefe m	Alter Ma	TOC	Gesamt Karbonat	Opal	Dd g/cm ³	LSR cm/my	ARBULK g/cm ² /my	ARKARB g/cm ² /my	ARTOC g/cm ² /my	AROPAL g/cm ² /my
4H-5- 74	32.94	0.42		17.00		0.95	7900	7505	1276		
4H-5-116	33.36	0.42		5.00		0.95	7900	7505	375		
4H-6- 5	33.75	0.43		0.00		0.95	7900	7505	0		
4H-6- 46	34.16	0.43	0.40	4.00		0.95	7900	7505	300	30	
4H-6- 87	34.57	0.44		6.00		0.95	7900	7505	450		
4H-6-125	34.95	0.44		4.00		0.88	7900	6952	278		
4H-7- 46	35.66	0.45		15.00		0.88	7900	6952	1043		
5H-1- 88	36.68	0.46		7.00		0.88	7900	6952	487		
5H-1-125	37.05	0.47		9.00		0.88	7900	6952	626		
5H-2- 1	37.31	0.47		8.00		0.88	7900	6952	556		
5H-2- 17	37.47	0.47		10.00		0.88	7900	6952	695		
5H-2- 44	37.74	0.48		2.00		0.88	7900	6952	139		
5H-2- 55	37.85	0.48		21.00		0.88	7900	6952	1460		
5H-2- 65	37.95	0.48		10.93	3.33	0.88	7900	6952	760		232
5H-2- 82	38.12	0.48		4.00		0.89	7900	7031	281		
5H-2- 94	38.24	0.48		13.00		0.89	7900	7031	914		
5H-2-120	38.50	0.49		6.00		0.89	7900	7031	422		
5H-2-136	38.66	0.49		16.00		0.89	7900	7031	1125		
5H-3- 8	38.88	0.49		4.00		0.86	7900	6794	272		
5H-3- 25	39.05	0.49		12.00		0.86	7900	6794	815		
5H-3- 50	39.30	0.50		7.00		0.86	7900	6794	476		
5H-3- 66	39.46	0.50		15.00		0.86	7900	6794	1019		
5H-3- 91	39.71	0.50		12.00		0.86	7900	6794	815		
5H-3-106	39.86	0.50		20.00		0.86	7900	6794	1359		
5H-3-131	40.11	0.51		6.00		0.86	7900	6794	408		
5H-3-143	40.23	0.51		19.00		0.86	7900	6794	1291		
5H-3- 17	40.47	0.51		0.00		0.86	7900	6794	0		
5H-4- 36	40.66	0.51		22.00		0.86	7900	6794	1495		
5H-4- 60	40.90	0.52		3.00		0.86	7900	6794	204		
5H-4- 67	40.97	0.52		18.71	1.16	0.86	7900	6794	1271		79
5H-4- 75	41.05	0.52		20.00		0.86	7900	6794	1359		
5H-4- 99	41.29	0.52		27.00		0.86	7900	6794	1834		
5H-4-114	41.44	0.52		13.00		0.86	7900	6794	883		
5H-4-139	41.69	0.53		9.00		0.86	7900	6794	611		
5H-4-149	41.79	0.53		5.00		0.86	7900	6794	340		
5H-5- 28	42.08	0.53		20.00		0.86	7900	6794	1359		
5H-5- 69	42.49	0.54		7.00		0.86	7900	6794	476		
5H-5-108	42.88	0.54		15.00		0.86	7900	6794	1019		
5H-5-149	43.29	0.55		9.00		0.86	7900	6794	611		
5H-6- 35	43.65	0.55		14.00		0.86	7900	6794	951		
5H-6- 67	43.97	0.56		10.06	0.63	0.86	7900	6794	683		43
5H-6- 79	44.09	0.56		11.00		0.86	7900	6794	747		
5H-6-119	44.49	0.56	0.31	10.00		0.83	7900	6557	656	20	
5H-7- 9	44.89	0.57		14.00		0.83	7900	6557	918		
6H-1- 20	45.70	0.58		1.00		0.83	7900	6557	66		
6H-1- 60	46.10	0.58		8.00		0.83	7900	6557	525		
6H-1-100	46.50	0.59		3.00		0.83	7900	6557	197		
6H-1-133	46.83	0.59		3.73	0.49	0.83	7900	6557	245		32
6H-1-140	46.90	0.59		3.00		0.83	7900	6557	197		
6H-2- 10	47.10	0.60		37.00		0.83	7900	6557	2426		
6H-2- 30	47.30	0.60		0.00		0.83	7900	6557	0		
6H-2- 72	47.72	0.60		1.00		0.83	7900	6557	66		
6H-2-109	48.09	0.61		0.00		0.99	7900	7821	0		

A.3.5: Tabelle der Grunddaten und Akkumulationsraten von Bohrung 646 (Fortsetzung).

Bohrung 646A			%	%	%						
Probe	Tiefe m	Alter Ma	TOC	Gesamt Karbonat	Opal	Dd g/cm ³	LSR cm/my	ARBULK g/cm ² /my	ARKARB g/cm ² /my	ARTOC g/cm ² /my	AROPAL g/cm ² /my
6H-2-149	48.49	0.61		0.00		0.99	7900	7821	0		
6H-3- 43	48.93	0.62		0.00		0.99	7900	7821	0		
6H-3-104	49.54	0.63		6.07	0.30	0.99	7900	7821	475		23
6H-3-120	49.70	0.63		0.00		0.99	7900	7821	0		
6H-4- 10	50.10	0.63		0.00		0.99	7900	7821	0		
6H-4- 50	50.50	0.64	0.16	0.00		0.99	7900	7821	0	13	
6H-4- 91	50.91	0.64		10.00		0.99	7900	7821	782		
6H-4-131	51.31	0.65		8.00		0.99	7900	7821	626		
6H-5- 20	51.70	0.65		10.00		0.99	7900	7821	782		
6H-5- 63	52.13	0.66		1.00		0.99	7900	7821	78		
6H-5-101	52.51	0.66		9.00		0.99	7900	7821	704		
6H-5-118	52.68	0.67		9.21	0.46	0.99	7900	7821	720		36
6H-5-141	52.91	0.67		8.00		0.99	7900	7821	626		
6H-6- 31	53.31	0.67		7.00		0.99	7900	7821	547		
6H-6- 70	53.70	0.68		6.00		0.99	7900	7821	469		
6H-6-113	54.13	0.69		9.00		0.95	7900	7505	675		
6H-6-149	54.49	0.69		6.00		0.95	7900	7505	450		
6H-7- 35	54.85	0.69		0.00		0.95	7900	7505	0		
7H-1- 5	55.06	0.70		5.00		0.95	7900	7505	375		
7H-1- 45	55.55	0.70		27.00		0.95	7900	7505	2026		
7H-2- 95	57.55	0.73		6.00		0.79	7900	6241	374		
7H-2-114	57.74	0.73		2.16	1.46	0.79	7900	6241	135		91
7H-2-135	57.95	0.73		5.00		0.79	7900	6241	312		
7H-3- 13	58.23	0.74		7.00		0.79	7900	6241	437		
7H-3- 54	58.64	0.74		6.00		0.79	7900	6241	374		
7H-3- 94	59.04	0.75		17.00		0.79	7900	6241	1061		
7H-3-138	59.48	0.75		16.00		0.79	7900	6241	999		
7H-4- 12	59.72	0.76		14.64	0.83	0.79	7900	6241	914		52
7H-4- 36	59.96	0.76		9.00		0.79	7900	6241	562		
7H-4- 75	60.35	0.76		6.00		0.79	7900	6241	374		
7H-4-115	60.75	0.77		7.00		0.77	7900	6083	426		
7H-5- 4	61.14	0.77		7.00		0.77	7900	6083	426		
7H-5- 47	61.57	0.78		7.00		0.77	7900	6083	426		
7H-5- 84	61.94	0.78		20.00		0.77	7900	6083	1217		
7H-5-125	62.35	0.79		5.00		0.77	7900	6083	304		
7H-6- 10	62.70	0.79		7.04	1.07	0.77	7900	6083	428		65
7H-6- 14	62.74	0.79		9.00		0.77	7900	6083	547		
7H-6- 54	63.14	0.80		4.00		0.89	7900	7031	281		
7H-6- 94	63.54	0.80		26.00		0.89	7900	7031	1828		
7H-6-137	63.97	0.81		6.00		0.89	7900	7031	422		
7H-7- 23	64.33	0.81		0.00		0.89	7900	7031	0		
7H-7- 56	64.66	0.82		0.00		0.89	7900	7031	0		
8H-1- 66	65.46	0.83		0.71	0.44	0.90	7900	7110	50		31
8H-4- 12	69.42	0.88		11.95	1.45	0.78	7900	6162	736		89
8H-5- 14	70.94	0.90		2.15	1.36	0.73	7900	5767	124		78
9H-1- 75	75.15	0.95	0.15	12.00		1.01	7900	7979	957	12	
9H-1- 85	75.25	0.95				1.01	7900	7979			
9H-1-142	75.82	0.96		0.58	1.10	1.01	7900	7979	46		88
9H-3- 75	78.15	0.99		30.00		1.11	7900	8769	2631		
9H-4- 32	79.22	1.00		5.55	1.72	1.11	7900	8769	487		151
9H-5- 75	81.15	1.03		14.00		0.82	7900	6478	907		
10H-2- 58	86.18	1.09	0.23	0.18	0.60	0.86	7900	6794	12	16	41
10H-5-119	91.29	1.16				0.95	7900	7505			

A.3.5: Tabelle der Grunddaten und Akkumulationsraten von Bohrung 646 (Fortsetzung).

Bohrung 646A			%	%	%						
Probe	Tiefe m	Alter Ma	TOC	Gesamt Karbonat	Opal	Dd g/cm3	LSR cm/my	ARBULK g/cm2/my	ARKARB g/cm2/my	ARTOC g/cm2/my	AROPAL g/cm2/my
10H-C- 5	93.61	1.18	0.21	1.02	0.10	1.01	7900	7979	81	17	8
11H-1-105	94.85	1.20				1.01	7900	7979			
11H-1-112	94.92	1.20		0.96	1.49	1.01	7900	7979	77		119
11H-3-112	97.92	1.24		1.38	2.18	0.96	7900	7584	195		165
11H-5-112	100.92	1.28		0.47	2.39	0.97	7900	7663	36		183
12H-1- 32	101.72	1.29		1.82	0.20	0.97	7900	7663	139		15
12H-1- 72	102.12	1.29	0.17	5.21		0.97	7900	7663	399	13	
12H-3- 30	104.71	1.33		2.66	0.78	1.12	7900	8848	235		69
12H-6- 30	109.21	1.38		0.00	0.25	1.04	7900	8216	0		21
13H-1- 60	111.71	1.41		15.45	3.32	0.92	7900	7268	1123		241
13H-3- 60	114.71	1.45		0.00	3.82	0.89	7900	7031	0		269
13H-5-119	118.29	1.50	0.54	18.01		0.99	7900	7821	1409	42	
13H-6- 60	119.21	1.51		7.79	2.83	0.99	7900	7821	609		159
14H-1-135	122.15	1.55		3.73	0.34	1.05	7900	8295	309		28
14H-4- 64	125.94	1.59		0.76	1.50	1.20	7900	9480	72		142
14H-5- 75	127.55	1.61	0.24	7.31		1.13	7900	8927	653	21	
14H-6- 12	128.42	1.63		8.15	0.31	1.13	7900	8927	728		28
16X-1- 51	140.61	1.78	0.43	24.01		1.42	7900	11218	2693	48	
18X-1-130	160.41	2.03	0.36	0.00		1.03	7900	8137	0	29	
18X-2- 68	161.68	2.05		9.42	2.69	1.03	7900	8137	767		219
20X-1- 64	179.14	2.27		4.87	6.21	0.92	7900	7268	354		451
20X-3- 64	182.14	2.31		0.00	8.90	0.99	7900	7821	0		696
20X-4-119	184.29	2.33	0.23	0.00		0.99	7900	7821	0	18	
20X-5- 65	185.15	2.34		14.31	0.56	0.99	7900	7821	1119		44
21X-1- 80	189.01	2.39		0.00	0.56	0.91	7900	7189	0		40
21X-3- 80	192.01	2.43		0.15	0.96	0.95	9600	9120	14		88
21X-4- 70	193.41	2.44	0.37	0.00		0.96	9600	9216	0	34	
21X-4- 80	193.51	2.44		0.35	0.85	0.96	9600	9216	32		78
22X-1-118	198.98	2.50		0.00	4.36	0.95	9600	9120	0		398
22X-6- 90	206.21	2.57		0.00	4.03	1.00	9600	9600	0		387
22X-6-119	206.49	2.58	0.24	0.00		1	9600	9600	0	23	
23X-2- 75	209.75	2.61		11.01	2.41	0.98	9600	9408	1036		227
23X-3- 75	211.35	2.63	0.31	0.00		0.84	9600	8064	0	25	
23X-5- 17	213.67	2.65		0.00		0.84	9600	8064	0		
23X-5- 75	214.35	2.66	0.51	1.30		0.84	9600	8064	105	41	
26X-1- 62	236.72	2.89		9.29		1.09	9600	10464	972		
26X-1- 85	237.05	2.89	0.49	6.41		1.09	9600	10464	671	51	
26X-3- 62	239.72	2.92		7.98	2.56	1.10	9600	10560	843		270
26X-5- 62	242.72	2.95		0.16		1.10	9600	10560	17		
29X-2- 54	267.34	3.21		0.00		1.14	9600	10944	0		
29X-4- 54	270.34	3.24		0.00		1.07	9600	10272	0		
29X-4-119	270.99	3.25	0.27	2.31		1.04	9600	9984	231	27	
29X-6- 54	273.34	3.27		24.02	1.83	1.04	9600	9984	2398		183
30X-1- 96	275.96	3.30		14.46		1.16	9600	11136	1610		
30X-3- 78	278.78	3.33	0.38	0.31		1.16	9600	11136	35	42	
30X-3- 96	278.96	3.33		0.00		1.16	9600	11136	0		
30X-5- 95	281.95	3.36		0.62	3.29	1.08	9600	10368	64		341
31X-1- 95	285.65	3.40		8.99		1.14	9600	10944	984		
31X-3- 95	288.65	3.43		7.79	1.93	1.23	9600	11808	920		228
31X-5- 57	291.37	3.46	0.44	0.81		1.23	9600	11808	96	52	
31X-5- 96	291.66	3.46		0.55		1.23	9600	11808	65		
32X-1- 54	294.94	3.50		1.83	3.18	1.13	9600	10848	199		345
32X-3- 54	297.94	3.53		0.00		1.20	9600	11520	0		

A.3.5: Tabelle der Grunddaten und Akkumulationsraten von Bohrung 646 (Fortsetzung).

Bohrung 646A			%	%	%						
Probe	Tiefe m	Alter Ma	TOC	Gesamt Karbonat	Opal	Dd g/cm3	LSR cm/my	ARBULK g/cm2/my	ARKARB g/cm2/my	ARTOC g/cm2/my	AROPAL g/cm2/my
32X-5- 54	300.94	3.56		0.00	6.53	1.10	9600	10560	0		690
32X-5-119	301.59	3.57	0.47	0.00		1.1	9600	10560	0	50	
33X-1- 48	304.58	3.60		0.25	1.38	1.13	9600	10848	27		150
33X-2- 97	306.67	3.62	0.39	4.11		1.13	9600	10848	446	42	
33X-3- 48	307.58	3.63		1.86	3.40	1.13	9600	10848	202		369
35X-5- 48	310.58	3.66		3.75	4.69	1.13	9600	10848	407		509
35X-1- 88	324.28	3.80		4.79	2.74	1.15	9600	11040	529		302
35X-2- 75	325.75	3.82	0.36	3.41		1.15	9600	11040	376	40	
35X-3- 18	326.50	3.83		7.67		1.15	9600	11040	847		
36X-1- 59	333.69	3.90		7.13	2.19	1.08	9600	10368	739		227
36X-5-119	340.39	3.97	0.53	0.78		1.34	9600	12864	100	68	
36X-7- 37	342.47	3.99		19.49	0.07	1.41	9600	13536	2638		9
37X-1-138	344.18	4.01		1.86	0.00	1.41	9600	13536	252		0
37X-3- 85	346.65	4.04	0.35	13.01		1.48	9600	14208	1848	50	
37X-3-138	347.18	4.04		9.89	0.00	1.48	9600	14208	1405		0
37X-5-138	350.18	4.07		2.87	0.00	1.42	9600	13632	391		0
38X-2- 38	354.28	4.12		5.33	0.00	1.28	9600	12288	655		0
38X-3- 69	356.19	4.14	0.43	3.61		1.38	9600	13248	478	57	
38X-5- 71	359.10	4.17		23.41		1.43	9600	13728	3214		
39X-2-119	364.69	4.22		1.25	0.00	1.42	9600	13632	170		0
39X-4- 97	367.47	4.25		19.83		1.37	9600	13152	2608		
39X-5-119	369.29	4.27	0.37	11.01		1.37	9600	13152	1448	49	
40X-1- 49	372.19	4.30		8.34		1.54	9600	14784	1233		
40X-3- 48	375.18	4.33		5.66		1.51	9600	14496	820		
40X-3- 85	375.68	4.34	0.39	3.20		1.51	9600	14496	464	57	
40X-5- 46	378.16	4.36		23.52	0.00	1.44	9600	13824	3251		0
41X-2- 79	383.69	4.42	0.32	21.01		1.5	9600	14400	3025	46	
41X-2-110	383.91	4.42		14.11		1.50	9600	14400	2032		
41X-4-106	386.86	4.46		13.44		1.47	9600	14112	1897		
41X-6- 32	389.12	4.48		24.02	0.00	1.47	9600	14112	3390		0
42X-1- 75	391.75	4.51		6.71		1.49	9600	14304	960		
42X-3- 61	394.61	4.54		11.63		1.49	9600	14304	1664		
42X-5- 67	397.67	4.57		14.51		1.56	9600	14976	2173		
42X-5-119	398.19	4.57	0.38	13.01		1.56	9600	14976	1948	57	
43X-3- 37	404.17	4.64	0.37	8.61		1.37	9600	13152	1132	49	
43X-3- 77	404.47	4.64		15.62	0.00	1.37	9600	13152	2054		0
46X-1- 69	430.59	4.91	0.36	8.81		1.48	9600	14208	1252	51	
46X-2- 77	432.01	4.93		15.87		1.48	9600	14208	2255		
47X-1- 65	440.25	5.01	0.31	15.01		1.53	9600	14688	2205	46	
47X-2-134	442.34	5.03		12.07		1.53	9600	14688	1773		
48X-1-101	450.11	5.11	0.31	28.01		1.69	9600	16224	4545	50	
49X-2- 50	460.01	5.23	0.35	25.01		1.63	9600	15648	3914	55	
49X-2- 77	461.01	5.23		24.22		1.63	9600	15648	3790		
50X-2- 29	470.29	5.32		16.04	0.00	1.55	9600	14880	2387		0
50X-3- 43	471.93	5.34	0.41	21.01		1.55	9600	14880	3126	61	
51X-1-126	479.36	5.42	0.44	1.71		1.51	9600	14496	248	64	
51X-1-142	479.52	5.42		0.00		1.51	9600	14496	0		
54X-C- 19	516.39	5.80		16.58		1.56	9600	14976	2483		
54X-C- 25	516.45	5.80	0.26	18.01		1.56	9600	14976	2697	39	
55X-2-100	519.01	5.83	0.41	4.01		1.56	9600	14976	601	61	
55X-2-120	519.71	5.84		7.32	0.00	1.56	9600	14976	1096		0
56X-1- 1	526.71	5.91	0.42	4.71		1.51	9600	14496	683	61	
56X-1- 62	527.32	5.92		2.56		1.51	9600	14496	371		

A.3.5: Tabelle der Grunddaten und Akkumulationsraten von Bohrung 646 (Fortsetzung).

Bohrung 646A			%	%	%						
Probe	Tiefe m	Alter Ma	TDC	Gesamt Karbonat	Opal	Dd g/cm3	LSR cm/my	ARBULK g/cm2/my	ARKARB g/cm2/my	ARTOC g/cm2/my	AROPAL g/cm2/my
56X-2- 71	528.91	5.93		14.83		1.51	9600	14496	2150		
57X-2-119	538.59	6.04	0.36	9.71		1.54	9600	14784	1436	53	
58X-1- 39	545.89	6.11		0.00		1.57	9600	15072	0		
58X-1-147	547.07	6.12	0.45	0.00		1.57	9600	15072	0	68	
59X-C- 9	564.09	6.30	0.51	10.01		1.65	9600	15840	1586	81	
60X-2- 26	566.26	6.32	0.41	0.00		1.65	9600	15840	0	65	
60X-2- 67	566.57	6.33		0.00		1.65	9600	15840	0		
61X-1- 52	574.52	6.41		3.77		1.61	9600	15456	583		
61X-1-126	575.26	6.42	0.45	0.00		1.61	9600	15456	0	70	
62X-3-119	587.89	6.65	0.35	19.01		1.65	4900	8085	1537	28	
62X-4- 28	588.38	6.66		25.95		1.65	4900	8085	2098		
63X-1-110	594.31	6.78	0.32	11.01		1.69	4900	8281	912	26	
63X-2- 84	595.54	6.81		0.00		1.69	4900	8281	0		
65X-1- 71	613.21	7.17		12.96		1.68	4900	8232	1067		
65X-3- 55	616.05	7.23		2.24		1.77	4900	8673	194		
65X-4-143	618.43	7.28	0.32	16.01		1.77	4900	8673	1389	28	
65X-5- 48	618.98	7.29		20.29		1.77	4900	8673	1760		
66X-1-101	623.21	7.37		15.10		1.68	4900	8232	1243		
66X-3- 30	625.51	7.42	0.32	6.51		1.68	4900	8232	536	26	
67X-4-129	637.69	7.67		0.05		1.74	4900	8526	4		
67X-5-119	639.09	7.70	0.31	7.11		1.74	4900	8526	606	26	
68X-2- 66	643.46	7.79		6.86		1.74	4900	8526	585		
68X-2-108	643.88	7.79	0.41	4.61		1.74	4900	8526	393	35	
68X-4- 28	646.08	7.84		0.00		1.69	4900	8281	0		
69X-1- 12	651.02	7.94		7.51		1.76	4900	8624	648		
70X-1- 72	661.22	8.15	0.39	8.11		1.65	4900	8085	656	32	
71X-2- 68	672.38	8.38		3.14		1.67	4900	8183	257		
71X-4- 28	674.98	8.43		0.22		1.65	4900	8085	18		
71X-5-119	677.49	8.48	0.35	12.01		1.65	4900	8085	971	28	
72X-1- 81	680.51	8.54		13.08		1.71	4900	8379	1096		
72X-2- 70	682.71	8.59	0.31	7.91		1.71	4900	8379	663	26	
73X-1-115	690.45	8.75		16.60		1.72	4900	8428	1399		
74X-2- 86	701.36	8.97		7.22		1.69	4900	8281	598		
74X-3-119	703.19	9.01	0.28	11.01		1.69	4900	8281	912	23	
74X-4- 42	703.92	9.02		1.53		1.69	4900	8281	127		
75X-1- 94	709.54	9.13		4.78		1.72	4900	8428	403		
75X-2- 50	710.61	9.16	0.18	0.51		1.72	4900	8428	43	15	
75X-4- 42	713.52	9.22		1.27		1.66	4900	8134	103		
76X-1- 26	718.56	9.32		0.00		1.71	4900	8379	0		
76X-2- 94	720.74	9.36	0.24	1.11		1.71	4900	8379	93	20	
77X-3-119	732.09	9.60	0.28	5.01		1.58	4900	7742	388	22	
77X-4- 96	733.36	9.62		4.47		1.58	4900	7742	346		
78X-2- 1	739.21	9.74	0.36	0.61		1.69	4900	8281	51	30	
78X-C- 5	747.15	9.90		2.16		1.69	4900	8281	179		
79X-1-129	748.19	9.92	0.29	0.00		1.69	4900	8281	0	24	
79X-2- 71	749.61	9.95		12.38		1.69	4900	8281	1025		
80X-1-125	758.95	10.14	0.26	3.81		1.68	4900	8232	314	21	
80X-C- 14	766.54	10.30		4.76		1.68	4900	8232	392		

A.4.1: Tabelle der Grobfraktionsdaten von Bohrung 408.

Bohrung 408		KZX	KZX	KZX	KZX	KZX	KZX	GWX	GWX
Tiefe	%	Rad.	Diat.	Kies.Pla	Schwam.	Sum.Opalvul.	GlasKies.Pla	Opal	Opal
m	>63um	>63um	>63um	>63um	>63um	>63um	>63um	>63 um	>63 um
35.16	10.33	4.40	0.09	4.49	1.70	6.19	68.00	0.46	0.54
38.55	13.74	0.58	1.10	1.68	1.10	2.78	0.82	0.23	0.38
38.97	7.05	9.10	5.30	14.40	1.40	15.80	0.43	1.02	1.11
40.13	4.92	11.60	0.10	11.70	2.30	14.00	2.90	0.58	0.69
41.45	7.07	6.40	19.80	26.20	0.00	26.20	0.00	1.85	1.85
42.76	10.77	0.74	5.40	6.14	0.49	6.63	1.70	0.66	0.71
43.76	6.72	15.30	0.00	15.30	8.40	23.70	2.90	1.03	1.59
44.09	7.59	2.40	3.90	6.30	5.10	11.40	11.70	0.48	0.87
48.43	4.93	7.40	0.00	7.40	5.80	13.20	4.00	0.36	0.65
49.66	12.03	2.70	5.20	7.90	4.20	12.10	7.70	0.95	1.46
50.98	15.90	2.80	0.48	3.28	1.10	4.38	31.30	0.52	0.70
57.38	12.14	1.40	1.10	2.50	0.69	3.19	0.42	0.30	0.39
66.63	14.40	0.00	1.50	1.50	0.32	1.82	0.22	0.22	0.26
78.45	2.04	3.90	32.30	36.20	1.20	37.40	8.20	0.74	0.76
85.87	5.37	2.60	15.40	18.00	3.80	21.80	0.00	0.97	1.17
91.58	2.54	4.50	3.00	7.50	4.50	12.00	12.90	0.19	0.30
95.98	9.61	2.30	3.90	6.20	2.60	8.80	3.30	0.60	0.85
102.60	5.60	1.70	0.91	2.61	0.22	2.83	0.00	0.15	0.16
107.26	3.45	13.70	6.30	20.00	2.30	22.30	1.20	0.69	0.77
114.66	6.81	4.40	6.00	10.40	3.70	14.10	50.70	0.71	0.96
123.56	0.53	2.90	0.31	3.21	49.50	52.71	5.90	0.02	0.28
134.27	9.16	0.27	0.00	0.27	5.90	6.17	1.10	0.02	0.57
139.95	0.69	1.90	0.00	1.90	17.70	19.60	0.00	0.01	0.14
143.98	2.18	8.80	5.10	13.90	5.10	19.00	0.39	0.30	0.41
154.72	9.89	0.65	0.00	0.65	2.80	3.45	0.13	0.06	0.34
163.19	9.08	1.20	0.00	1.20	11.30	12.50	7.90	0.11	1.14
171.73	6.03	0.39	0.00	0.39	2.90	3.29	1.00	0.02	0.20
173.68	10.61	0.42	0.00	0.42	3.80	4.22	0.50	0.04	0.45
181.15	5.69	0.60	0.00	0.60	5.60	6.20	3.60	0.03	0.35
191.27	4.91	3.10	0.00	3.10	4.80	7.90	14.20	0.15	0.39
194.82	5.43	7.60	4.80	12.40	18.70	31.10	41.90	0.67	1.69
199.67	1.04	18.70	4.50	23.20	25.10	48.30	5.10	0.24	0.50
202.11	1.15	9.90	4.00	13.90	13.90	27.80	5.20	0.16	0.32
203.06	2.47	6.90	3.30	10.20	11.90	22.10	2.20	0.25	0.55
209.03	7.67	5.70	5.20	10.90	6.00	16.90	17.80	0.04	1.30
212.62	10.50	1.00	1.00	2.00	7.20	9.20	37.90	0.21	0.97
219.30	12.37	5.40	0.12	5.52	8.30	13.82	37.00	0.68	1.71
221.43	6.90	8.30	9.10	17.40	10.30	27.70	46.80	1.20	1.91
224.28	3.56	5.50	3.80	9.30	33.20	42.50	20.50	0.33	1.51
225.56	2.41	8.30	5.30	13.60	33.20	46.80	9.60	0.33	1.13
226.53	2.16	5.60	2.60	8.20	28.30	36.50	13.20	0.18	0.79
228.27	4.13	6.50	5.20	11.70	0.00	19.70	40.80	0.48	0.81
230.58	11.24	4.90	0.88	5.78	26.00	31.78	36.20	0.65	3.57
232.01	3.38	14.30	9.50	23.80	4.50	28.30	24.70	0.80	0.96
233.76	5.71	9.00	1.60	10.60	11.20	21.80	37.40	0.61	1.24
234.34	5.15	6.50	1.70	8.20	20.20	28.40	25.00	0.42	1.46
236.54	6.94	9.30	2.30	11.60	13.80	25.40	9.20	0.81	1.76
238.26	3.12	12.80	9.20	22.00	22.20	44.20	26.30	0.69	1.38
240.35	7.59	5.30	5.60	10.90	9.60	20.50	70.80	0.83	1.56
241.16	9.35	3.10	2.10	5.20	6.60	11.80	80.10	0.49	1.10
243.08	9.57	12.30	10.30	22.60	19.40	42.00	40.40	2.16	4.02
244.19	4.90	18.40	9.20	27.60	22.90	50.50	24.00	1.35	2.47
245.02	10.70	11.80	8.30	20.10	23.30	43.40	43.10	2.15	4.64

A.4.1: Tabelle der Grobfraktionsdaten von Bohrung 408 (Fortsetzung).

Bohrung 408		KZX	KZX	KZX	KZX	KZX	KZX	GWX	GWX
Tiefe	X	Rad.	Diat.	Kies.Pla	Schwam.	Sum.Opalvul.	GlasKies.Pla	Opal	Opal
m	>63um	>63um	>63um	>63um	>63um	>63um	>63um	>63 um	>63 um
248.36	4.83	9.40	4.60	14.00	24.50	38.50	21.90	0.60	1.86
250.77	7.80	7.50	5.80	13.30	16.60	29.90	0.00	1.04	2.33
254.56	16.66	16.00	2.60	18.60	13.50	32.10	39.20	3.10	5.35
255.15	14.50	7.00	0.00	7.00	9.90	16.90	19.40	1.02	2.46
256.90	7.55	53.90	5.50	59.40	6.60	66.00	30.50	4.48	4.98
259.55	5.50	46.20	2.60	48.80	22.10	70.90	18.70	2.68	3.90
266.42	2.38	44.20	6.70	50.90	19.90	70.80	14.00	1.21	1.69
277.88	17.43	17.20	0.00	17.20	4.50	21.70	60.90	3.00	3.78
283.27	4.70	7.10	1.40	8.50	12.00	20.50	73.70	0.40	0.96
286.18	42.03	3.10	0.03	3.93	36.90	40.83	16.50	1.65	17.16
292.37	30.21	4.40	1.30	5.70	25.60	31.30	3.20	1.72	9.46
302.46	16.13	2.70	0.71	3.41	15.80	19.21	28.10	0.55	3.10

A.4.2: Tabelle der Grobfraktionsdaten von Bohrung 642.

Bohrung 642BD		KZX	KZX	KZX	KZX	KZX	KZX	GWX	GWX
Tiefe	%	Rad.	Diat.	Kies.Pla.	Schwam.	Sum.Opal	vul.Glas	Kies.Pla	Opal
(m)	>63 um	>63 um	>63 um	>63 um	>63 um	>63 um	>63 um	>63 um	>63 um
0.42	14.04	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
0.98	13.93	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.40	0.00	0.00
1.92	6.05	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.80	0.00	0.00
2.48	2.27	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.20	0.00	0.00
3.42	12.57	0.30	0.00	0.30	0.00	0.30	0.30	0.04	0.04
3.98	19.45	0.00	0.00	0.00	0.60	0.60	0.30	0.00	0.12
5.94	11.38	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
6.85	7.65	0.00	0.00	0.00	0.40	0.40	0.40	0.00	0.03
7.44	11.60	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
8.35	16.24	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
8.94	8.36	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
9.85	12.35	0.00	0.00	0.00	0.10	0.10	0.00	0.00	0.01
10.44	12.05	0.00	0.00	0.00	0.80	0.80	0.00	0.00	0.18
11.35	9.85	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.40	0.00	0.00
11.94	13.44	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
12.85	9.65	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
14.76	8.12	0.00	0.00	0.00	0.20	0.20	0.00	0.00	0.02
15.38	21.41	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
16.26	25.30	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
16.88	12.05	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.50	0.00	0.00
17.76	5.95	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	8.00	0.00	0.00
18.38	7.11	0.00	0.00	0.00	0.20	0.20	2.70	0.00	0.01
19.26	2.93	0.00	0.00	0.00	0.20	0.20	0.50	0.00	0.01
19.88	3.37	0.20	0.00	0.20	0.30	0.50	0.40	0.01	0.02
21.13	10.84	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.40	0.00	0.00
21.70	15.07	0.00	0.00	0.00	0.20	0.20	3.60	0.00	0.03
22.57	14.21	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.90	0.00	0.00
23.14	8.25	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.50	0.00	0.00
24.01	8.03	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	5.90	0.00	0.00
24.68	21.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.20	0.00	0.00
25.44	6.68	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.50	0.00	0.00
26.10	16.36	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.50	0.00	0.00
26.88	25.40	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.40	0.00	0.00
27.56	3.56	0.20	0.00	0.20	0.70	0.90	0.50	0.01	0.03
28.32	18.90	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	2.60	0.00	0.00
28.99	12.76	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.10	0.00	0.00
29.72	14.14	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.20	0.00	0.00
30.34	4.14	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
31.11	3.81	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.50	0.00	0.00
31.71	10.82	0.00	0.00	0.00	0.20	0.20	1.10	0.00	0.02
32.00	21.21	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
33.12	5.54	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.80	0.00	0.00
33.89	30.74	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.60	0.00	0.00
34.51	15.05	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
35.29	5.86	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.90	0.00	0.00
35.90	5.17	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
36.68	5.89	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
37.29	8.02	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
38.07	3.81	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
38.68	20.89	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
39.27	13.32	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
39.96	10.84	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
40.96	7.81	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

A.4.2: Tabelle der Grobfraktionsdaten von Bohrung 642 (Fortsetzung).

Bohrung 642BD		KZX	KZX	KZX	KZX	KZX	KZX	GMX	GMX
Tiefe	%	Rad.	Diat.	Kies.Pla.	Schwam.	Sum.Opal	vul.Glas	Kies.Pla	Opal
(m)	>63 um	>63 um	>63 um	>63 um	>63 um	>63 um	>63 um	>63 um	>63 um
41.75	19.73	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
42.33	15.74	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
43.11	8.66	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
43.53	11.78	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
44.34	7.95	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
45.26	6.64	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
46.13	12.03	0.00	0.00	0.00	4.90	4.90	0.30	0.00	0.59
46.47	2.28	0.00	0.00	0.00	0.20	0.20	1.60	0.00	0.00
46.99	20.17	0.00	0.00	0.00	0.60	0.60	2.00	0.00	0.12
47.91	2.84	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	7.80	0.00	0.00
48.68	15.43	0.00	0.00	0.00	0.20	0.20	0.10	0.00	0.03
49.05	14.47	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.30	0.00	0.00
50.11	5.95	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.10	0.00	0.00
50.49	15.57	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.50	0.00	0.00
51.55	13.99	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	0.00	0.00
51.88	12.64	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.20	0.00	0.00
52.74	10.91	0.00	0.00	0.00	0.20	0.20	0.80	0.00	0.04
53.56	5.50	0.00	0.20	0.20	0.00	0.20	55.70	0.01	0.01
54.32	6.40	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.30	0.00	0.00
54.92	13.64	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	5.30	0.00	0.00
55.76	14.94	0.00	0.30	0.30	0.00	0.30	0.30	0.04	0.04
56.16	4.83	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	4.50	0.00	0.00
56.59	8.93	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.90	0.00	0.00
57.45	10.72	0.20	0.00	0.20	0.00	0.20	0.20	0.02	0.02
57.78	3.30	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.20	0.00	0.00
58.56	6.32	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.80	0.00	0.00
59.71	5.76	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	3.40	0.00	0.00
59.98	9.85	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
60.94	19.49	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
61.48	1.03	0.50	0.00	0.50	0.00	0.50	0.00	0.01	0.01
62.39	21.64	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
62.95	38.05	0.10	0.00	0.10	0.00	0.10	0.00	0.04	0.04
63.91	17.81	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
64.41	1.50	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	0.00	0.00
65.13	21.16	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.50	0.00	0.00
65.85	7.70	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.50	0.00	0.00
66.10	11.58	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	2.20	0.00	0.00
66.69	12.80	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	5.40	0.00	0.00
67.74	0.27	3.20	8.40	11.60	2.80	14.40	0.00	0.03	0.04
68.13	1.11	1.30	2.00	3.30	15.30	18.60	11.70	0.04	0.21
69.18	0.48	13.00	2.70	15.70	2.50	18.20	1.60	0.08	0.09
69.58	0.32	18.60	7.80	26.40	7.10	33.50	13.70	0.08	0.11
70.23	9.04	1.60	0.40	2.00	1.70	3.70	85.40	0.18	0.33
71.02	0.13	11.70	3.70	15.40	2.70	18.10	28.80	0.02	0.02
72.07	0.19	25.80	12.40	38.20	8.80	47.00	12.80	0.07	0.09
72.46	0.10	57.00	11.90	68.90	0.00	68.90	6.20	0.07	0.07
73.51	0.75	4.60	20.40	25.00	0.00	25.00	4.40	0.19	0.19
73.91	0.57	8.60	10.40	19.00	0.00	19.00	2.60	0.11	0.11
74.96	0.20	9.20	18.40	27.60	3.50	31.10	8.10	0.06	0.06
75.41	2.89	0.80	1.30	2.10	0.00	2.10	1.80	0.06	0.06
75.62	1.83	11.10	9.90	21.00	0.00	21.00	0.00	0.38	0.38
76.48	0.29	13.20	22.80	36.00	1.20	37.20	2.20	0.10	0.11
77.92	1.42	17.70	13.60	31.30	5.80	37.10	3.20	0.44	0.53

A.4.2: Tabelle der Grobfraktionsdaten von Bohrung 642 (Fortsetzung).

Bohrung 642BD		KZX	KZX	KZX	KZX	KZX	KZX	GMX	GMX
Tiefe	%	Rad.	Diat.	Kies.Pla.	Schwam.	Sum.Opal	vul.Glas	Kies.Pla	Opal
(m)	>63 um	>63 um	>63 um	>63 um	>63 um	>63 um	>63 um	>63 um	>63 um
79.37	0.45	8.70	9.30	18.00	17.10	35.10	0.70	0.08	0.16
80.82	0.91	16.50	14.70	31.20	34.60	65.80	4.60	0.28	0.60
82.26	1.34	15.10	35.90	51.00	2.40	53.40	25.70	0.68	0.72
83.71	6.89	9.30	13.40	22.70	6.10	28.80	66.70	1.56	1.98
85.16	0.63	38.30	27.90	66.20	24.00	90.20	1.60	0.42	0.57
85.94	0.28	40.40	12.50	52.90	40.40	93.30	6.20	0.15	0.26
87.37	2.59	18.60	12.70	31.30	23.00	54.30	31.10	0.81	1.41
88.81	0.63	24.00	16.00	40.00	40.00	80.00	10.80	0.25	0.58
90.25	0.11	23.60	56.90	80.50	12.60	93.10	4.90	0.09	0.18
91.68	0.19	15.10	46.10	61.20	21.20	82.40	12.10	0.12	0.16
93.12	0.19	25.50	63.70	89.20	7.70	96.90	1.70	0.17	0.18
94.56	1.05	30.90	40.20	71.10	20.90	92.00	5.60	0.75	0.97
95.53	0.10	17.90	61.90	79.80	9.70	89.50	8.80	0.08	0.09
97.03	0.02	24.40	45.80	70.20	24.60	94.80	3.80	0.58	0.78
98.53	0.32	13.90	14.20	28.10	49.40	77.50	2.80	0.09	0.25
100.03	2.24	11.10	17.20	28.30	14.00	42.30	37.10	0.63	0.95
101.52	6.48	2.20	2.50	4.70	12.00	16.70	81.60	0.30	1.08
103.02	0.36	12.30	43.70	56.00	24.90	80.90	7.20	0.20	0.29
104.52	1.55	16.00	43.30	59.30	21.70	81.00	12.90	0.92	1.26
105.26	3.37	10.10	9.30	19.40	25.40	44.80	36.60	0.65	1.51
106.76	1.33	20.60	37.80	58.40	30.40	88.80	5.30	0.78	1.18
108.26	0.42	29.20	25.20	54.40	9.90	64.30	2.10	0.23	0.27
109.76	0.28	30.10	26.30	56.40	14.20	70.60	7.80	0.16	0.20
111.26	0.47	13.10	16.60	29.70	9.70	39.40	5.00	0.14	0.19
112.76	0.03	22.60	25.80	48.40	14.30	62.70	14.20	0.40	0.52
114.96	21.42	0.50	1.10	1.60	1.50	3.10	96.60	0.34	0.66
124.90	0.98	76.30	14.90	91.20	3.60	94.80	4.00	0.89	0.93
126.15	0.54	38.00	3.50	41.50	13.10	54.60	3.80	0.22	0.29
127.65	1.52	6.70	10.10	16.80	7.40	24.20	65.30	0.26	0.37
129.28	2.65	16.30	9.00	25.30	13.10	38.40	37.10	0.67	1.02
130.78	2.05	28.80	23.40	52.20	3.50	55.70	31.40	1.49	1.59
132.28	0.74	37.00	24.50	61.50	13.70	75.20	11.00	0.46	0.56
133.78	0.65	16.60	19.50	36.10	16.00	52.10	34.15	0.23	0.34
135.28	0.78	20.60	24.90	45.50	14.20	59.70	12.10	0.35	0.47
136.78	5.31	4.20	2.10	6.30	1.10	7.40	3.80	0.33	0.39
139.16	2.48	10.10	0.40	10.50	0.50	11.00	22.00	0.26	0.27
140.66	0.73	39.60	3.00	42.60	4.00	46.60	17.60	0.31	0.34
142.16	1.27	89.80	2.20	92.00	1.80	93.80	1.20	1.17	1.19
143.66	0.17	69.80	5.30	75.10	1.90	77.00	7.00	0.13	0.13
145.16	1.09	59.40	7.70	67.10	6.30	73.40	10.70	0.73	0.80
146.66	0.50	61.90	14.20	76.10	3.10	79.20	10.70	0.38	0.40
148.96	0.27	6.40	7.40	13.80	2.70	16.50	7.70	0.04	0.04
150.46	1.48	2.10	3.20	5.30	1.50	6.80	2.70	0.08	0.10
151.96	2.01	18.80	23.70	42.50	9.20	51.70	1.00	0.85	1.04
153.46	1.55	21.90	13.60	35.50	7.40	42.90	8.30	0.55	0.66
154.96	7.02	2.00	30.00	32.00	1.90	33.90	13.30	2.25	2.38
156.46	0.55	13.30	11.70	25.00	2.90	27.90	21.80	0.14	0.15
158.77	1.30	6.70	27.30	34.00	5.80	39.80	7.00	0.44	0.52
160.27	0.92	39.00	5.30	44.30	3.10	47.40	10.70	0.41	0.44
161.77	0.73	48.70	19.90	68.60	13.70	82.30	5.60	0.50	0.60
163.27	2.74	5.00	27.90	32.90	14.90	47.80	14.70	0.90	1.31
164.77	1.02	0.90	80.10	81.00	6.40	87.40	10.60	0.83	0.89
166.27	0.51	8.70	50.30	59.00	0.00	59.00	11.40	0.30	0.30

A.4.2: Tabelle der Grobfraktionsdaten von Bohrung 642 (Fortsetzung).

Bohrung 642B0		KZX	KZX	KZX	KZX	KZX	KZX	64X	64X
Tiefe	%	Rad.	Diat.	Kies.Pla.	Schwam.	Sum.Opal	vul.Glas	Kies.Pla	Opal
(m)	>63 um	>63 um	>63 um	>63 um	>63 um	>63 um	>63 um	>63 um	>63 um
158.44	2.37	3.40	36.00	39.40	0.00	39.40	23.70	0.93	0.93
169.92	3.59	0.60	10.40	11.00	6.80	17.80	75.70	0.39	0.64
171.41	1.69	1.00	33.30	34.30	1.80	36.10	21.20	0.58	0.61
172.40	3.91	4.50	37.70	42.20	4.80	47.00	14.70	1.65	1.84
174.38	5.53	7.20	23.00	30.20	8.00	38.20	41.70	1.67	2.11
175.87	11.69	15.90	8.60	24.50	2.20	26.70	56.60	2.86	3.12
178.16	1.56	31.40	34.10	65.50	7.60	73.10	4.00	1.02	1.14
179.66	2.72	42.60	25.00	67.60	0.00	67.60	16.70	1.84	1.84
181.16	15.87	9.30	5.30	14.60	2.20	16.80	70.70	2.32	2.67
182.66	3.90	48.70	21.50	70.20	4.10	74.30	21.20	2.74	2.90
184.16	2.16	44.00	17.00	61.00	24.80	85.80	0.00	1.33	1.07
185.66	1.02	44.90	27.10	72.00	7.10	79.10	6.00	0.73	0.81
187.26	3.58	57.60	5.40	63.00	0.60	63.60	28.00	2.26	2.28
188.74	12.04	17.90	22.00	39.90	11.90	51.80	22.70	4.80	6.24
190.22	2.34	35.60	20.70	56.30	3.40	59.70	24.50	1.32	1.40
191.70	0.87	51.00	23.40	75.20	4.30	79.50	13.40	0.65	0.69
193.17	0.58	66.40	20.30	86.70	3.70	90.40	4.50	0.50	0.52
194.65	15.87	12.30	1.50	13.80	0.00	13.80	81.20	2.19	2.19
196.03	29.22	50.50	1.40	51.90	0.00	51.90	29.80	15.17	15.17
196.07	18.83	24.70	5.60	30.30	0.60	30.90	35.20	5.71	5.82
197.62	2.50	48.10	16.00	64.10	11.70	75.80	17.70	1.60	1.90
199.11	1.57	34.70	20.00	54.70	9.10	63.80	16.20	0.86	1.00
200.60	0.64	43.00	15.70	58.70	5.60	64.30	16.90	0.38	0.41
202.09	0.53	22.70	13.00	35.70	6.30	42.00	5.90	0.19	0.22
203.58	1.36	64.70	16.70	81.40	9.20	90.60	1.30	1.11	1.23
205.07	0.34	77.30	10.00	88.10	11.40	99.50	0.20	0.30	0.34
206.64	0.54	90.20	6.00	96.20	2.20	98.40	0.00	0.52	0.53
208.14	0.92	95.00	1.00	96.00	0.90	97.70	0.20	0.89	0.90
209.64	0.80	80.90	9.00	90.70	5.40	96.10	0.30	0.73	0.77
211.14	0.68	86.60	5.30	91.90	0.00	91.90	2.20	0.62	0.62
212.64	0.15	83.40	5.00	88.40	10.30	98.70	0.60	0.13	0.15
214.07	0.56	65.70	23.10	88.80	2.60	91.40	4.10	0.50	0.51
215.56	0.47	67.20	18.00	86.00	7.10	93.10	1.80	0.40	0.44
217.05	0.65	73.10	18.40	91.50	1.00	92.50	0.30	0.59	0.60
218.53	0.39	64.00	17.70	82.50	1.30	83.80	2.10	0.32	0.33
220.02	0.30	62.10	19.10	81.20	7.30	88.50	5.50	0.24	0.27
221.41	0.77	92.70	3.40	96.10	0.90	97.00	0.40	0.74	0.75
222.89	0.87	94.40	1.90	96.30	0.00	96.30	3.10	0.84	0.84
224.38	0.62	91.60	1.00	92.60	0.40	93.00	2.80	0.57	0.58
225.85	0.82	98.30	0.60	98.90	0.20	99.10	0.60	0.81	0.81
227.32	0.44	80.60	14.30	94.90	2.10	97.00	1.10	0.42	0.43
229.56	0.65	65.60	24.60	90.20	1.60	91.80	6.60	0.59	0.60
231.06	0.48	77.00	8.10	85.10	0.90	86.00	1.80	0.41	0.41
232.56	2.38	33.80	20.10	53.90	4.60	58.50	38.30	1.28	1.39
234.06	0.83	70.90	13.10	84.00	6.50	90.50	2.60	0.70	0.75
239.23	0.41	69.70	3.00	72.70	16.20	88.90	2.40	0.30	0.36
240.70	2.50	20.70	35.20	55.90	18.20	74.10	21.50	1.40	1.85
242.17	1.01	54.60	3.50	58.10	25.00	83.90	11.30	0.59	0.85
243.65	14.63	3.60	1.60	5.20	1.80	7.00	76.30	0.76	1.02
245.12	0.61	39.10	40.20	79.30	12.80	92.10	7.70	0.48	0.56
246.59	0.37	69.40	0.90	70.30	7.90	78.20	4.10	0.26	0.29
248.95	6.97	56.00	4.30	61.10	3.00	64.10	3.70	4.26	4.47
250.45	4.29	68.20	0.30	68.50	5.40	73.90	13.50	2.94	3.17

A.4.2: Tabelle der Grobfraktionsdaten von Bohrung 642 (Fortsetzung).

Bohrung 6428D	KZX	KZX	KZX	KZX	KZX	KZX	GWX	GWX	
Tiefe	%	Rad.	Diat.	Kies.Pla.	Schwam.	Sum.Opal	vul.Glas	Kies.Pla	Opal
(m)	>63 µm	>63 µm	>63 µm	>63 µm	>63 µm	>63 µm	>63 µm	>63 µm	>63 µm
251.95	0.70	51.20	0.00	51.20	14.10	65.30	20.30	0.36	0.46
253.45	2.72	35.60	0.00	35.60	11.70	47.30	50.50	0.97	1.29
254.95	0.45	73.20	4.00	77.20	16.00	93.20	4.40	0.35	0.42
256.45	0.59	69.40	0.00	69.40	11.40	80.80	9.80	0.41	0.48
258.20	2.04	76.70	0.40	77.10	8.60	85.70	13.50	1.57	1.75
259.42	0.31	47.30	0.00	47.30	2.20	49.50	44.10	0.15	0.15
261.68	0.66	67.40	2.30	69.70	6.30	76.00	6.00	0.46	0.50
262.12	0.35	52.50	2.80	55.30	4.60	59.90	26.20	0.19	0.21
264.01	0.79	67.80	0.20	68.00	4.80	72.80	15.30	0.54	0.58
265.08	0.46	43.60	0.60	44.20	2.50	46.70	15.60	0.20	0.21
266.48	0.33	44.70	0.00	44.70	3.20	47.90	9.00	0.15	0.16
267.88	0.59	85.60	0.00	85.60	4.90	90.50	0.90	0.51	0.53
269.39	0.51	39.80	0.40	40.20	0.40	40.60	1.00	0.21	0.21
270.93	0.52	25.80	0.00	25.80	3.00	28.80	1.30	0.13	0.15
272.42	18.51	14.70	2.10	16.80	3.00	19.80	29.90	3.11	3.66
273.92	3.63	50.00	0.50	50.50	14.20	64.70	0.70	1.83	2.35
275.41	3.18	34.90	0.40	35.30	31.40	66.70	10.90	1.12	2.12
276.22	1.45	36.10	0.20	36.30	18.40	54.70	14.50	0.53	0.79
277.29	0.32	24.90	0.00	24.90	3.60	28.50	2.90	0.08	0.09
278.03	53.26	0.60	0.00	0.60	0.40	1.00	5.90	0.32	0.53
279.46	27.81	34.50	0.00	34.50	0.00	34.50	0.40	9.59	9.59
287.00	20.16	15.30	0.00	15.30	0.00	15.30	8.10	3.08	3.08

A.4.3: Tabelle der Grobfraktionsdaten von Bohrung 643.

Bohrung 643A		KZ%	KZ%	KZ%	KZ%	KZ%	KZ%	GW%	GW%
Tiefe	%	Rad.	Diat.	Kies.Pla.	Schwam.	Sum.	Opalvul.	GlasKies.	Pla Opal
m	>63 um	>63 um	>63 um	>63 um	>63 um	>63 um	>63 um	>63 um	>63 um
0.20	10.81	0.00	0.00	0.00	0.30	0.30	0.00	0.00	0.03
0.40	25.37	0.00	0.00	0.00	0.30	0.30	0.00	0.00	0.08
0.60	4.95	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
0.80	9.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
1.01	5.64	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
1.21	21.29	0.00	0.00	0.00	1.00	1.00	0.00	0.00	0.21
1.41	24.87	0.00	0.00	0.00	1.00	1.00	0.00	0.00	0.45
1.70	26.81	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
1.90	19.33	0.00	0.00	0.00	0.40	0.40	0.00	0.00	0.08
2.14	37.37	0.00	0.00	0.00	1.30	1.30	0.00	0.00	0.49
2.31	30.63	0.00	0.00	0.00	1.30	1.30	0.00	0.00	0.40
2.51	27.59	0.00	0.00	0.00	2.20	2.20	0.00	0.00	0.61
2.71	13.00	0.00	0.00	0.00	6.00	6.00	0.20	0.00	0.78
3.40	4.32	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
3.62	21.61	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
3.82	13.97	0.00	0.00	0.00	0.20	0.20	0.00	0.00	0.03
4.41	18.33	0.00	0.20	0.20	0.00	0.20	0.00	0.04	0.04
4.71	29.08	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
4.91	16.70	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
5.31	17.31	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
5.70	24.82	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
5.90	9.54	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
6.12	18.23	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
6.30	20.90	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
6.50	5.83	0.00	0.00	0.00	1.60	1.60	0.00	0.00	0.09
6.72	21.53	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
7.01	14.02	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
7.20	11.13	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
7.40	13.34	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
7.62	17.70	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
7.80	9.30	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
8.00	9.17	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.20	0.00	0.00
8.22	3.10	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
8.70	2.93	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
8.90	12.62	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.20	0.00	0.00
9.12	6.83	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
9.30	11.21	0.00	0.00	0.00	1.60	1.60	0.00	0.00	0.18
9.50	21.16	0.00	0.00	0.00	0.10	0.10	0.00	0.00	0.02
9.72	16.53	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
10.01	10.40	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
10.20	1.48	0.00	0.00	0.00	0.30	0.30	0.00	0.00	0.00
10.40	0.20	0.00	0.00	0.00	1.00	1.00	17.00	0.00	0.00
10.62	24.70	0.00	0.00	0.00	0.20	0.20	0.00	0.00	0.05
10.86	0.02	0.00	0.00	0.00	0.20	0.20	0.00	0.00	0.00
11.00	6.90	0.00	0.00	0.00	0.40	0.40	1.50	0.00	0.03
11.51	14.40	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
11.70	15.84	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.50	0.00	0.00
11.90	20.95	0.00	0.00	0.00	0.40	0.40	2.00	0.00	0.08
12.12	13.62	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.60	0.00	0.00
12.30	10.50	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
12.50	11.50	0.00	0.00	0.00	0.20	0.20	0.20	0.00	0.02
12.72	15.68	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
13.01	10.87	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

A.4.3: Tabelle der Grobfraktionsdaten von Bohrung 643 (Fortsetzung).

Bohrung 643A		KZX	KZX	KZX	KZX	KZX	KZX	GWX	GWX
Tiefe	X	Rad.	Diat.	Kies.Pla.	Schwam.	Sum.	Opalvul.	Glaskies.	Pla Opal
m	>63 um	>63 um	>63 um	>63 um	>63 um	>63 um	>63 um	>63 um	>63 um
13.20	16.40	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.60	0.00
13.40	2.50	0.00	0.00	0.00	0.20	0.20	0.20	0.00	0.00
13.62	2.55	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	2.30	0.00	0.00
13.91	9.24	0.00	0.00	0.00	0.20	0.20	0.00	0.00	0.02
14.00	6.20	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	2.50	0.00	0.00
14.22	20.32	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.70	0.00	0.00
14.51	23.40	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
14.70	6.42	0.00	0.00	0.00	0.20	0.20	0.00	0.00	0.01
15.05	18.09	0.00	0.00	0.00	0.20	0.20	0.00	0.00	0.04
15.21	9.10	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
16.50	8.70	0.00	0.00	0.00	2.20	2.20	0.00	0.00	0.19
16.72	11.14	0.00	0.00	0.00	0.40	0.40	0.00	0.00	0.04
16.90	19.61	0.00	0.00	0.00	0.20	0.20	0.00	0.00	0.04
17.12	15.11	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
17.31	2.63	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
17.50	7.11	0.00	0.00	0.00	0.20	0.20	0.00	0.00	0.01
17.72	20.10	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
18.00	6.84	0.00	0.00	0.00	0.40	0.40	0.00	0.00	0.03
18.05	19.68	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
18.20	4.40	0.00	0.00	0.00	0.20	0.20	0.00	0.00	0.01
18.38	17.97	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.40	0.00	0.00
18.62	0.69	0.00	0.00	0.00	0.20	0.20	1.30	0.00	0.00
18.96	2.00	0.00	0.00	0.00	0.20	0.20	0.00	0.00	0.00
19.03	8.92	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
19.50	16.60	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
19.72	2.68	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.02
19.88	2.30	0.00	0.00	0.00	0.20	0.20	0.00	0.00	0.00
20.12	3.10	0.00	0.00	0.00	0.50	0.50	0.00	0.00	0.02
20.30	11.76	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
20.52	14.78	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
20.72	6.33	0.00	0.00	0.00	0.20	0.20	0.00	0.00	0.01
21.00	2.41	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
21.20	10.41	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
21.38	6.44	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.40	0.00	0.00
21.62	6.30	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.40	0.00	0.00
21.80	4.11	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.10	0.00	0.00
22.00	12.18	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
22.20	6.52	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
22.50	5.70	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
22.70	7.70	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
22.88	12.60	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
23.12	6.95	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
23.30	2.98	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
23.50	3.98	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
23.70	4.22	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
24.00	9.10	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
24.20	14.30	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
24.30	13.24	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
24.50	2.10	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
24.70	4.85	0.00	0.00	0.00	0.20	0.20	0.00	0.00	0.01
24.90	0.83	0.00	0.00	0.00	0.20	0.20	0.00	0.00	0.00
25.10	4.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
25.24	8.06	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

A.4.3: Tabelle der Grobfraktionsdaten von Bohrung 643 (Fortsetzung).

Bohrung 643A	KZ%	KZ%	KZ%	KZ%	KZ%	KZ%	KZ%	GM%	GM%
Tiefe	%	Rad.	Diat.	Kies.Pla.	Schwam.	Sum.	Opalvul.	GlasKies.	Pla Opal
m	>63 um	>63 um	>63 um	>63 um	>63 um	>63 um	>63 um	>63 um	>63 um
25.30	7.10	0.00	0.00	0.00	0.20	0.20	0.00	0.00	0.01
25.50	6.50	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
25.70	10.92	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
26.00	5.40	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
26.20	3.40	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
26.40	1.21	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
26.60	2.50	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
26.80	8.92	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
27.00	6.65	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
27.30	1.67	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
27.30	11.50	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
27.60	2.95	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
27.80	3.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
28.00	15.83	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
28.14	7.38	0.00	0.00	0.00	0.20	0.20	0.00	0.00	0.01
28.20	1.72	0.00	0.00	0.00	0.40	0.40	0.00	0.00	0.01
28.40	20.04	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
28.60	14.28	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
29.00	17.10	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
29.20	18.20	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
29.40	3.30	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
29.60	10.30	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
29.80	8.30	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
30.00	6.70	0.00	0.00	0.00	0.20	0.20	0.00	0.00	0.01
30.48	10.95	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
30.70	9.04	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
30.90		0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
31.10		0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
31.24	18.40	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
31.30	15.30	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
30.50	9.99	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
31.70	4.80	0.00	0.00	0.00	0.20	0.20	0.00	0.00	0.01
31.96	8.30	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
32.20	9.70	0.00	0.00	0.00	0.40	0.40	0.00	0.00	0.04
32.40	15.20	0.00	0.00	0.00	0.40	0.40	0.00	0.00	0.06
32.60	6.20	0.00	0.00	0.00	0.20	0.20	0.00	0.00	0.01
32.80	5.50	0.00	0.00	0.00	0.60	0.60	0.00	0.00	0.03
33.00	12.20	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
33.20	20.30	0.00	0.00	0.00	0.40	0.40	0.00	0.00	0.08
33.50	12.40	0.00	0.00	0.00	0.20	0.20	0.00	0.00	0.02
33.70	10.40	0.00	0.00	0.00	0.20	0.20	0.00	0.00	0.02
33.97	3.40	0.00	0.00	0.00	0.20	0.20	0.00	0.00	0.01
34.22	2.00	0.00	0.00	0.00	1.00	1.00	0.00	0.00	0.02
34.42	4.30	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
34.62	9.90	0.00	0.20	0.20	0.80	1.00	0.00	0.02	0.10
34.82	22.10	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
35.03	17.80	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
35.22	12.40	0.00	0.00	0.00	0.20	0.20	0.00	0.00	0.02
35.47	11.60	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
35.72	7.50	0.00	0.00	0.00	0.20	0.20	0.00	0.00	0.02
35.92	3.72	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
36.12	11.82	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
36.32	7.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

A.4.3: Tabelle der Grobfraktionsdaten von Bohrung 643 (Fortsetzung).

Bohrung 643A		KZ%	KZ%	KZ%	KZ%	KZ%	KZ%	GM%	GM%
Tiefe	X	Rad.	Diat.	Kies.Pla.	Schwam.	Sum.	Opalvul.	Glaskies.	Pla Opal
m	>63 um	>63 um	>63 um	>63 um	>63 um	>63 um	>63 um	>63 um	>63 um
36.43	5.18	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
36.61	7.18	0.00	0.00	0.00	0.20	0.20	0.00	0.00	0.01
36.97	12.10	0.00	0.00	0.00	0.20	0.20	0.00	0.00	0.02
37.22	6.98	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
37.42	5.08	0.00	0.00	0.00	0.20	0.20	0.00	0.00	0.01
37.62	12.70	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
37.82	13.63	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
38.22	9.98	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
38.47	7.41	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
38.72	8.72	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
38.92	8.68	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
39.12		0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
39.32	6.18	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
39.43	11.48	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
39.62	12.58	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
39.97	18.72	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
40.22	2.42	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	99.98	0.00	0.00
40.42	8.88	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
40.62	5.88	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
40.82	6.88	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
41.03	6.85	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.88	0.00	0.00
41.47	6.78	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	3.18	0.00	0.00
41.72	7.64	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.48	0.00	0.00
41.92	3.89	0.00	0.00	0.00	1.88	1.88	2.88	0.00	0.07
42.12	4.82	0.00	0.00	0.00	0.88	0.88	0.48	0.00	0.03
42.32	4.98	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.28	0.00	0.00
42.42	14.58	0.00	0.00	0.00	0.88	0.88	0.00	0.00	0.12
42.62	18.21	0.00	0.00	0.00	0.88	0.88	0.00	0.00	0.00
43.58	17.44	0.00	0.28	0.28	1.38	1.58	0.00	0.03	0.26
43.78	18.48	0.00	0.00	0.00	0.28	0.28	0.00	0.00	0.02
43.91	13.38	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
44.13	13.28	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
44.32	4.28	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
44.58	12.18	0.00	0.00	0.00	0.48	0.48	13.18	0.00	0.05
44.72	8.63	0.00	0.00	0.00	1.28	1.28	0.00	0.00	0.18
45.08	5.52	0.00	0.00	0.00	0.68	0.68	0.00	0.00	0.03
45.22	3.48	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
45.44	17.82	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
45.82	13.18	0.00	0.00	0.00	0.28	0.28	0.00	0.00	0.03
46.08	13.88	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
46.28	19.58	0.00	0.00	0.00	0.28	0.28	0.00	0.00	0.04
46.58	3.65	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
46.72	8.78	0.00	0.00	0.00	0.28	0.28	0.00	0.00	0.02
46.98	4.78	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
47.13	6.22	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
47.32	4.48	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
47.58	1.98	0.00	0.00	0.00	0.28	0.28	0.00	0.00	0.00
47.72	4.84	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
48.08	8.72	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
48.22	9.78	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
48.48	6.35	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
48.63	11.98	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
48.82	18.87	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

A.4.3: Tabelle der Grobfraktionsdaten von Bohrung 643 (Fortsetzung).

Bohrung 643A		KZX	KZX	KZX	KZX	KZX	KZX	GWZ	GWZ
Tiefe	%	Rad.	Diat.	Kies.Pla.	Schwam.	Sum.	Opalvul.	GlasKies.	Pla Opal
m	>63 um	>63 um	>63 um	>63 um	>63 um	>63 um	>63 um	>63 um	>63 um
49.01	5.40	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
49.50	3.42	0.00	0.00	0.00	0.20	0.20	0.00	0.00	0.01
49.72	8.20	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
49.90	5.40	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
50.13	12.20	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
50.32	6.70	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
50.50	9.22	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
50.72	7.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
51.00	3.44	0.00	0.00	0.00	5.10	5.10	0.00	0.00	0.18
51.22	1.80	0.00	0.00	0.00	6.80	6.80	0.20	0.00	0.12
51.26	5.20	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
51.40	1.34	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01
53.01	4.70	0.20	0.00	0.20	6.30	6.50	0.00	0.01	0.31
53.21	1.82	0.00	0.00	0.00	1.00	1.00	0.00	0.00	0.02
53.42	2.70	0.00	0.00	0.00	0.20	0.20	2.20	0.00	0.01
53.62	2.83	0.00	0.00	0.00	2.30	2.30	54.70	0.00	0.07
53.84	0.81	0.00	0.00	0.00	1.00	1.00	8.60	0.00	0.01
54.06	1.11	0.00	0.00	0.00	34.10	34.10	4.20	0.00	0.38
54.22	1.30	0.90	0.00	0.90	17.00	17.90	1.70	0.01	0.23
54.31	0.56	0.00	0.00	0.00	57.90	57.90	0.00	0.00	0.32
54.72	0.40	0.00	0.00	0.00	11.60	11.60	0.60	0.00	0.05
54.90	0.64	0.60	0.00	0.60	2.20	2.80	0.60	0.00	0.02
55.13	0.64	0.00	16.90	16.90	14.40	31.30	1.70	0.11	0.20
55.35	0.71	0.00	3.30	3.30	18.70	22.00	6.40	0.02	0.16
55.53		0.00	10.80	10.80	24.60	35.40	8.40	0.00	0.00
55.72		0.00	1.10	1.10	13.70	14.80	4.80	0.00	0.00
56.01		0.30	19.10	19.40	42.90	62.30	12.90	0.00	0.00
56.21	1.30	1.60	16.10	17.70	36.30	54.00	8.70	0.23	0.70
56.42		5.00	5.00	10.00	4.70	14.70	12.90	0.00	0.00
56.62	2.50	0.70	1.40	2.10	22.50	24.60	17.70	0.05	0.61
57.02	0.84	0.00	0.60	0.60	25.10	25.70	0.00	0.01	0.22
57.22		0.90	1.40	2.30	4.40	6.70	0.50	0.00	0.00
57.51		0.00	9.20	9.20	42.60	51.80	1.20	0.00	0.00
57.72	1.20	1.40	3.00	4.40	21.90	26.30	7.00	0.05	0.32
57.80		0.20	5.20	5.40	75.30	80.70	2.70	0.00	0.00
58.13	2.70	0.20	14.40	14.60	61.90	76.50	11.20	0.39	2.07
58.34		6.00	1.90	7.90	65.30	73.20	7.70	0.00	0.00
58.53	1.19	3.60	0.20	3.80	72.30	76.10	6.30	0.05	0.91
58.72		6.20	0.00	6.20	28.70	34.90	7.40	0.00	0.00
59.01		2.10	0.00	2.10	11.70	13.80	26.50	0.00	0.00
59.21		2.40	0.00	2.40	53.60	56.00	18.00	0.00	0.00
59.42		10.20	0.40	10.60	64.70	75.30	16.00	0.00	0.00
59.62	2.95	0.00	14.90	14.90	1.90	16.80	25.30	0.44	0.50
59.84		1.50	0.00	1.50	47.60	49.10	22.90	0.00	0.00
60.02	2.36	2.50	0.40	2.90	47.80	50.70	5.00	0.07	1.20
60.42		1.40	0.00	1.40	57.00	58.40	26.60	0.00	0.00
62.65	1.80	1.80	0.00	1.80	42.50	44.30	10.60	0.03	0.80
64.15	1.47	2.00	0.00	2.00	30.00	32.00	1.20	0.03	0.47
65.65	0.71	5.50	0.00	5.50	71.30	76.80	0.00	0.04	0.55
67.15	0.72	5.20	0.60	5.80	52.80	58.60	0.00	0.04	0.42
68.65	1.03	51.70	4.50	56.20	24.60	80.80	3.70	0.58	0.83
70.15	0.54	18.80	0.00	18.80	28.70	47.50	31.50	0.10	0.26
71.66	4.24	6.10	0.00	6.10	36.40	42.50	27.30	0.26	1.80

A.4.3: Tabelle der Grobfraktionsdaten von Bohrung 643 (Fortsetzung).

Bohrung 643A	KZX	KZX	KZX	KZX	KZX	KZX	64X	64X	
Tiefe	%	Rad.	Diat.	Kies.Pla.	Schwam.	Sum.	Opalvul.	GlasKies. Pla	Opal
m	>63 um	>63 um	>63 um	>63 um	>63 um	>63 um	>63 um	>63 um	>63 um
72.20	1.25	3.30	0.00	3.30	35.10	38.40	47.00	0.04	0.48
73.70	0.47	35.10	0.00	35.10	38.70	73.80	11.80	0.16	0.35
75.20	0.09	13.40	0.00	13.40	39.60	53.00	30.50	0.01	0.05
76.70	0.76	78.90	0.00	78.90	6.80	85.70	9.40	0.60	0.65
79.70	0.24	0.90	0.00	0.90	11.60	12.50	81.70	0.00	0.03
81.20	0.22	55.10	0.00	55.10	18.80	73.90	20.00	0.12	0.16
81.70	0.87	13.80	0.50	14.30	34.20	48.50	38.80	0.12	0.42
83.20	0.65	27.80	1.30	29.10	20.40	49.50	44.90	0.19	0.32
84.70	1.89	7.50	2.60	10.10	9.30	19.40	71.90	0.19	0.37
86.20	0.56	24.20	0.00	24.20	14.20	38.40	14.10	0.14	0.22
87.70	0.16	73.80	0.00	73.80	6.90	80.70	4.50	0.12	0.13
89.20	0.56	66.80	0.60	67.40	19.40	86.80	10.70	0.38	0.49
90.70	0.68	43.20	0.00	43.20	18.50	61.70	21.80	0.29	0.42
91.20	0.42	4.90	0.00	4.90	21.90	26.80	70.20	0.02	0.11
92.70	5.16	9.10	5.90	15.00	12.90	27.90	55.30	0.77	1.44
94.20	0.24	37.00	0.00	37.00	28.30	65.30	29.50	0.09	0.16
95.70	0.53	85.30	0.00	85.30	8.50	93.80	3.20	0.45	0.50
97.20	0.78	32.60	2.00	34.60	35.30	69.90	21.40	0.27	0.55
98.70	1.10	2.60	2.20	4.80	14.20	19.00	9.10	0.05	0.21
99.96	3.73	4.60	2.00	6.60	17.70	24.30	56.30	0.25	0.91
100.70	0.64	24.60	0.30	24.90	39.80	64.70	22.50	0.16	0.41
102.20	0.77	43.90	1.30	45.20	39.50	84.70	11.70	0.35	0.65
103.70	5.37	10.40	6.20	16.60	22.90	39.50	48.60	0.09	2.12
105.20	2.00	9.30	9.90	19.20	23.20	42.40	52.00	0.38	0.85
106.70	1.59	27.80	34.40	62.20	22.80	85.00	13.30	0.99	1.35
108.20	0.50	71.10	10.70	81.80	9.30	91.10	2.80	0.41	0.46
110.20	2.14	29.90	25.90	55.80	22.20	78.00	16.30	1.19	1.67
111.70	1.04	30.50	13.50	44.00	16.20	60.20	9.70	0.46	0.63
113.20	0.32	78.50	2.20	80.70	1.90	82.60	11.40	0.26	0.26
114.70	1.38	32.50	31.20	63.70	32.30	96.00	3.30	0.88	1.32
116.20	1.59	27.80	35.50	63.30	36.70	100.00	0.00	1.01	1.59
117.70	0.82	53.50	4.30	57.80	21.70	79.50	13.90	0.47	0.65
119.20	1.39	35.90	24.90	60.80	9.50	70.30	1.10	0.85	0.98
119.70	0.47	73.90	2.20	76.10	17.40	93.50	5.20	0.36	0.44
121.20	3.39	32.00	13.70	45.70	5.60	51.30	46.00	1.55	1.74
122.70	0.66	69.10	6.80	75.90	21.20	97.10	2.30	0.50	0.64
124.20	1.78	57.90	27.20	85.10	13.60	98.70	0.00	1.51	1.76
125.70	1.02	88.40	2.00	90.40	4.90	95.30	1.20	0.92	0.97
127.20	1.36	76.90	9.40	86.30	12.00	98.30	1.30	1.17	1.34
129.19	0.81	53.70	9.80	63.50	11.30	74.80	1.90	0.51	0.61
130.69	0.54	23.40	26.50	49.90	42.10	92.00	0.70	0.27	0.50
132.19	0.52	84.50	3.20	87.70	3.80	91.50	2.40	0.46	0.48
133.69	0.27	66.60	0.80	67.40	15.90	83.30	11.20	0.18	0.22
135.19	3.12	36.50	0.00	36.50	11.60	48.10	50.20	1.14	1.50
136.69	0.96	30.10	2.50	32.60	17.30	49.90	33.70	0.31	0.48
138.68	2.50	48.50	19.60	68.10	13.10	81.20	12.80	1.70	2.03
140.18	5.30	51.40	17.40	68.80	7.10	75.90	21.60	3.65	4.02
141.68	1.01	64.50	18.20	82.70	12.20	94.90	2.80	0.84	0.96
143.18	1.31	39.90	45.70	85.60	10.50	96.10	0.00	1.12	1.26
144.68	1.53	31.50	59.40	90.90	5.80	96.70	1.10	1.39	1.48
146.18	1.21	9.80	35.60	45.40	6.70	52.10	47.10	0.55	0.63
147.68	2.81	21.30	47.90	69.20	25.00	94.20	1.00	1.94	2.65
148.30	1.13	54.50	17.80	72.30	22.60	94.90	3.10	0.82	1.07

A.4.3: Tabelle der Grobfraktionsdaten von Bohrung 643 (Fortsetzung).

Bohrung 643A		KZX	KZX	KZX	KZX	KZX	KZX	GWZ	GWZ
Tiefe	%	Rad.	Diat.	Kies.Pla.	Schwam.	Sum.	Opaluul.	GlasKies.	Pla Opal
m	>63 um	>63 um	>63 um	>63 um	>63 um	>63 um	>63 um	>63 um	>63 um
157.70	2.21	48.50	17.10	65.60	18.80	84.40	4.20	1.45	1.87
159.20	0.54	65.30	2.10	67.40	13.50	80.90	12.50	0.36	0.44
167.21	3.57	65.90	0.80	66.70	6.70	73.40	14.60	2.38	2.62
168.71	1.02	67.20	17.20	84.40	8.20	92.60	7.40	0.86	0.94
170.21	1.50	51.10	3.00	54.10	11.90	66.00	28.90	0.81	0.99
171.71	1.55	78.70	1.40	80.10	17.10	97.20	2.70	1.24	1.51
173.21	0.85	86.30	0.50	86.80	12.30	99.10	0.80	0.74	0.84
174.71	0.66	86.60	4.10	90.70	8.20	98.90	1.20	0.60	0.65
176.71	0.87	77.70	0.50	78.20	14.70	92.90	6.90	0.68	0.81
178.21	0.30	86.50	0.90	87.40	9.30	96.70	2.30	0.26	0.29
179.71	0.25	88.80	3.00	91.80	7.20	99.00	0.30	0.23	0.25
181.21	1.14	54.20	3.70	57.90	34.60	92.50	3.00	0.66	1.05
182.71	0.36	64.80	10.60	75.40	20.20	95.60	3.40	0.27	0.34
184.21	0.45	82.10	2.00	84.10	13.00	97.10	1.40	0.38	0.44
195.70	0.92	24.00	55.80	79.80	20.10	99.90	0.20	0.73	0.92
197.20	0.60	17.10	52.80	69.90	28.50	98.40	1.60	0.42	0.59
198.70	0.74	51.80	27.10	78.90	20.50	99.40	0.10	0.58	0.74
200.20	0.87	63.70	17.70	81.40	17.90	99.30	0.60	0.71	0.86
201.70	0.35	67.10	3.90	71.00	28.20	99.20	0.50	0.25	0.35
203.20	0.35	67.40	3.90	71.30	28.20	99.50	0.50	0.25	0.35
204.70	0.83	70.50	16.40	86.90	13.00	99.90	0.20	0.72	0.83
205.49	0.50	97.20	1.00	98.20	0.70	98.90	0.80	0.49	0.49
206.99	0.35	90.20	1.40	91.60	7.10	98.70	0.40	0.32	0.35
208.49	0.42	81.40	3.40	84.80	5.70	90.50	0.00	0.36	0.38
209.99	0.25	66.80	1.70	68.50	24.60	93.10	2.40	0.17	0.23
211.49	0.45	75.30	7.40	82.70	11.10	93.80	4.70	0.37	0.42
212.99	0.47	90.60	7.00	97.60	1.90	99.50	0.50	0.46	0.47
214.49	1.09	96.30	1.30	97.60	1.10	98.70	1.30	1.06	1.08
215.29	0.47	93.40	6.00	99.40	0.20	99.60	0.40	0.47	0.47
216.79	0.42	75.90	8.90	84.80	9.50	94.30	1.60	0.36	0.40
218.29	0.54	81.00	7.10	88.10	3.40	91.50	7.50	0.48	0.49
219.79	0.61	61.10	6.60	67.70	32.00	99.70	0.00	0.41	0.61
221.29	0.60	75.80	4.10	79.90	16.50	96.40	2.70	0.48	0.58
222.79	0.69	80.30	3.40	83.70	14.50	98.20	1.80	0.58	0.68
224.29	0.32	88.70	2.10	90.80	1.70	92.50	6.30	0.29	0.30
225.20	0.48	45.40	16.10	61.50	38.10	99.60	0.00	0.30	0.48
226.70	0.38	33.70	54.70	88.40	10.20	98.60	0.90	0.34	0.37
228.20	0.56	48.50	36.10	84.60	14.60	99.20	0.60	0.47	0.56
229.70	0.34	25.30	63.60	88.90	9.90	98.80	0.70	0.30	0.34
231.20	1.62	10.00	84.50	94.50	4.30	98.80	0.90	1.53	1.60
232.70	0.93	16.70	74.70	91.40	7.50	98.90	1.00	0.85	0.92
234.20	0.87	18.00	74.70	93.50	4.20	97.70	2.10	0.81	0.85
234.90	0.69	26.50	37.50	64.00	35.80	99.80	0.40	0.44	0.69
236.40	2.12	12.40	74.30	86.70	13.10	99.80	0.20	1.84	2.12
237.90	0.63	15.30	82.50	97.80	2.20	100.00	0.00	0.62	0.63
239.40	2.52	32.70	61.00	93.70	4.60	98.30	1.70	2.36	2.48
240.90	0.72	68.00	14.10	82.10	12.10	94.20	4.00	0.59	0.68
242.40	0.61	16.10	76.90	93.00	5.40	98.40	1.30	0.57	0.60
244.70	0.24	62.20	24.70	86.90	2.40	89.30	0.10	0.21	0.21
246.20	0.27	55.20	17.70	72.90	17.40	90.30	1.30	0.20	0.24
247.70	2.65	39.90	33.80	73.70	7.30	81.00	12.50	1.95	2.15
249.20	0.62	43.90	22.80	66.70	24.90	91.60	6.50	0.41	0.57
250.70	0.27	71.00	13.50	84.50	8.10	92.60	3.90	0.23	0.25

A.4.4: Tabelle der Grobfraktionsdaten von Bohrung 644.

Bohrung 644A		KZX	KZX	KZX	KZX	KZX	KZX	%	%
	%	Rad.	Diat.	Kies.Pla.	Schwam.	Sum.Opal	vul.Glas	Kies.Pla.	Opal
Tiefe	>63 um	>63 um	>63 um	>63 um	>63 um	>63 um	>63 um	>63 um	>63 um
0.22	9.52	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
0.42	2.74	0.00	0.00	0.00	0.97	0.97	0.19	0.00	0.03
0.59	8.85	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
0.82	4.64	0.00	0.00	0.00	0.33	0.33	0.33	0.00	0.02
1.02	7.16	0.00	0.00	0.00	0.16	0.16	0.00	0.00	0.01
1.22	10.94	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.54	0.00	0.00
1.42	13.96	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
1.72	4.35	0.00	0.00	0.00	0.17	0.17	0.00	0.00	0.01
2.09	20.05	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
2.30	7.43	0.00	0.00	0.00	0.17	0.17	0.00	0.00	0.01
2.52	13.25	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
2.72	5.47	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.16	0.00	0.00
2.90	6.68	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
3.22	5.36	0.00	0.00	0.00	0.17	0.17	0.00	0.00	0.01
3.42	4.95	0.00	0.00	0.00	0.57	0.57	0.00	0.00	0.03
3.59	8.69	0.00	0.00	0.00	0.35	0.35	0.00	0.00	0.03
3.82	7.31	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
4.02	4.70	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
4.22	2.19	0.00	0.00	0.00	0.16	0.16	0.00	0.00	0.00
4.42	6.08	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
4.72	3.02	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.74	0.00	0.00
4.92	4.52	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.20	0.00	0.00
5.09	3.79	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
5.30	3.98	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
5.52	7.11	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.39	0.00	0.00
5.72	4.81	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
6.22	4.84	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
6.42	4.98	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
6.59	6.99	0.00	0.00	0.00	0.19	0.19	0.00	0.00	0.01
6.82	1.07	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
7.02	3.27	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
7.22	3.20	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
7.42	4.54	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
7.72	5.22	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
7.92	2.50	0.00	0.00	0.00	0.16	0.16	0.00	0.00	0.00
8.04	6.42	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
8.30	1.75	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
8.52	4.06	0.00	0.00	0.00	0.19	0.19	0.00	0.00	0.01
8.72	2.71	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
8.90	5.85	0.00	0.00	0.00	0.64	0.64	0.00	0.00	0.04
9.42	3.81	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
9.62	2.83	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
9.82	15.28	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
10.02	6.64	0.00	0.00	0.00	0.18	0.18	0.00	0.00	0.01
10.24	9.85	0.00	0.00	0.00	1.49	1.49	0.00	0.00	0.15
10.42	8.93	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
10.62	12.26	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
10.92	14.23	0.00	0.00	0.00	0.18	0.18	0.00	0.00	0.03
11.32	7.42	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
11.52	10.75	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
11.74	7.59	0.00	0.00	0.00	0.19	0.19	0.00	0.00	0.01
11.90	16.80	0.00	0.00	0.00	0.19	0.19	0.00	0.00	0.03
12.12	3.22	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

A.4.4: Tabelle der Grobfraktionsdaten von Bohrung 644 (Fortsetzung).

Bohrung 644A	KZX		KZX		KZX		KZX		KZX		%	
	%	Rad.	Diat.	Kies.Pla.	Schwam.	Sum.Opal	vul.Glas	Kies.Pla.	Opal			
	Tiefe	>63 um	>63 um	>63 um	>63 um	>63 um	>63 um	>63 um	>63 um	>63 um	>63 um	>63 um
12.42	6.07	0.00	0.00	0.00	0.37	0.37	0.00	0.00	0.00	0.00	0.02	
12.62	4.39	0.00	0.00	0.00	0.93	0.93	0.00	0.00	0.00	0.00	0.04	
12.82	2.40	0.00	0.00	0.00	1.13	1.13	0.00	0.00	0.00	0.00	0.03	
13.02	24.19	0.00	0.00	0.00	0.18	0.18	0.00	0.00	0.00	0.00	0.04	
13.22	23.68	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
13.42	17.31	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
13.92	14.82	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
14.12	6.39	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
14.32	4.61	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
14.52	8.53	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
14.74	24.75	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
14.90	12.07	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
15.12	10.56	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
15.42	9.08	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
15.62	9.88	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
15.82	9.98	0.00	0.00	0.00	0.19	0.19	0.00	0.00	0.00	0.00	0.02	
16.42	6.22	0.00	0.00	0.00	0.17	0.17	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01	
16.62	4.78	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
16.82	3.93	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
17.02	14.30	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
17.22	6.05	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
17.40	9.58	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
17.60	14.27	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
17.92	11.90	0.19	0.00	0.19	0.00	0.19	0.00	0.00	0.00	0.02	0.02	
18.12	12.51	0.00	0.00	0.00	0.18	0.18	0.00	0.00	0.00	0.00	0.02	
18.32	11.21	0.00	0.00	0.00	0.57	0.57	0.00	0.00	0.00	0.00	0.06	
18.52	7.70	0.00	0.00	0.00	0.39	0.39	0.00	0.00	0.00	0.00	0.03	
18.72	4.06	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
18.90	0.63	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
19.12	2.21	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
19.42	6.52	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
19.62	1.96	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
19.82	3.76	0.00	0.00	0.00	0.19	0.19	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01	
20.02	3.23	0.00	0.00	0.00	0.55	0.55	0.00	0.00	0.00	0.00	0.02	
20.20	6.19	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
20.42	8.02	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
21.12	3.57	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
21.32	4.91	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
21.52	3.20	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
21.72	5.07	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
21.90	3.71	0.00	0.00	0.00	0.18	0.18	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01	
22.43	5.14	0.00	0.00	0.00	0.57	0.57	0.00	0.00	0.00	0.00	0.03	
22.62	2.64	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
22.82	10.33	0.00	0.00	0.00	0.58	0.58	0.00	0.00	0.00	0.00	0.06	
23.02	10.21	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
23.22	2.81	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
23.40	0.62	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
23.60	2.75	0.00	0.00	0.00	1.38	1.38	0.00	0.00	0.00	0.00	0.04	
23.99	14.07	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
25.42	6.02	0.00	0.00	0.00	0.18	0.18	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01	
25.92	9.98	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
26.12	5.60	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
26.32	4.83	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	

A.4.4: Tabelle der Grobfraktionsdaten von Bohrung 644 (Fortsetzung).

Bohrung 644A		KZX	KZX	KZX	KZX	KZX	KZX	%	%
		Rad.	Diat.	Kies.Pla.	Schwam.	Sum.Opal	vul.Glas	Kies.Pla.	Opal
Tiefe	>63 um	>63 um	>63 um	>63 um	>63 um	>63 um	>63 um	>63 um	>63 um
26.52	5.45	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
26.72	0.99	0.00	0.00	0.00	0.19	0.19	0.00	0.00	0.00
26.90	1.06	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
27.12	3.42	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.23	0.00	0.00
27.42	7.60	0.00	0.00	0.00	0.79	0.79	0.00	0.00	0.06
27.62	5.40	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
27.82	7.87	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
28.02	5.15	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
28.22	6.63	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
28.40	10.33	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
28.60	4.45	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
28.92	2.05	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
29.12	3.99	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
29.32	12.42	0.00	0.00	0.00	0.20	0.20	0.00	0.00	0.02
29.52	7.23	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
29.72	15.40	0.00	0.00	0.00	0.20	0.20	0.00	0.00	0.03
29.90	16.10	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
30.12	2.25	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
30.42	3.32	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
30.62	5.25	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
30.82	2.38	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
31.02	1.96	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
31.22	25.51	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
31.40	5.27	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.18	0.00	0.00
31.60	5.97	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
31.92	4.03	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
32.12	2.64	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
32.32	8.66	0.00	0.00	0.00	0.93	0.93	0.00	0.00	0.08
32.52	13.06	0.00	0.00	0.00	0.38	0.38	0.00	0.00	0.05
32.72	12.60	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
32.92	6.59	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
33.12	5.93	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
35.42	4.25	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
35.62	3.94	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
35.82	13.77	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
36.02	4.50	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
36.22	14.13	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
36.40	15.93	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.19	0.00	0.00
36.92	15.98	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.20	0.00	0.00
37.12	15.66	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.19	0.00	0.00
37.32	1.45	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
37.52	6.02	0.75	0.00	0.75	0.57	1.32	0.00	0.05	0.08
37.72	14.28	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
38.07	8.79	0.00	0.00	0.00	0.19	0.19	0.00	0.00	0.02
38.42	14.16	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
38.62	7.96	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.18	0.00	0.00
38.82	3.97	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
39.02	11.81	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.20	0.00	0.00
39.22	3.01	0.00	0.00	0.00	0.20	0.20	0.00	0.00	0.01
39.40	4.21	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
39.60	3.26	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
39.92	2.26	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.20	0.00	0.00
40.12	2.50	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.38	0.00	0.00

A.4.4: Tabelle der Grobfraktionsdaten von Bohrung 644 (Fortsetzung).

Bohrung 644A	KZX		KZX		KZX		KZX		KZX		X		X					
	X	Rad.	Diat.	Kies.Pla.	Schwam.	Sum.Opal	vul.Glas	Kies.Pla.	Opal	X	Rad.	Diat.	Kies.Pla.	Schwam.	Sum.Opal	vul.Glas	Kies.Pla.	Opal
Tiefe	>63 um	>63 um	>63 um	>63 um	>63 um	>63 um	>63 um	>63 um	>63 um	>63 um	>63 um	>63 um	>63 um	>63 um	>63 um	>63 um	>63 um	>63 um
40.32	6.28	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
40.52	1.56	0.39	0.00	0.39	0.00	0.39	0.00	0.00	0.01	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
40.72	3.42	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
40.90	5.94	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
41.07	9.71	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.77	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
41.42	9.77	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.76	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
41.62	7.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
41.82	6.05	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
42.02	23.15	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
42.22	9.93	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
42.40	5.19	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.36	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
42.64	26.09	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
44.92	6.18	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
45.29	6.10	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
45.48	31.58	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
45.71	36.15	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.20	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
45.90	32.86	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
46.12	6.19	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
46.42	2.82	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
46.79	12.36	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
46.92	11.12	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
47.21	2.71	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
47.48	1.87	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
47.62	9.78	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
47.92	2.21	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
48.29	6.62	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
48.48	5.89	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
48.71	35.08	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
48.90	2.89	0.00	0.00	0.00	0.73	0.73	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
49.12	3.46	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
49.42	7.85	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
49.62	5.81	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
49.79	2.54	0.00	0.00	0.00	0.81	0.81	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
49.98	6.84	0.00	0.00	0.00	0.36	0.36	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
50.21	4.46	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
50.37	4.67	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
52.42	15.90	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
52.62	16.15	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
52.79	6.03	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
52.98	9.60	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
53.21	3.83	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
54.42	15.11	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
54.62	12.43	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
54.85	11.30	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
55.03	7.94	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
55.42	12.76	0.00	0.00	0.00	0.18	0.18	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
56.13	18.24	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
56.33	2.78	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
56.53	20.54	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
57.42	3.72	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
57.62	1.91	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
57.85	25.73	0.00	0.19	0.19	0.00	0.19	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
58.03	2.48	0.18	0.00	0.18	0.00	0.18	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

A.4.4: Tabelle der Grobfraktionsdaten von Bohrung 644 (Fortsetzung).

Bohrung 644A		KZX	KZX	KZX	KZX	KZX	KZX	X	X
X		Rad.	Diat.	Kies.Pla.	Schwam.	Sum.Opal	vul.Glas	Kies.Pla.	Opal
Tiefe	>63 um	>63 um	>63 um	>63 um	>63 um	>63 um	>63 um	>63 um	>63 um
58.92	28.16	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
59.13	1.82	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
59.35	2.22	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
59.56	8.62	0.00	0.00	0.00	0.18	0.18	0.00	0.00	0.02
63.91	9.56	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
64.11	13.72	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
64.29	3.61	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
64.72	7.58	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
65.41	6.73	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
65.60	9.62	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
65.70	4.13	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
66.00	12.06	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
66.22	3.08	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
66.42	3.05	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
66.62	2.98	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
66.90	3.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
67.11	13.98	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
67.37	5.80	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
67.50	5.94	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.17	0.00	0.00
67.72	8.08	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
67.90	7.58	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
68.10	1.16	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
68.43	9.84	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
68.62	13.66	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
69.92	4.90	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
70.13	11.47	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
70.30	23.73	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
70.52	2.31	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
70.92	6.47	0.00	0.00	0.00	0.17	0.17	0.00	0.00	0.01
71.12	6.72	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
71.42	2.44	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
71.62	3.15	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
71.80	0.57	0.00	0.00	0.00	0.89	0.89	0.00	0.00	0.01
73.43	2.06	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
73.60	2.23	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
73.79	3.95	0.18	0.00	0.18	0.70	0.88	0.00	0.01	0.03
74.02	1.53	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
74.22	0.67	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
74.43	0.37	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
74.62	17.89	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
74.93	6.32	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
75.10	3.92	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
75.29	1.94	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
75.52	2.52	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
75.72	5.52	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
75.93	5.72	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
76.12	13.96	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
76.43	1.43	0.00	0.00	0.00	1.57	1.57	0.00	0.00	0.02
76.60	0.80	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
76.79	1.49	0.00	0.00	0.00	0.36	0.36	0.00	0.00	0.01
77.02	2.31	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
77.22	1.07	0.18	0.00	0.18	0.35	0.53	0.00	0.00	0.01
77.43	1.05	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

A.4.4: Tabelle der Grobfraktionsdaten von Bohrung 644 (Fortsetzung).

Bohrung 644A	KZX		KZX		KZX		KZX		%	
	%	Rad.	Dist.	Kies.Pla.	Schwam.	Sum.Opal	vul.Glas	Kies.Pla.	Opal	
Tiefe	>63 um	>63 um	>63 um	>63 um	>63 um	>63 um	>63 um	>63 um	>63 um	
77.62	22.37	0.00	0.00	0.00	0.37	0.37	0.00	0.00	0.00	
78.43	4.21	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.19	0.00	0.00	
78.60	27.21	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
78.79	6.92	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.78	0.00	0.00	
79.02	4.61	0.00	0.00	0.00	0.20	0.20	0.00	0.00	0.01	
79.22	5.30	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
79.93	1.03	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
80.10	14.57	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
80.29	5.05	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
80.52	5.60	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
80.72	9.26	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
80.93	2.80	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
84.42	1.78	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
84.61	0.81	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
84.78	2.20	0.38	0.00	0.38	0.00	0.38	0.00	0.01	0.01	
85.42	1.75	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
85.63	0.72	0.38	0.00	0.38	0.19	0.58	0.00	0.00	0.00	
85.92	0.26	0.00	0.00	0.00	0.38	0.38	0.00	0.00	0.00	
86.11	4.92	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
86.28	1.03	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
86.48	1.93	0.23	0.00	0.23	0.00	0.23	0.00	0.00	0.00	
86.71	0.93	0.00	0.00	0.00	0.20	0.20	0.00	0.00	0.00	
86.92	2.52	0.19	0.00	0.19	2.23	2.41	0.00	0.00	0.06	
87.12	8.11	0.00	0.00	0.00	0.55	0.55	0.00	0.00	0.04	
87.42	1.04	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
87.61	0.93	0.00	0.00	0.00	0.19	0.19	0.00	0.00	0.00	
87.78	20.90	0.00	0.00	0.00	0.19	0.19	0.19	0.00	0.04	
87.98	28.55	0.00	0.00	0.00	0.49	0.49	0.00	0.00	0.14	
88.22	27.55	0.00	0.00	0.00	0.20	0.20	0.00	0.00	0.05	
88.41	11.32	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
88.91	0.81	0.00	0.00	0.00	0.18	0.18	0.00	0.00	0.00	
89.11	3.22	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
89.28	1.39	0.16	0.00	0.16	0.00	0.16	0.00	0.00	0.00	
89.48	9.51	0.00	0.00	0.00	0.19	0.19	0.00	0.00	0.02	
89.71	5.11	0.00	0.00	0.00	0.18	0.18	0.00	0.00	0.01	
89.92	3.17	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
90.42	14.21	0.00	0.00	0.00	0.18	0.18	0.00	0.00	0.03	
90.62	5.79	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
92.42	3.90	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
92.62	3.03	0.00	0.00	0.00	1.35	1.35	0.00	0.00	0.04	
92.80	2.79	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
93.01	13.63	0.00	0.00	0.00	0.19	0.19	0.00	0.00	0.03	
93.20	0.94	0.00	0.00	0.00	0.30	0.30	0.00	0.00	0.00	
93.40	2.37	0.00	0.00	0.00	0.38	0.38	0.00	0.00	0.01	
93.62	5.62	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
93.92	5.96	0.00	0.00	0.00	1.19	1.19	0.00	0.00	0.07	
94.09	3.42	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
94.33	2.16	0.00	0.00	0.00	0.58	0.58	0.00	0.00	0.01	
94.51	1.22	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
94.70	1.99	0.00	0.00	0.00	0.75	0.75	0.00	0.00	0.01	
94.92	0.99	0.00	0.00	0.00	0.16	0.16	0.00	0.00	0.00	
95.14	1.51	0.00	0.00	0.00	0.17	0.17	0.17	0.00	0.00	
95.42	1.78	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	

A.4.4: Tabelle der Grobfraktionsdaten von Bohrung 644 (Fortsetzung).

Bohrung 644A	KZX		KZX		KZX		KZX		KZX		%	
	%	Rad.	Diat.	Kies.Pla.	Schwam.	Sum.Opal	vul.Glas	Kies.Pla.	Opal	%	%	
Tiefe	>63 um	>63 um	>63 um	>63 um	>63 um	>63 um	>63 um	>63 um	>63 um	>63 um	>63 um	
95.62	5.82	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
95.80	2.91	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
95.81	13.87	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
95.20	11.55	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
95.40	3.94	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
95.62	5.30	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
96.92	3.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
97.14	3.15	0.00	0.00	0.00	0.36	0.36	0.00	0.00	0.00	0.01	0.01	
97.30	2.57	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.19	0.00	0.00	0.00	0.00	
97.51	1.29	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
97.70	7.52	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.56	0.00	0.00	0.00	
97.92	20.32	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
98.42	0.66	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
98.62	17.90	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
98.80	0.69	0.00	0.00	0.00	0.13	0.13	0.13	0.00	0.00	0.00	0.00	
99.00	8.38	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.19	0.00	0.00	0.00	0.00	
99.30	0.51	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.19	0.00	0.00	0.00	0.00	
99.52	2.28	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
99.92	1.72	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
100.14	0.91	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.31	0.00	0.00	0.00	0.00	
100.30	1.78	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
100.50	1.50	0.19	0.00	0.19	0.38	0.57	0.00	0.00	0.00	0.01	0.01	
100.92	1.20	0.55	0.00	0.55	0.00	0.55	0.00	0.01	0.01	0.01	0.01	
101.14	5.73	0.00	0.00	0.00	0.46	0.46	0.00	0.00	0.00	0.03	0.03	
101.42	1.16	0.90	0.00	0.90	0.54	1.44	0.00	0.01	0.01	0.02	0.02	
101.91	15.99	0.00	0.00	0.00	0.58	0.58	0.00	0.00	0.00	0.09	0.09	
102.10	1.46	0.18	0.00	0.18	0.00	0.18	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
102.30	4.56	0.00	0.00	0.00	0.17	0.17	0.00	0.00	0.00	0.01	0.01	
102.49	1.78	0.00	0.00	0.00	0.36	0.36	0.00	0.00	0.00	0.01	0.01	
102.60	1.07	0.00	0.00	0.00	0.19	0.19	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
102.87	2.45	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.34	0.00	0.00	0.00	0.00	
103.06	4.07	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.18	0.00	0.00	0.00	0.00	
103.35	8.08	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.18	0.00	0.00	0.00	0.00	
103.54	0.58	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
103.74	2.65	0.00	0.00	0.00	0.34	0.34	0.17	0.00	0.00	0.01	0.01	
103.93	5.65	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.39	0.00	0.00	0.00	0.00	
104.12	1.92	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.92	0.00	0.00	0.00	0.00	
104.31	1.38	0.00	0.00	0.00	0.38	0.38	0.00	0.00	0.00	0.01	0.01	
104.50	2.05	0.42	0.14	0.57	0.28	0.85	0.71	0.01	0.01	0.02	0.02	
104.79	6.92	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.15	0.00	0.00	0.00	0.00	
104.90	1.24	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
105.10	1.04	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
105.37	1.04	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.56	0.00	0.00	0.00	0.00	
105.56	0.79	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
105.75	0.39	0.00	0.00	0.00	1.69	1.69	0.00	0.00	0.00	0.01	0.01	
105.94	4.66	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
106.23	3.76	0.00	0.00	0.00	7.56	7.56	0.00	0.00	0.00	0.28	0.28	
106.42	0.94	0.19	0.00	0.19	1.55	1.75	0.19	0.00	0.00	0.02	0.02	
106.62	1.17	0.00	0.00	0.00	4.77	4.77	1.15	0.00	0.00	0.06	0.06	
106.81	3.01	0.00	0.00	0.00	10.41	10.41	0.20	0.00	0.00	0.31	0.31	
107.00	5.94	0.19	0.00	0.19	0.75	0.94	0.00	0.01	0.01	0.06	0.06	
107.67	16.86	0.00	0.00	0.00	0.38	0.38	0.19	0.00	0.00	0.06	0.06	
107.86	6.27	0.00	0.00	0.00	1.14	1.14	0.00	0.00	0.00	0.07	0.07	

A.4.4: Tabelle der Grobfraktionsdaten von Bohrung 644 (Fortsetzung).

Bohrung 644A Tiefe	KZX		KZX		KZX		KZX		KZX		%	
	%	Rad.	Diat.	Kies.Pla.	Schwam.	Sum.Opal	vul.Glas	Kies.Pla.	Opal	%	%	
	>63 um	>63 um	>63 um	>63 um	>63 um	>63 um	>63 um	>63 um	>63 um	>63 um	>63 um	
108.06	3.14	0.00	0.00	0.00	3.33	3.33	0.00	0.00	0.10			
108.25	2.66	0.18	0.00	0.18	3.60	3.78	65.83	0.00	0.10			
108.44	2.55	0.00	0.00	0.00	1.20	1.20	1.20	0.00	0.03			
108.63	4.37	0.00	0.00	0.00	1.96	1.96	0.00	0.00	0.09			
108.82	7.43	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00			
109.11	4.64	0.00	0.00	0.00	1.76	1.76	0.00	0.00	0.08			
109.30	0.61	0.00	0.00	0.00	0.17	0.17	0.00	0.00	0.00			
109.50	1.41	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00			
109.69	1.50	0.37	0.00	0.37	0.56	0.94	0.00	0.01	0.01			
109.88	3.78	0.00	0.00	0.00	1.31	1.31	0.19	0.00	0.05			
110.07	5.18	2.20	0.00	2.20	0.94	3.14	0.16	0.11	0.16			
110.26	1.77	0.00	0.00	0.00	0.38	0.38	0.00	0.00	0.01			
110.55	0.88	0.36	0.00	0.36	0.18	0.54	0.00	0.00	0.00			
110.74	1.54	0.00	0.00	0.00	0.19	0.19	0.00	0.00	0.00			
111.81	1.80	0.18	0.00	0.18	0.00	0.18	0.00	0.00	0.00			
112.00	1.23	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00			
112.20	0.79	0.89	0.00	0.89	0.89	1.79	0.00	0.01	0.01			
112.40	0.72	0.17	0.00	0.17	0.00	0.17	0.00	0.00	0.00			
112.62	2.87	0.32	0.00	0.32	0.16	0.48	0.00	0.01	0.01			
112.88	10.42	0.00	0.00	0.00	0.20	0.20	0.00	0.00	0.02			
113.08	5.24	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00			
113.28	4.58	0.00	0.00	0.00	0.98	0.98	0.00	0.00	0.04			
113.47	1.03	0.19	0.00	0.19	0.19	0.38	0.57	0.00	0.00			
113.67	5.88	0.20	0.00	0.20	0.00	0.20	0.00	0.01	0.01			
113.87	1.56	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00			
114.35	3.30	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00			
114.58	9.74	0.59	0.00	0.59	0.00	0.59	0.00	0.05	0.05			
115.82	10.35	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00			
116.02	0.75	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00			
116.22	3.87	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00			
116.41	3.96	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00			
116.61	2.89	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00			
116.81	15.82	0.19	0.00	0.19	0.00	0.19	0.00	0.03	0.03			
117.29	4.20	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00			
117.49	7.20	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.18	0.00	0.00			
117.69	6.42	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00			
117.92	6.61	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00			
118.76	1.22	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00			
118.96	1.04	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00			
119.16	0.79	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00			
119.35	1.16	0.00	0.00	0.00	0.41	0.41	0.00	0.00	0.00			
119.56	1.77	0.15	0.15	0.29	1.46	1.75	0.15	0.01	0.03			
119.77	13.74	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.68	0.00	0.00			
119.96	0.67	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.16	0.00	0.00			
120.16	1.31	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00			
120.35	0.48	0.00	0.00	0.00	0.42	0.42	0.00	0.00	0.00			
120.55	0.73	0.00	0.00	0.00	0.20	0.20	0.00	0.00	0.00			
120.91	1.62	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00			
121.11	1.31	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00			
121.32	3.46	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00			
123.02	6.20	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.18	0.00	0.00			
123.23	4.25	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00			
123.43	2.82	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00			

A.4.4: Tabelle der Grobfraktionsdaten von Bohrung 644 (Fortsetzung).

Bohrung 644A		KZX	KZX	KZX	KZX	KZX	KZX	%	%
	%	Rad.	Diat.	Kies.Pla.	Schwam.	Sum.Opal	vul.Glas	Kies.Pla.	Opal
Tiefe	>63 um	>63 um	>63 um	>63 um	>63 um	>63 um	>63 um	>63 um	>63 um
123.62	1.57	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
123.91	24.52	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
124.11	6.98	0.00	0.00	0.00	0.40	0.40	0.00	0.00	0.03
124.32	2.72	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
124.52	3.15	0.00	0.00	0.00	0.40	0.40	0.00	0.00	0.01
124.72	3.07	0.00	0.00	0.00	0.19	0.19	0.00	0.00	0.01
124.93	3.30	0.00	0.00	0.00	0.49	0.49	0.00	0.00	0.02
125.41	0.41	0.00	0.00	0.00	0.31	0.31	0.00	0.00	0.00
125.82	2.22	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
126.02	0.26	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
126.91	2.82	0.17	0.00	0.17	0.00	0.17	0.00	0.00	0.00
127.11	10.04	0.00	0.16	0.16	0.00	0.16	0.00	0.02	0.02
127.32	21.53	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.15	0.00	0.00
127.52	8.73	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
127.72	1.37	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
127.93	1.80	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
128.12	5.05	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
128.35	4.81	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
130.42	3.35	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	4.16	0.00	0.00
130.62	0.93	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.18	0.00	0.00
130.82	6.57	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
131.02	6.39	0.00	0.00	0.00	0.18	0.18	0.00	0.00	0.01
131.22	6.96	0.00	0.14	0.14	3.57	3.71	0.14	0.01	0.26
131.42	1.96	0.00	0.16	0.16	1.12	1.28	0.00	0.00	0.03
131.62	1.65	0.00	0.00	0.00	0.61	0.61	0.00	0.00	0.01
131.92	1.20	0.00	0.00	0.00	0.16	0.16	0.00	0.00	0.00
132.12	4.06	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
132.32	4.03	0.00	0.00	0.00	0.19	0.19	3.47	0.00	0.01
132.52	5.65	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.89	0.00	0.00
132.72	3.59	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.58	0.00	0.00
132.92	9.75	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
133.12	1.17	0.60	0.00	0.60	0.00	0.60	0.00	0.01	0.01
133.42	1.34	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
133.62	1.32	0.71	0.00	0.71	0.00	0.71	0.00	0.01	0.01
133.82	1.35	0.18	0.00	0.18	0.18	0.35	19.19	0.00	0.00
134.02	0.99	0.17	0.33	0.50	0.83	1.33	0.66	0.00	0.01
134.22	1.56	0.00	0.00	0.00	0.40	0.40	0.00	0.00	0.01
134.42	1.74	0.00	0.00	0.00	0.88	0.88	0.00	0.00	0.02
134.92	1.37	0.19	0.00	0.19	9.87	10.06	0.00	0.00	0.14
135.12	1.80	0.22	0.00	0.22	0.00	0.22	0.00	0.00	0.00
135.32	1.72	0.00	0.00	0.00	0.18	0.18	0.73	0.00	0.00
135.52	0.71	0.00	0.00	0.00	2.04	2.04	0.93	0.00	0.01
135.72	1.07	0.00	0.00	0.00	0.18	0.18	0.00	0.00	0.00
135.92	0.52	0.00	0.18	0.18	1.77	1.94	1.59	0.00	0.01
136.42	1.00	0.00	0.00	0.00	1.34	1.34	0.00	0.00	0.01
136.62	6.82	0.00	0.00	0.00	0.94	0.94	0.00	0.00	0.06
136.82	0.99	0.00	0.00	0.00	1.21	1.21	0.00	0.00	0.01
137.02	0.73	0.00	0.00	0.00	1.05	1.05	0.17	0.00	0.01
137.22	0.75	0.00	0.00	0.00	2.27	2.27	0.00	0.00	0.02
137.42	1.62	0.00	0.00	0.00	1.98	1.98	0.00	0.00	0.03
137.92	1.53	0.00	0.00	0.00	0.97	0.97	16.30	0.00	0.01
138.12	0.61	0.00	0.00	0.00	2.18	2.18	0.73	0.00	0.01
138.32	7.44	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

A.4.4: Tabelle der Grobfraktionsdaten von Bohrung 644 (Fortsetzung).

Bohrung 644A	KZX		KZX		KZX		KZX		X	
	X	Rad.	Diat.	Kies.Pla.	Schwam.	Sum.Opal	vul.Glas	Kies.Pla.	Opal	
	Tiefe >63 um	>63 um	>63 um	>63 um	>63 um	>63 um	>63 um	>63 um	>63 um	
138.52	1.71	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.36	0.00	0.00	
139.42	2.11	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.13	0.00	0.00	
139.62	0.88	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
139.82	7.22	0.00	0.00	0.00	0.19	0.19	0.00	0.00	0.01	
139.93	8.73	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
140.72	1.18	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
140.90	1.11	0.00	0.00	0.00	0.36	0.36	0.00	0.00	0.00	
141.12	1.41	0.51	0.00	0.51	0.68	1.18	0.00	0.01	0.02	
141.43	9.88	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
142.02	0.78	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
142.20	2.15	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
142.42	6.39	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
142.93	3.37	0.00	0.00	0.00	0.16	0.16	2.10	0.00	0.01	
143.72	1.11	0.00	0.11	0.11	1.84	1.95	1.72	0.00	0.02	
143.90	1.36	0.41	0.14	0.54	42.18	42.72	0.41	0.01	0.58	
144.12	0.84	0.00	0.00	0.00	23.05	23.05	0.00	0.00	0.19	
144.43	1.15	0.00	0.00	0.00	14.90	14.90	0.14	0.00	0.17	
145.02	1.45	0.00	0.00	0.00	2.56	2.56	0.00	0.00	0.04	
145.20	1.48	0.53	0.00	0.53	1.43	1.96	0.00	0.01	0.03	
145.93	0.82	0.00	0.00	0.00	1.99	1.99	0.15	0.00	0.02	
146.72	0.75	0.00	0.00	0.00	3.48	3.48	0.50	0.00	0.03	
146.92	1.29	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
147.12	0.85	0.00	0.00	0.00	2.93	2.93	0.00	0.00	0.02	
147.43	4.68	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
149.42	1.39	0.00	0.00	0.00	2.85	2.85	0.47	0.00	0.04	
149.62	10.70	0.00	0.00	0.00	8.91	8.91	1.65	0.00	0.95	
150.42	1.24	0.00	0.00	0.00	1.49	1.49	0.00	0.00	0.02	
150.62	3.85	0.00	0.00	0.00	0.54	0.54	5.03	0.00	0.02	
150.92	2.05	0.00	0.00	0.00	0.16	0.16	2.52	0.00	0.00	
151.12	0.97	0.00	0.00	0.00	13.49	13.49	2.08	0.00	0.13	
151.22	4.74	0.14	0.14	0.29	9.18	9.47	78.05	0.01	0.45	
152.42	0.82	0.00	0.00	0.00	20.46	20.46	9.07	0.00	0.17	
152.62	1.30	0.00	0.00	0.00	2.73	2.73	2.73	0.00	0.04	
152.82	2.16	0.00	0.00	0.00	1.82	1.82	7.26	0.00	0.04	
153.92	8.89	0.00	0.00	0.00	2.29	2.29	0.35	0.00	0.20	
154.12	2.59	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	2.41	0.00	0.00	
154.32	1.09	0.00	0.00	0.00	2.95	2.95	3.29	0.00	0.03	
154.52	2.39	0.00	0.00	0.00	9.46	9.46	3.04	0.00	0.23	
154.72	1.12	0.00	0.00	0.00	0.54	0.54	0.27	0.00	0.01	
155.42	1.65	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.77	0.00	0.00	
156.42	1.44	0.34	0.00	0.34	31.18	31.52	0.51	0.00	0.45	
159.12	1.46	0.00	0.00	0.00	3.48	3.48	0.18	0.00	0.05	
159.30	2.61	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
159.52	1.35	0.00	0.00	0.00	12.55	12.55	0.29	0.00	0.17	
159.72	0.99	0.00	0.00	0.00	7.86	7.86	0.00	0.00	0.08	
159.92	0.90	0.00	0.00	0.00	4.93	4.93	0.00	0.00	0.04	
160.62	1.31	0.00	0.00	0.00	1.40	1.40	0.00	0.00	0.02	
160.80	15.19	0.00	0.00	0.00	0.32	0.32	0.00	0.00	0.05	
161.20	1.40	0.00	0.00	0.00	0.35	0.35	0.00	0.00	0.00	
161.42	3.75	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
161.62	1.93	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
162.12	0.42	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
162.30	14.05	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	

A.4.4: Tabelle der Grobfraktionsdaten von Bohrung 644 (Fortsetzung).

Bohrung 644A	KZX		KZX		KZX		KZX		KZX		%	
	Rad.		Diat.		Kies.Pla.		Schwan.		Sum.Opal		vul.Glas	
	Kies.Pla.	Opal	Kies.Pla.	Opal	Kies.Pla.	Opal	Kies.Pla.	Opal	Kies.Pla.	Opal	Kies.Pla.	Opal
Tiefe	>63 um	>63 um	>63 um	>63 um	>63 um	>63 um	>63 um	>63 um	>63 um	>63 um	>63 um	>63 um
162.52	10.57	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
162.72	0.45	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
162.92	3.73	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
163.62	2.34	0.00	0.00	0.00	0.17	0.17	1.72	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
163.80	3.68	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	2.10	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
164.20	0.46	0.00	0.00	0.00	0.59	0.59	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
165.12	0.50	0.00	0.00	0.00	1.22	1.22	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
165.30	1.61	0.00	0.48	0.48	3.67	4.15	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
165.52	0.86	0.00	0.00	0.00	1.93	1.93	3.51	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
165.72	1.09	0.00	0.00	0.00	7.09	7.09	1.06	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
165.92	0.54	0.00	0.00	0.00	1.18	1.18	0.17	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
166.62	0.40	0.00	0.00	0.00	2.97	2.97	0.35	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
166.80	1.72	0.00	0.00	0.00	1.18	1.18	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
168.12	13.95	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
168.30	0.36	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.39	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
169.92	1.81	0.00	0.00	0.00	1.73	1.73	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
170.52	10.41	0.00	0.00	0.00	4.43	4.43	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
170.70	1.51	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
171.42	1.35	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
172.02	2.29	0.00	0.00	0.00	3.54	3.54	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
172.22	1.50	0.19	0.00	0.19	16.54	16.73	0.19	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
172.40	0.89	0.16	0.00	0.16	1.28	1.44	28.12	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
172.62	0.86	0.00	0.00	0.00	16.84	16.84	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
172.92	1.37	0.00	0.00	0.00	2.81	2.81	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
173.52	0.70	0.94	0.00	0.94	4.89	5.83	0.19	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
173.70	2.61	0.00	0.00	0.00	3.80	3.80	37.07	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
178.12	2.80	0.00	0.00	0.00	0.94	0.94	2.44	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
178.20	9.48	0.37	0.00	0.37	1.67	2.04	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
178.42	0.82	0.00	0.00	0.00	1.39	1.39	0.52	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
178.62	0.40	0.17	0.00	0.17	3.40	3.57	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
178.82	0.52	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.40	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
179.60	7.78	0.38	0.00	0.38	0.00	0.38	0.96	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
179.80	1.91	0.20	0.00	0.20	1.97	2.17	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
180.00	1.82	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
180.20	1.73	0.00	0.00	0.00	0.59	0.59	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
180.40	1.99	0.94	0.00	0.94	8.44	9.38	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
181.10	0.31	0.19	0.00	0.19	9.90	10.10	2.29	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
181.30	0.65	0.32	0.00	0.32	0.32	0.64	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
181.50	1.52	0.31	0.00	0.31	0.00	0.31	0.31	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
181.70	0.45	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
182.60	1.76	0.00	0.00	0.00	0.18	0.18	7.37	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
182.80	1.29	17.13	0.00	17.13	3.29	20.42	1.04	0.22	0.22	0.22	0.22	0.22
183.20	0.38	2.33	0.00	2.33	13.40	15.73	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
184.10	1.41	0.18	0.00	0.18	0.18	0.36	1.43	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
184.30	0.68	0.51	0.00	0.51	4.79	5.31	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
184.40	0.65	0.39	0.00	0.39	0.20	0.59	0.59	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
185.01	2.08	9.83	0.00	9.83	9.55	19.38	0.00	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20
185.20	1.32	26.73	0.00	26.73	24.55	51.29	0.40	0.35	0.35	0.35	0.35	0.35
185.39	1.30	15.30	0.00	15.30	2.87	18.16	0.00	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20
185.58	0.55	39.64	4.40	44.05	10.93	54.98	33.28	0.24	0.24	0.24	0.24	0.24
185.77	1.21	23.88	0.00	23.88	1.17	25.05	0.58	0.29	0.29	0.29	0.29	0.29
185.96	1.58	35.97	7.61	43.58	15.53	59.11	30.43	0.69	0.69	0.69	0.69	0.69
186.15	2.14	25.32	0.00	25.32	26.25	51.57	0.00	0.54	0.54	0.54	0.54	0.54

A.4.4: Tabelle der Grobfraktionsdaten von Bohrung 644 (Fortsetzung).

Bohrung 644A	KZX		KZX		KZX		KZX		%	
	%	Rad.	Diat.	Kies.Pla.	Schwam.	Sum.Opal	vol.Glas	Kies.Pla.	Opal	
Tiefe	>63 um	>63 um	>63 um	>63 um	>63 um	>63 um	>63 um	>63 um	>63 um	
187.01	3.44	1.13	0.00	1.13	2.45	3.58	0.00	0.04	0.12	
187.77	0.88	0.19	0.00	0.19	4.20	4.39	0.00	0.00	0.04	
187.96	0.65	0.27	0.00	0.27	0.75	9.02	0.00	0.05	0.06	
188.62	0.06	0.56	0.00	0.56	1.12	1.67	0.00	0.00	0.00	
188.81	0.95	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
189.00	1.41	0.00	0.00	0.00	0.72	0.72	0.00	0.00	0.01	
189.19	6.03	0.38	0.00	0.38	0.00	0.38	0.00	0.02	0.02	
189.86	1.10	0.00	0.00	0.00	0.38	0.38	0.00	0.00	0.00	
190.05	2.74	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
190.24	3.25	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
190.62	2.41	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
190.81	4.65	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
191.28	13.32	0.00	0.00	0.00	0.55	0.55	0.36	0.00	0.07	
191.47	1.97	0.00	0.00	0.00	0.17	0.17	0.00	0.00	0.00	
191.66	1.15	0.00	0.00	0.00	0.86	0.86	0.00	0.00	0.01	
192.04	0.71	0.00	0.00	0.00	2.94	2.94	0.17	0.00	0.02	
192.22	2.82	0.00	0.00	0.00	0.39	0.39	0.00	0.00	0.01	
192.90	2.59	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
193.43	4.70	0.18	0.00	0.18	0.37	0.55	0.00	0.01	0.03	
194.45	1.66	11.76	0.00	11.76	6.64	18.41	0.00	0.20	0.31	
195.81	0.36	2.54	0.00	2.54	0.68	3.21	0.34	0.01	0.01	
196.34	1.80	0.38	0.00	0.38	0.38	0.76	0.00	0.01	0.01	
196.52	2.02	0.00	0.00	0.00	0.19	0.19	0.75	0.00	0.00	
196.70	27.31	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
197.14	1.25	0.00	0.00	0.00	2.04	2.04	0.34	0.00	0.03	
197.68	4.26	0.19	0.00	0.19	0.19	0.39	0.00	0.01	0.02	
197.86	4.40	0.00	0.00	0.00	0.25	0.25	0.00	0.00	0.01	
198.03	1.37	0.00	0.00	0.00	0.39	0.39	0.00	0.00	0.01	
198.48	1.86	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
199.01	0.64	0.00	0.00	0.00	0.39	0.39	1.57	0.00	0.00	
199.19	0.34	0.00	0.00	0.00	0.21	0.21	0.00	0.00	0.00	
199.37	0.31	0.00	0.00	0.00	0.55	0.55	0.18	0.00	0.00	
199.81	3.58	0.00	0.00	0.00	0.20	0.20	1.18	0.00	0.01	
200.35	0.83	0.00	0.00	0.00	0.57	0.57	0.76	0.00	0.00	
200.53	1.06	0.00	0.00	0.00	0.83	0.83	0.00	0.00	0.01	
200.70	4.50	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
201.30	0.68	0.00	0.00	0.00	1.19	1.19	0.17	0.00	0.01	
201.74	19.13	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
201.98	1.73	0.00	0.00	0.00	0.93	0.93	0.00	0.00	0.02	
202.10	0.38	0.00	0.00	0.00	0.96	0.96	0.00	0.00	0.00	
202.30	0.76	0.00	0.00	0.00	2.56	2.56	0.00	0.00	0.02	
202.41	0.69	0.00	0.00	0.00	3.00	3.00	0.19	0.00	0.02	
203.21	0.60	0.00	0.00	0.00	0.33	0.33	0.00	0.00	0.00	
203.57	17.53	0.00	0.00	0.00	0.18	0.18	0.00	0.00	0.03	
203.75	17.95	0.00	0.00	0.00	0.18	0.18	0.18	0.00	0.03	
204.68	1.60	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
204.84	0.45	0.39	0.00	0.39	1.16	1.54	0.00	0.00	0.01	
205.04	0.62	0.19	0.00	0.19	0.37	0.56	0.00	0.00	0.00	
205.27	0.71	0.00	0.00	0.00	0.31	0.31	0.00	0.00	0.00	
205.43	0.26	0.00	0.00	0.00	1.84	1.84	0.00	0.00	0.00	
205.71	0.55	0.00	0.00	0.00	0.61	0.61	0.00	0.00	0.00	
206.20	3.73	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.51	0.00	0.00	
206.40	1.06	0.00	0.00	0.00	1.13	1.13	4.38	0.00	0.01	

A.4.4: Tabelle der Grobfraktionsdaten von Bohrung 644 (Fortsetzung).

Bohrung 644A Tiefe	X	KZX	KZX	KZX	KZX	KZX	KZX	X	X
	>63 um	Rad.	Diat.	Kies.Pla.	Schwam.	Sum.Opal	vul.Glas	Kies.Pla.	Opal
	>63 um	>63 um	>63 um	>63 um	>63 um	>63 um	>63 um	>63 um	>63 um
206.60	1.39	0.00	0.00	0.00	0.60	0.60	1.05	0.00	0.01
206.80	0.46	3.77	0.00	3.77	1.13	4.90	0.19	0.02	0.02
207.00	0.47	1.28	0.00	1.28	0.55	1.83	0.37	0.01	0.01
207.20	0.20	0.00	0.00	0.00	0.38	0.38	0.38	0.00	0.00
207.70	0.46	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
207.90	1.27	0.00	0.00	0.00	3.11	3.11	0.00	0.00	0.04
208.12	0.76	0.00	0.00	0.00	3.96	3.96	0.00	0.00	0.03
208.32	4.04	0.00	0.00	0.00	0.15	0.15	0.15	0.00	0.01
208.52	0.85	0.00	0.00	0.00	0.35	0.35	2.12	0.00	0.00
209.10	0.44	0.00	0.00	0.00	0.41	0.41	0.00	0.00	0.00
209.20	1.30	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
209.40	0.71	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
209.60	1.62	0.00	0.00	0.00	1.58	1.58	0.00	0.00	0.03
210.71	1.41	0.00	0.00	0.00	0.38	0.38	0.00	0.00	0.01
210.91	1.34	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.37	0.00	0.00
211.10	0.72	0.00	0.00	0.00	2.08	2.08	0.00	0.00	0.01
211.30	0.91	0.56	0.00	0.56	5.19	5.75	0.74	0.01	0.05
212.17	4.51	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
212.36	14.04	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	2.21	0.00	0.00
212.56	0.88	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
212.75	3.88	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	3.69	0.00	0.00
212.94	1.20	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
213.14	0.84	0.00	0.00	0.00	0.14	0.14	0.00	0.00	0.00
213.33	0.79	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
213.62	2.37	0.00	0.00	0.00	1.32	1.32	0.00	0.00	0.03
213.82	0.77	0.00	0.00	0.00	1.12	1.12	0.00	0.00	0.01
215.30	1.33	0.17	0.00	0.17	0.00	0.17	0.00	0.00	0.00
215.50	4.91	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.37	0.00	0.00
217.05	4.93	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
217.23	0.39	0.32	0.00	0.32	0.32	0.65	0.00	0.00	0.00
217.42	0.69	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
218.44	12.07	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.19	0.00	0.00
218.63	0.46	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
218.82	1.34	0.00	0.00	0.00	0.35	0.35	0.18	0.00	0.00
219.84	8.38	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
222.10	0.57	0.00	0.00	0.00	0.17	0.17	0.00	0.00	0.00
222.30	0.78	0.00	0.00	0.00	0.97	0.97	0.00	0.00	0.01
222.50	0.47	0.20	0.00	0.20	2.56	2.76	0.00	0.00	0.01
223.60	0.51	0.00	0.00	0.00	2.10	2.10	0.00	0.00	0.01
223.75	0.78	0.22	0.00	0.22	4.23	4.45	1.78	0.00	0.03
223.90	0.63	0.00	0.00	0.00	1.02	1.02	0.00	0.00	0.01
225.10	1.83	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
225.30	2.22	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
227.12	3.52	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
227.32	4.27	0.00	0.00	0.00	1.13	1.13	2.06	0.00	0.05
227.51	1.14	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
228.60	1.16	1.44	0.00	1.44	0.72	2.16	0.00	0.02	0.03
228.82	1.05	0.00	1.12	1.12	1.49	2.61	1.07	0.01	0.03
229.02	1.78	6.38	0.00	6.38	3.35	9.73	0.00	0.11	0.17
230.12	0.84	0.77	0.00	0.77	4.43	5.20	0.00	0.01	0.04
230.32	1.90	0.93	0.00	0.93	10.37	11.30	15.74	0.02	0.21
230.52	3.27	0.19	0.00	0.19	2.06	2.24	0.56	0.01	0.07
231.60	1.25	0.00	0.00	0.00	1.31	1.31	0.00	0.00	0.02

A.4.4: Tabelle der Grobfraktionsdaten von Bohrung 644 (Fortsetzung).

Bohrung 644A	KZX		KZX		KZX		KZX		%	
	%	Rad.	Diat.	Kies.Pla.	Schwam.	Sum.Opal	vul.Glas	Kies.Pla.	Opal	
	Tiefe	>63 um	>63 um	>63 um	>63 um	>63 um	>63 um	>63 um	>63 um	>63 um
231.82	0.76	0.00	0.00	0.00	0.20	0.20	0.00	0.00	0.00	
232.02	2.59	0.00	0.00	0.00	0.19	0.19	0.00	0.00	0.00	
233.10	10.19	0.00	0.00	0.00	0.77	0.77	0.00	0.00	0.00	
233.32	2.13	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.18	0.00	0.00	
234.60	1.51	2.82	0.00	2.82	21.09	23.92	0.00	0.04	0.36	
234.92	1.20	3.32	0.00	3.32	18.15	21.47	0.00	0.04	0.26	
236.12	0.84	7.45	0.00	7.45	6.18	13.64	0.00	0.06	0.11	
236.32	1.24	3.41	0.00	3.41	10.22	13.63	0.00	0.04	0.17	
240.62	1.18	3.16	0.00	3.16	12.15	15.31	0.00	0.04	0.18	
240.82	1.36	0.18	0.00	0.18	1.08	1.25	0.00	0.00	0.02	
241.02	1.36	0.66	0.33	0.99	8.91	9.90	0.00	0.01	0.13	
242.12	1.80	1.00	1.00	2.00	16.19	18.20	0.00	0.04	0.33	
242.32	2.08	1.17	1.17	2.34	18.70	21.04	0.50	0.05	0.44	
242.52	2.36	0.19	0.96	1.15	22.03	23.18	0.19	0.03	0.55	
243.60	1.35	1.30	0.00	1.30	7.43	8.74	0.00	0.02	0.12	
243.82	1.13	1.87	0.75	2.61	24.63	27.24	0.19	0.03	0.31	
244.72	3.90	1.40	0.35	1.75	11.56	13.31	0.00	0.07	0.52	
244.92	1.28	2.17	0.18	2.35	11.01	13.36	0.00	0.03	0.17	
245.12	1.66	2.76	0.00	2.76	7.54	10.29	0.00	0.05	0.17	
246.86	2.62	1.40	0.00	1.40	64.21	65.61	0.00	0.04	1.72	
247.02	1.82	1.56	0.35	1.90	74.74	76.64	0.00	0.03	1.39	
247.19	1.24	0.17	0.00	0.17	44.19	44.37	0.35	0.00	0.55	
248.12	0.80	1.18	0.00	1.18	41.46	42.64	0.00	0.01	0.34	
248.28	0.97	5.68	4.03	9.71	40.84	50.55	3.48	0.09	0.49	
248.45	1.37	0.37	0.00	0.37	15.61	15.99	0.00	0.01	0.22	
250.64	1.25	0.19	0.00	0.19	1.17	1.36	0.39	0.00	0.02	
250.80	0.80	0.19	0.00	0.19	0.94	1.13	0.00	0.00	0.01	
251.90	1.81	4.23	0.38	4.62	6.35	10.96		0.08	0.20	
252.06	1.23	10.69	3.32	14.02	40.03	54.05		0.17	0.66	
252.23	1.04	3.87	0.00	3.87	11.60	15.47		0.04	0.16	
253.16	1.02	6.71	0.00	6.71	11.78	18.49		0.07	0.19	
253.49	1.01	5.12	0.00	5.12	7.60	12.72		0.05	0.13	

A.4.5: Tabelle der Grobfraktionsdaten von Bohrung 646.

Bohrung 646A	KZ%	KZ%	KZ%	KZ%	KZ%	GW%	GW%	
Tiefe	X	Rad.	Diat.	Kies.Pla.	Schwam.	Sum.	OpalKies.Pla.	Opal
m	>63 um	>63 um	>63 um	>63 um	>63 um	>63 um	>63 um	>63 um
0.67	1.75	0.64	0.00	0.64	0.64	1.28	0.01	0.02
3.67	4.85	7.94	17.78	25.72	24.47	50.19	1.25	2.43
5.82	0.31	11.39	50.84	62.23	32.70	94.93	0.19	0.29
8.17	4.09	0.82	1.45	2.27	1.86	4.13	0.09	0.17
12.69	0.47	10.50	24.84	35.34	55.73	91.07	0.17	0.43
18.88	4.79	0.17	0.00	0.17	0.00	0.17	0.01	0.01
21.89	0.46	17.20	4.41	21.61	3.25	24.86	0.10	0.11
26.47	4.88	0.18	0.00	0.18	0.36	0.54	0.01	0.03
31.14	0.65	27.01	24.94	51.95	35.74	87.69	0.34	0.57
32.43	0.81	6.90	46.69	53.59	3.23	56.82	0.43	0.46
37.95	5.01	5.15	5.95	11.10	3.22	14.32	0.56	0.72
40.67	7.71	2.16	2.93	5.09	1.08	6.17	0.39	0.48
43.97	4.12	0.32	1.28	1.60	0.80	2.40	0.07	0.10
46.73	5.81	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
49.54	0.51	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
52.68	0.19	37.79	47.32	85.11	10.56	95.67	0.16	0.18
57.74	4.72	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
59.72	1.01	0.15	0.00	0.15	0.75	0.90	0.00	0.01
62.71	3.26	0.34	1.20	1.54	0.51	2.05	0.05	0.07
65.56	0.41	0.00	0.28	0.28	0.28	0.56	0.00	0.00
69.42	3.75	0.00	0.00	0.00	0.50	0.50	0.00	0.02
72.24		1.16	0.99	2.15	0.00	2.15	0.00	0.00
75.82	3.59	0.31	0.78	1.09	0.15	1.24	0.04	0.04
79.22	0.37	9.66	3.08	12.74	1.96	14.70	0.05	0.05
86.18	2.01	0.00	0.00	0.00	0.31	0.31	0.00	0.01
93.61	7.35	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
94.92	0.47	3.40	1.02	4.42	11.07	15.49	0.02	0.07
97.92	0.59	49.09	6.52	55.61	10.68	66.29	0.33	0.39
100.82	3.62	1.14	0.00	1.14	0.42	1.56	0.04	0.06
101.72	0.79	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
104.71	0.06	0.70	1.05	1.75	5.26	7.01	0.00	0.00
109.21	23.01	0.00	0.00	0.00	0.17	0.17	0.00	0.04
111.71	0.58	3.89	0.40	4.29	4.09	8.38	0.02	0.05
114.71	1.53	0.00	0.17	0.17	32.12	32.29	0.00	0.49
119.21	0.63	1.80	0.65	2.45	4.91	7.36	0.02	0.05
122.15	0.86	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
125.94	1.35	0.13	0.00	0.13	3.05	3.18	0.00	0.04
128.42	0.81	0.00	0.00	0.00	2.43	2.43	0.00	0.02
161.68	0.86	0.00	0.00	0.00	1.12	1.12	0.00	0.01
179.14	1.39	1.20	6.15	7.35	2.10	9.45	0.10	0.13
182.14	4.18	4.17	0.59	4.76	33.83	38.59	0.20	1.61
185.15	0.61	0.00	0.00	0.00	0.98	0.98	0.00	0.01
189.01	6.84	0.00	0.00	0.00	1.14	1.14	0.00	0.08
192.01	0.89	10.72	0.51	11.23	4.13	15.36	0.10	0.14
193.51	8.93	0.00	0.00	0.00	0.15	0.15	0.00	0.01
198.98	0.94	0.00	0.89	0.89	0.00	0.89	0.01	0.01
206.21	1.97	19.05	4.07	23.12	5.37	28.49	0.46	0.56
209.75	0.93	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
239.72	0.17	48.90	16.30	65.20	6.50	71.70	0.11	0.12
267.34	0.22	2.50	0.00	2.50	0.40	2.90	0.01	0.01
275.96	0.51	12.10	13.50	25.60	20.00	45.60	0.13	0.23
281.95	0.01	32.30	0.00	33.10	1.60	34.70	0.00	0.00
288.65	0.38	17.90	0.00	17.90	25.10	43.00	0.07	0.16

A.4.5: Tabelle der Grobfraktionsdaten von Bohrung 646 (Fortsetzung).

Bohrung 646A	KZX		KZX		KZX		GWX		
	Tiefe	%	Rad.	Diat.	Kies.Pla.	Schwam.	Sum.	OpalKies.Pla.	Opal
	m	>63 µm	>63 µm	>63 µm	>63 µm	>63 µm	>63 µm	>63 µm	>63 µm
294.94	0.21	31.80	0.00	31.80	20.10	51.90	0.07	0.11	
300.94	0.24	33.50	0.00	33.50	2.40	35.90	0.08	0.09	
307.58	0.23	9.00	0.00	9.00	0.00	10.60	0.02	0.02	
310.58	0.08	7.30	0.00	7.30	0.00	7.30	0.01	0.01	
324.28	0.11	10.20	0.30	10.50	2.00	12.50	0.01	0.01	
333.69	0.06	0.00	0.00	0.00	1.80	1.80	0.00	0.00	
342.47	0.34	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
344.18	0.05	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
354.28	0.14	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
364.69	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
375.18	0.15	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
386.86	0.43	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
394.61	0.46	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
404.47	0.67	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
432.01	0.21	0.00	0.00	0.00	2.50	2.50	0.00	0.01	
442.34	0.81	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
470.29	0.33	0.00	0.00	0.00	0.70	0.70	0.00	0.00	
479.52	0.06	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
516.39	0.18	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
519.71	0.77	0.00	0.00	0.00	0.20	0.20	0.00	0.00	
528.91	0.08	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
566.57	0.25	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
574.52	0.31	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
588.38	0.11	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
595.54	0.48	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
616.05	0.14	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
623.21	0.44	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
637.69	0.13	0.00	0.00	0.00	1.20	1.20	0.00	0.00	
643.46	0.42	0.20	0.00	0.20	0.40	0.60	0.00	0.00	
651.02	0.48	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
672.38	0.21	0.00	0.00	0.00	0.20	0.20	0.00	0.00	
680.51	0.15	0.00	0.00	0.00	0.50	0.50	0.00	0.00	
690.45	0.97	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
701.36	0.12	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
709.54	0.09	0.80	0.00	0.80	0.80	1.60	0.00	0.00	
733.36	0.75	0.00	0.00	0.00	0.74	0.74	0.00	0.01	
747.15	0.15	0.00	0.00	0.00	0.33	0.33	0.00	0.00	
749.61	0.63	0.00	0.90	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
766.54	0.33	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	

A.4.6: Tabelle der Grobfraktionsdaten von Bohrung 647.

Bohrung 647A	KZX	KZX	KZX	KZX	KZX	GWZ	GWZ
X	Rad.	Diat.	Kies.Pla	Schwam	Sum.	OpalKies.Pla.	Opal
Tiefe	> 63 um	> 63 um	> 63 um	> 63 um	> 63 um	> 63 um	> 63 um
2.28	5.32	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
8.88	13.14	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
10.18	8.06	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
18.04	10.87	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
29.46	8.87	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
32.34	4.82	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
35.77	16.21	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
49.53	4.67	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
52.53	14.85	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
55.53	9.83	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
61.47	3.94	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
70.02	0.65	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
79.39	5.31	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
87.72	10.93	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
92.63	14.18	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
99.07	5.43	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
102.06	20.29	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
107.49	14.23	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
110.42	18.05	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
119.64	0.04	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
122.64	6.02	35.13	5.04	40.17	29.54	69.71	2.42
126.94	0.11	75.91	4.68	80.59	11.53	92.12	0.09
128.72	0.45	55.64	4.68	60.32	19.95	80.27	0.27
136.02	0.09	82.30	1.39	83.69	13.12	96.81	0.08
148.28	0.25	83.73	2.24	85.97	5.36	91.33	0.21
155.31	0.65	75.41	3.18	78.59	19.42	98.01	0.51
160.34	0.16	70.51	17.76	88.27	3.11	91.38	0.14
165.11	0.03	83.74	6.44	90.18	7.36	97.54	0.03
177.29	0.02	62.50	12.01	74.51	19.39	93.90	0.01
186.92	0.02	71.95	13.93	85.88	10.62	96.50	0.02
219.09	0.47	83.21	7.92	91.13	5.12	96.25	0.43
224.68	0.02	64.97	11.86	76.83	22.03	98.86	0.02
226.92	0.03	72.13	7.00	79.13	20.17	99.30	0.02
233.68	0.26	73.29	20.44	93.73	6.07	99.80	0.24
264.02	0.02	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
282.71	0.02	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
292.08	0.04	0.00	0.00	0.00	2.08	2.08	0.00
308.94	0.05	7.33	0.00	7.33	0.00	7.33	0.00
332.41	0.04	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00