

5.2 CHEMISCHE ZUSAMMENSETZUNG DER PORENWÄSSER

Die chemische Zusammensetzung der Porenwässer in den Sedimenten hat einen entscheidenden Einfluß auf die Diagenese. Außerdem schlägt sich in der Porenwasserchemie pelagischer Sedimente der Einfluß der beiden großen geochemischen Reservoirs - Meerwasser und ozeanische Kruste - nieder, der auf diese Weise abgeschätzt werden kann.

Es wurden keine eigenen Porenwasseranalysen durchgeführt. Alle im folgenden genutzten Daten zur Porenwasserchemie stammen aus MOTTTL et al. (1983) und MOTTTL (1989).

5.2.1 BOHRLOKATION 501/504

Die einzelnen Porenwasserprofile der Elemente sind in Abbildung 53 in Abhängigkeit zur Tiefe dargestellt. Es kommen deutliche Gradienten zum Ausdruck, die Hinweise auf chemische Reaktionen im Sediment und/oder Basement geben.

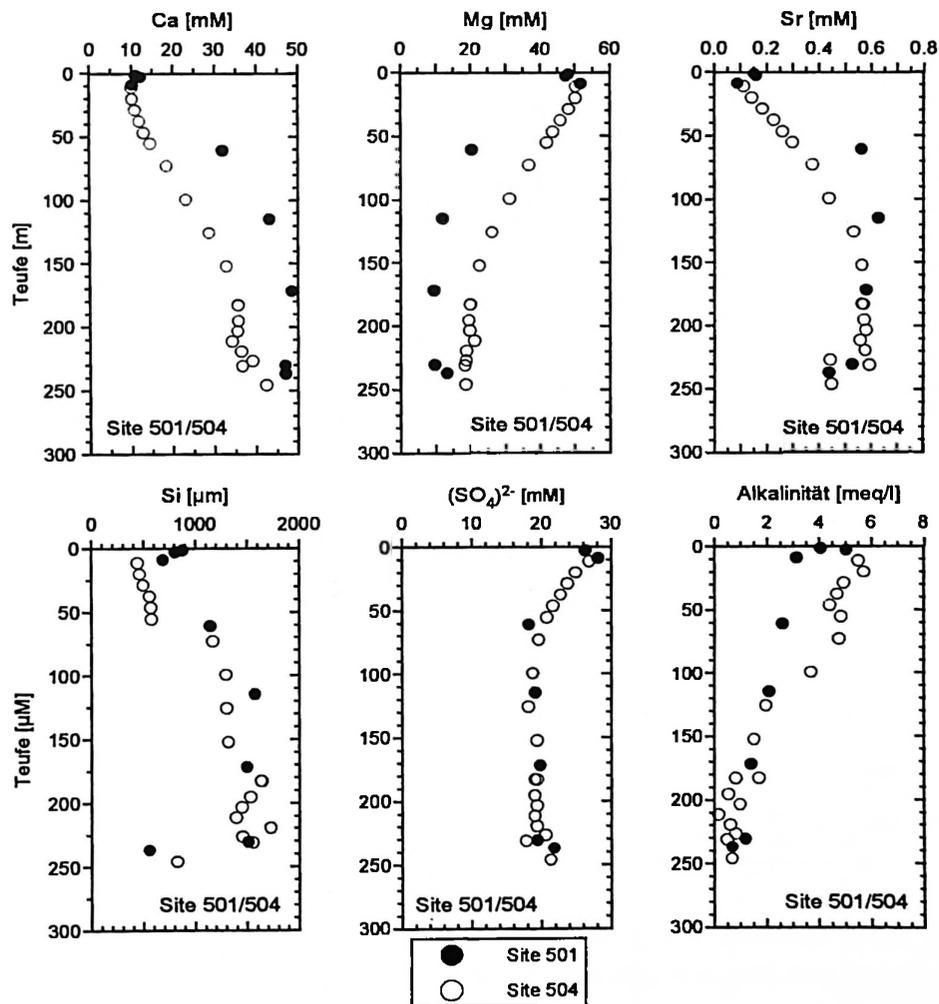


Abb. 53: Porenwasserdaten der Bohrlokation 501/504 (aus MOTTTL et al. 1983).

Die Kurven der Ca- und Mg-Konzentrationen verhalten sich gegenläufig. Ca wächst mit steigender Versenkungstiefe von anfänglich 10 mM auf maximal 40 mM an. Die Mg-Gehalte sinken dagegen von 50 mM in Nähe des Meeresbodens auf 15 mM im Übergangsbereich Sediment/Basalt.

Die Gehalte an Sr steigen im Abschnitt der Einheit I (Coccolithenschlamm) von 100 μM auf rund 600 μM im Grenzbereich zur Kreide (~140 m) an. Im Sedimentabschnitt der Einheit II bleibt die Kon-

zentration unverändert zwischen 500 und 600 μM . Erst in Einheit III sinken die Sr-Werte des Porenwassers auf ungefähr 400 μM ab.

Die Si-Verteilung im Porenwasser zeigt bis in eine Teufe von 225 m einen deutlichen Anstieg der Konzentrationen von 400 μM auf ca. 1600 μM . Unterhalb dieser Teufe kommt es zu einer drastischen Verringerung der Si-Gehalte. Die Konzentrationen sinken innerhalb weniger Meter um ca. die Hälfte auf 700 μM ab.

Die Gehalte an (SO_4^{2-}) nehmen vom Grenzbereich Meerwasser/Sediment (~ 27 mM) bis in eine Teufe von 145 m (~ 17 mM) ab. Im Intervall zwischen 145 und 225 m bleibt die Konzentration konstant. Im untersten Sedimentabschnitt ist ein deutlicher Anstieg der (SO_4^{2-}) -Konzentrationen zu verzeichnen. In der tiefsten Probe wurden ca. 22 mM (SO_4^{2-}) gemessen.

Die Alkalinität der Porenwässer, die im wesentlichen auf der Bildung von Bikarbonat (HCO_3^{1-}) beruht und in pelagischen Sedimenten meist dem Verhalten der (SO_4^{2-}) -Kurve entgegenläuft, zeigt hier keine Abhängigkeit zur (SO_4^{2-}) -Konzentration. Die Werte sinken bereits unter geringer Überlagerung von anfänglich 5 meq/l auf Werte < 1 meq/l ab.

5.2.2 BOHRLOKATION 505

Die Porenwasserprofilen der Bohrung 505 unterscheiden sich gravierend von jenen der Bohrlotation 501/504. Die Ausgangskonzentrationen der einzelnen Elemente in der Nähe des Meeresbodens sind an beiden Bohrlotationen identisch und orientieren sich an den Meerwasserkonzentrationen. Mit zunehmender Teufe stellen sich in den Sedimenten der Bohrung 505 jedoch unterschiedliche Porenwasserprofile ein (Abb. 54).

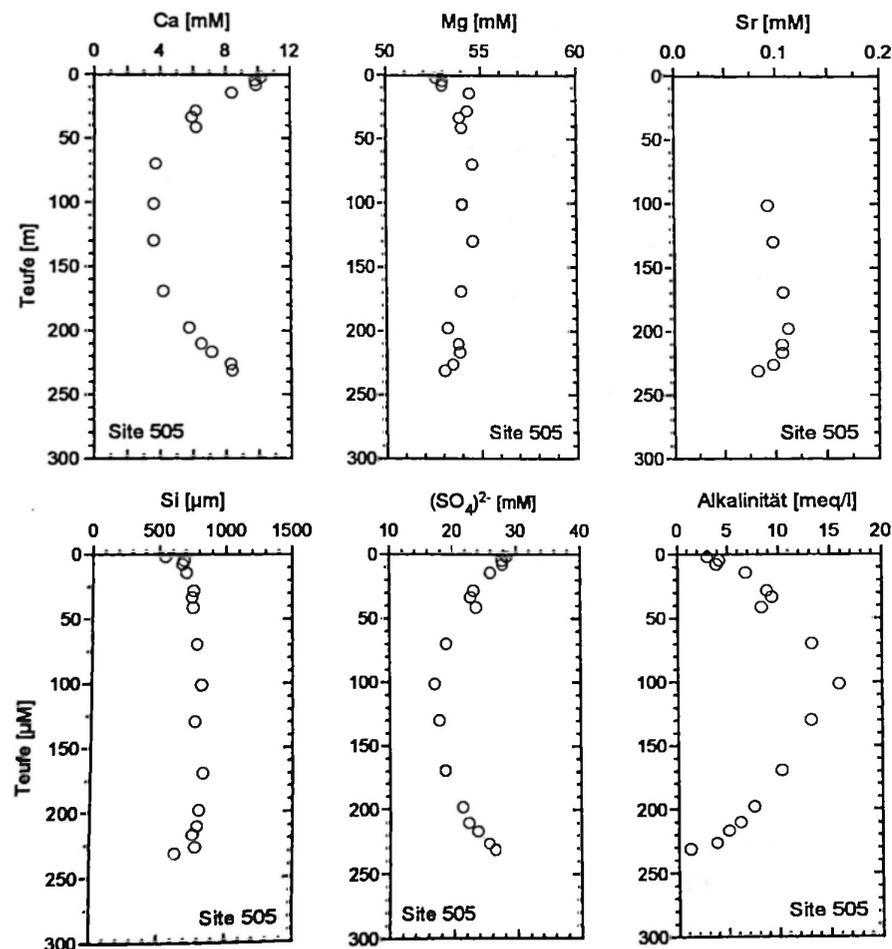


Abb. 54: Porenwasserdaten der Bohrlotation 505 (aus MOTTI et al. 1983).

Ca sinkt nahezu linear von einer Ausgangskonzentration von 10 mM auf 3 mM in 100 m Teufe ab. Darunter steigen die Ca-Gehalte zunächst langsam, ab 170 m mit einem steileren Gradienten auf Werte >9 mM in einer Endteufe von 232 m an. Die Mg-Konzentration im Porenwasser steigt bis auf 55 mM in 100 m Teufe an und fällt darunter wieder auf Werte zwischen 52 und 53 mM.

Die Sr-Konzentrationen bleiben in den obersten 100 m der Bohrung 505 konstant bei ca. 85 μM . Unterhalb dieser Versenkungstiefe kommt es zum Anstieg der Sr-Gehalte, bis in ungefähr 200 m Teufe ein Maximum von 110 μM erreicht wird. Im Sedimentabschnitt darunter nehmen die Werte wieder ab und erreichen erneut die Ausgangsgehalte von rund 80 μM .

Si ist gleichmäßig im Porenwasser der Bohrung 505 verteilt. In den jüngsten Proben wurden 600 μM gemessen. Mit zunehmender Teufe steigen die Si-Konzentrationen nur geringfügig an und erreichen in einer Versenkungstiefe von 100 m einen Wert von 800 μM , der sich bis zur Endteufe in 232 m nur wenig ändert.

(SO_4^{2-}) ist von einer ausgeprägten Fluktuation der Konzentrationen gekennzeichnet. Im Sedimentabschnitt 0 - 100 m ist eine Abnahme von 29 mM auf 17 mM festzustellen. Unterhalb 100 m kommt es wieder zum Anstieg der (SO_4^{2-})-Werte und in 232 m Teufe stellt sich wieder die Ausgangskonzentration an (SO_4^{2-}) ein.

Die Alkalinität verhält sich spiegelbildlich zum (SO_4^{2-})-Profil. Einem linearen Anstieg der Alkalinität im Intervall 0 - 100 m von 1 auf 16 meq/l steht eine Abnahme im darunterliegenden Sedimentabschnitt entgegen. Bei der Endteufe von 232 m wird der Ausgangswert von 1 bis 3 meq/l wieder erreicht.

5.2.3 INTERPRETATION UND DISKUSSION

Die Porenwasserprofile der verschiedenen Elemente der Bohrlokationen 501/504 und 505 werden hauptsächlich von zwei chemischen Prozessen bestimmt (MOTTTL et al. 1983, MOTTTL 1989):

- (a) **chemische (diagenetische) Reaktionen im Sediment**, die einen Austausch bzw. zu einer Neuverteilung von Spurenelementen zwischen Festphase (überwiegend Karbonaten) und Fluiden führen. Es lassen sich folgende chemischen Reaktionen, die im Sediment ablaufen und auf diese Weise die chemische Zusammensetzung des Porenwassers mitbestimmen, aufzählen (MOTTTL et al. 1983): (1) Abbau von organischer Substanz durch bakterielle Sulfatreduktion, (2) Ausfällung von CaCO_3 aufgrund von erhöhter Alkalinität, (3) Reduktion der Oxidationsstufen von Fe und Mn und Mobilisierung dieser beiden Elemente, (4) Rekristallisation von Karbonaten und (5) Transformation von Opal-A zu Opal-CT und Quarz.
- (b) **Basaltalteration** in den obersten Krustenabschnitten des Basements. Damit ist ein Austausch bestimmter Elemente zwischen dem Porenwasser der Sedimente und dem Formationswasser der Basalte möglich.

Die **chemischen Reaktionen** führen zu Änderungen in den Konzentrationen vieler Elemente und Ionen im Porenwasser, u.a. von Ca, Mg, Sr, (SO_4^{2-}), Bikarbonat (Alkalinität) und Si (vgl. MOTTTL et al. 1983, MOTTTL 1989).

Nach MOTTTL et al. (1983) und MOTTTL (1989) ist die wichtigste Reaktion, die Auswirkungen auf das Porenwasser der **Bohrlokation 501/504** hat, die Rekristallisation von Karbonaten und die Transformation der kieseligen Partikeln zu authigenen Kieselphasen.

Die Verteilung von Sr im Porenwasser der **Bohrlokation 501/504** zeigt eine ausgeprägte **Karbonatdiagenese** an. Bei der Umkristallisation von kalkigen Biogenen zu abiogenem, authigenem Calcit wird Sr ins Porenwasser freigesetzt (vgl. Abb. 53 und Kap. 5.3.2). Die Ca-Gehalte in den authigenen

Calciten sind höher als in den Ausgangssubstanzen. Demnach müßten die Ca-Gehalte des Porenwassers sinken. Dieser Effekt wird jedoch durch die Basaltalteration kompensiert, die nach McDUFF & GIESKES (1976) und McDUFF (1978, 1981) im allgemeinen eine Ca-Quelle für die Porenwässer der auflagernden Sedimente darstellt.

Die **Opaldiagenese** läßt sich ebenfalls an den Porenwasserprofilen ablesen. Durch die hohen Sedimenttemperaturen an Bohrlokation 501/504 macht sich verstärkte Opallösung im Verlauf des Bohrprofils bemerkbar, die sich in erhöhten Si-Konzentrationen im Porenwasser ausdrückt (Abb. 53). Ab einer Teufe von 230 - 240 m, in der erhebliche Mengen an authigenen Kieselphasen (Opal-CT-Lepidosphären) auftreten, sinkt der im Porenwasser gelöste Anteil an Si rapide ab (s. Abb. 53).

Die Porenwasserprofile der **Bohrlokation 505** werden von der bakteriellen Sulfatreduktion geprägt. Das Minimum an (SO_4^{2-}) in 100 m Teufe (Abb. 54) belegt diese Aussage. Außerdem kommen die anaeroben Bedingungen in der starken Bildung von Gasblasen und dem H_2S -Geruch der Kerne zum Ausdruck (LANGSETH et al. 1983). Diagenetische Veränderungen in den Sedimenten sind nur im unteren Sedimentabschnitt (>210 m Teufe) an der Ausbildung von Gradienten in den Porenwasserprofilen beteiligt. Einsetzende Karbonatdiagenese bedingt beispielsweise den Anstieg der Sr-Konzentration in 220 m Teufe. Eine Opaldiagenese kann aus den Porenwässern nicht abgeleitet werden. Die Si-Konzentrationen sind über das gesamte gekerkte Profil sehr einheitlich.

Wegen der starken Sulfatreduktion in Bohrung 505 und dem damit verbundenen Anstieg der Alkalinität ist es sicherlich auch zur Ausfällung von Karbonat gekommen. Die niedrigen Ca-Gehalte im mittleren Bereich der Bohrung (~120 m) sprechen dafür. Der Ca-Austausch mit der unterlagernden Kruste scheint nicht so stark zu sein. Wahrscheinlich liegt der Grund dafür in den intensiv vom Meerwasser durchströmten oberen Krustenabschnitten der Bohrlokation 505, so daß kaum Porenwasser für die Basaltalteration benötigt wird.

Durch die **Basaltalteration** wird vor allem die Elementverteilung von Ca, Mg, Na, K und in geringerem Maße auch von Si und Sr beinflusst. Während Ca und Si bei der chemischen Zersetzung der Basalte freigesetzt werden, wird Mg in Alterationsprodukte wie z.B. Smekтите oder Chlorite eingebaut (GIESKES 1981, MCDUFF 1981, ALT et al. 1995, ZULEGER et al. 1995). Auch Sr, Na und K zeigen aus diesem Grund in Richtung basaltische Kruste abnehmende Konzentrationen. Im unteren Bereich der Einheit III (bzw. Zone C) stellt sich ein steiler negativer Sr-Gradient des Porenwassers ein, der einen Abstrom an Sr^{2+} in die ozeanische Kruste signalisiert.

Die (SO_4^{2-})-Konzentration des Porenwassers der beiden Bohrlokationen steigt über der ozeanischen Kruste an. Dieser (SO_4^{2-})-Anstieg ist im Porenwasser der Bohrlokation 505 markanter ausgebildet als in Bohrlokation 501/504 (s. Abb. 53 u. 54). Da weder im Sediment noch im Basalt Sulfatminerale als Quelle für das gelöste (SO_4^{2-}) auftreten, stammt das gemessene (SO_4^{2-}) aus den basaltischen Formationswässern. MOTTTL et al. (1983) und MOTTTL (1989) konnten nachweisen, daß die oberen Krustenabschnitte der Bohrlokation 505 stark von zirkulierendem Meerwasser beinflusst sind, woraus sich die erhöhten (SO_4^{2-})-Konzentrationen in den Formationswässern des Basalts erklären.

Der überwiegende Teil der Porenwasserprofile in Bohrlokation 505 erreichen unmittelbar über der ozeanischen Kruste wieder ihre Ausgangskonzentrationen aus dem Bereich Meerwasser/Sediment. Nach BAKER et al. (1991) ist dies typisch für großräumige laterale Advektion von Meerwasser durch die obersten Teile der klüftigen ozeanischen Kruste, was für Bohrlokation 505 leicht verständlich ist, weil die junge und noch dazu sehr raue Kruste vielfach am Meeresboden ansteht.

Abschließend läßt sich festhalten, daß in beiden Bohrlokationen chemische Reaktionen im Sediment und in der basaltischen Kruste Einfluß auf das Porenwasser haben. **Bohrlokation 501/504** ist von

diagenetischen Reaktionen bestimmt; es tritt aber auch Sulfatreduktion auf. **Bohrlokation 505** ist von den Auswirkungen der Sulfatreduktion geprägt. Diagenetische Reaktionen im Sediment spielen nur eine untergeordnete Rolle.

Nach MOTTTL et al. (1983) und MOTTTL (1989) hat es einen quantitativ schwer faßbaren Austausch zwischen dem Porenwasser der Sedimente und dem Formationswasser der unterlagernden Kruste gegeben. Die Stoffflüsse zwischen Porenwasser und Formationswasser verlaufen in Bohrlokation 501/504 seit der Versiegelung der Kruste durch die Sedimente vor ca. 0.6 - 1 Ma auf diffusivem Niveau. Meerwasser wandert jedoch lateral durch die Basalte und möglicherweise von diesen aufwärts ins Sediment. Advective Prozeß im Porenwasser hätten die heute im Sediment zu beobachtenden, diffusiv entstandenen Gradienten der Porenwasserprofile zerstört.

Die deutlichen Unterschiede, die in den Porenwässern der beiden Bohrlokationen 501/504 und 505 beobachtet wurden, spiegeln die verschiedenen diagenetischen Reaktionen im Sediment wider. Hinzu kommt, daß die unterlagernde ozeanische Kruste aufgrund ihrer Topographie in engem (505) und weniger engem (501/504) Kontakt mit dem Meerwasser steht. Die Formationswässer des Basalts haben deshalb schwächeren (505) bzw. stärkeren (501/504) Einfluß auf die Porenwässer der Sedimente.

5.3 Sr UND Sr/Ca-VERHÄLTNISSE ALS INDIKATOREN DER VERSENKUNGS-DIAGENESE

Aus den vorangegangenen Kapiteln wird ersichtlich, daß Sr ein geeignetes Element ist, mit dem sich die Versenkungsdiagenese der Karbonate chemisch beschreiben läßt. Der Umkristallisationsprozeß der Karbonate kann mit Hilfe von Sr bereits aus den Analyseergebnissen der Gesamtproben abgeleitet werden. Sr ist prädestiniert zur Charakterisierung der Versenkungsdiagenese, weil es einen Teil des Ca im Kristallgitter ersetzen kann, in hohen Konzentrationen in pelagischen Karbonaten gebunden ist und sich während der Diagenese mobil verhält (BAKER et al. 1982, ELDERFIELD et al. 1982, STOUT 1985, DELANEY 1989, RICHTER & LIANG 1993). Die Mobilität von Sr beruht ausschließlich auf der Umkristallisation der Karbonatphase. Sr, das an andere Phasen gebunden ist, wird von dieser diagenetischen Reaktion nicht erfaßt.

Zur Charakterisierung der Versenkungsdiagenese von karbonatreichen pelagischen Sedimenten an normal temperierten Bohrlokalationen haben BAKER et al. (1982) und STOUT (1985) gemessene Sr/Ca-Verhältnisse (auf molarer Basis) der Karbonatfraktion kalkulierten Sr/Ca-Verhältnissen (auf molarer Basis) gegenübergestellt.

Die gemessenen Sr/Ca-Verhältnisse leiten sich aus der AES-Analyse der Proben (vgl. Kap.5.1.2) ab, bei der die Gehalte an Sr und Ca bestimmt werden. Die Analysendaten ergeben die tatsächlich in der Karbonatfraktion der Proben enthaltenen Sr/Ca-Verhältnisse (Abb. 55a).

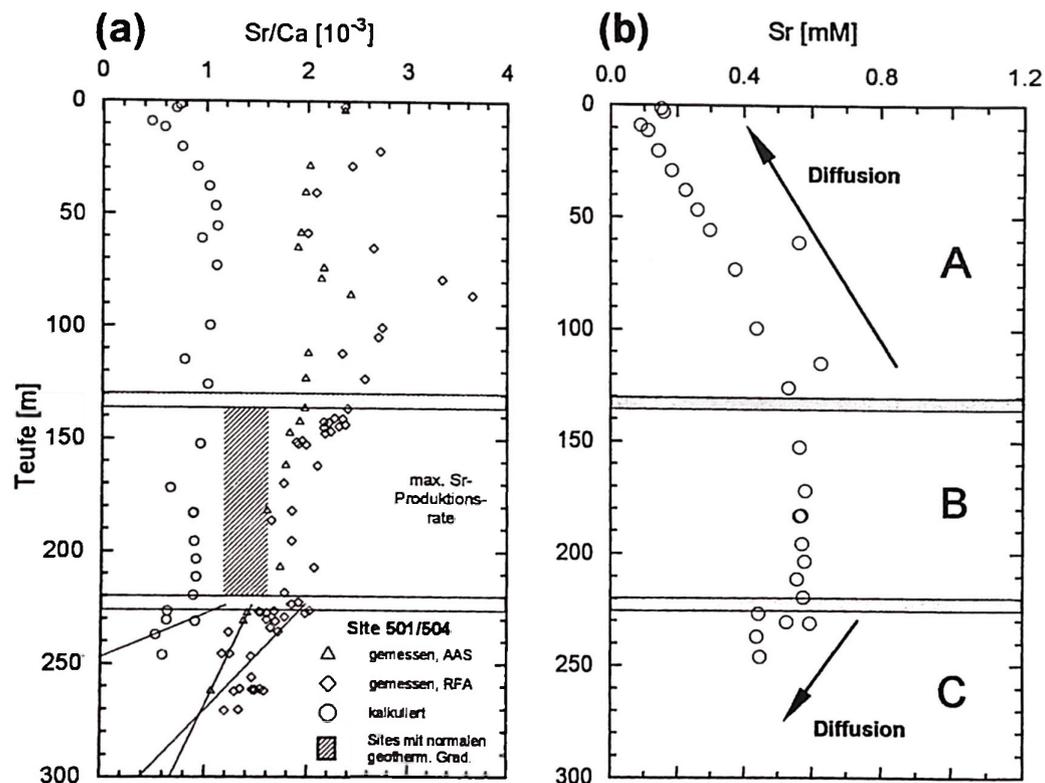


Abb. 55: (a) Gegenüberstellung von gemessenen und kalkulierten Sr/Ca-Verhältnissen sowie der Vergleich der Sr/Ca-Verteilung von thermisch beeinflussten (501/504) und "normal temperierten" Bohrlokalationen (288, 289, 572, 573). (b) Sr-Gehalte des Porenwassers (MOTTL et al. 1983) mit der Gliederung des Profils nach STOUT (1985).

Zur Bestimmung der kalkulierten Sr/Ca-Verhältnisse benötigt man die Analysendaten des Porenwassers. Mit Hilfe der Gleichung der Verteilungskoeffizienten läßt sich daraus das entsprechende Sr/Ca-Verhältnis kalkulieren, das in einem Calcitkristall herrschen müßte, wenn er im thermodynamischen Gleichgewicht aus dem von MOTTL et al. (1983) gemessenem Porenwasser ausgefallen

wäre. Bei den kalkulierten Sr/Ca-Verhältnissen handelt es sich demnach um theoretisch zu erwartende Werte in einem Calcitkristall, der auf abiogene Weise aus dem Porenwasser ausfällt (Abb. 55b).

Die kalkulierten Sr/Ca-Verhältnisse stehen in engem Zusammenhang mit der Sr-Verteilung im Porenwasser. STOUT (1985) hat für karbonatreiche pelagische Sedimente ein Modell entworfen, in dem er unterschiedliche Zonen der Calcitrekristallisation in einem Bohrprofil anhand von Sr-Konzentrationen des Porenwassers unterteilt:

In **Zone A** herrschen geringe Sr-Konzentrationen vor, die mit zunehmender Versenkungstiefe ansteigen. Es findet keine oder nur wenig Rekristallisation von Karbonat statt. **Zone B** ist durch hohe Konzentrationen an Sr gekennzeichnet, die durch hohe Rekristallisationsraten des Karbonats produziert werden. Dadurch wird ein Sr-Maximum im Porenwasser erzeugt, das über mehrere zehner Meter einen mehr oder weniger einheitlich hohen Wert beibehält. In der **Zone C** herrschen wieder geringere Sr-Gehalte vor, es rekristallisiert nur wenig oder kein Karbonat. Die Sr-Konzentrationen werden darüberhinaus durch einen diffusiven Abstrom an Sr^{2+} zur unterliegenden Kruste bestimmt (Tonmineralneubildung während der Basaltalteration). In Abbildung 55b ist die entsprechende Unterteilung des Sr^{2+} -Profils für Porenwässer der Bohrlotation 501/504 dargestellt.

5.3.1 VERTEILUNG DER Sr- UND Sr/Ca-DATEN

In Abbildung 55b ist das charakteristische Porenwasserprofil von der Bohrlotation 501/504 dargestellt, das sich aufgrund der Umkristallisation biogener Karbonatpartikel einstellt (s. Kap. 5.2). In das Profil wurden zusätzlich die Zonen A bis C aufgenommen, deren Begrenzungen nach den Kriterien von STOUT (1985) festgelegt worden sind (Abb. 55b): Zone A reicht von 0 bis 140 m. Zone B, mit sehr einheitlichen Sr-Gehalten, ist 80 m mächtig und erstreckt sich von 140 bis 220 m. Zone C ist sehr geringmächtig und reicht von 220 m bis in ~275 m Teufe (ist allerdings nur bis 250 m mit Datenpunkten belegt). Vermutlich, unter Annahme der von STOUT (1985) gemachten Beobachtungen, gehen die Sr-Werte bis an die Grenze zum Basalt zurück. Die festgelegten Zonen A - C entsprechen in ihren Mächtigkeiten ungefähr den lithologischen Einheiten I - III (Nannofossilschlamm, Kreidestein, Kalkstein).

In Abbildung 55a sind die gemessenen und kalkulierten Sr/Ca-Verhältnisse einander gegenübergestellt. Die Grenzen der nach STOUT (1985) abgeleiteten Zonen A - C wurden ebenfalls eingetragen.

Die gemessenen Sr/Ca-Verhältnisse zeigen eine charakteristische Verteilung in Abhängigkeit zur Teufe. Die Sr/Ca-Verhältnisse fallen systematisch niedriger aus, als die mit Hilfe der RFA bestimmten Verhältnisse des Gesamtsediments. Die Werte aus der AES-Analyse schwanken zwischen $1.0 - 2.4 \cdot 10^{-3}$, während die RFA-Ergebnisse zwischen 1.2 und $3.7 \cdot 10^{-3}$ variieren. Generell gilt jedoch für beide gemessenen Sr/Ca-Verhältnisse, daß sie mit der Teufe abnehmen.

Die kalkulierten Sr/Ca-Verhältnisse liegen deutlich unterhalb den gemessenen Verhältnissen (Abb. 55a). In den oberen 50 m der Bohrung ist eine Zunahme der Sr/Ca-Werte zu verzeichnen. Zwischen 50 und 220 m Teufe behalten die Sr/Ca-Verhältnisse relativ konstante Werte um $1.0 \cdot 10^{-3}$ bei. Im Abschnitt der Zone C ist ein leichter Rückgang auf Werte um $0.6 \cdot 10^{-3}$ zu verzeichnen.

5.3.2 INTERPRETATION UND DISKUSSION

Der Grund für die Abweichung der kalkulierten Sr/Ca-Verhältnisse von den gemessenen Sr/Ca-Verhältnissen liegt am Anteil der im Sediment enthaltenen biogenen Kalkschalen mit hohen Sr-Gehalten. Der Vergleich der beiden Sr/Ca-Kurven zeigt den Einfluß der Rekristallisation auf die chemische Zusammensetzung der Karbonate: mit zunehmender Teufe nähert sich die gemessene Sr/Ca-Kurve der theoretisch ermittelten Kurve an (s. Abb. 55a), eine Folge der Verringerung des Anteils an biogenen Calcitpartikeln durch Lösung und Umkristallisation. Eine Veränderung der Sr/Ca-Verhältnisse mit der Zeit kann ausgeschlossen werden, da nach LOWENSTAM (1961) und VEIZER (77a, b) die Sr/Ca-Signaturen im Schalenmaterial mariner Organismen nur wenig Variation zeigen. BENDER et al. (1975), LORENZ et al. (1977) und ELDERFIELD et al. (1982) geben für gut erhaltene planktonische Foraminiferen einen Schwankungsbereich der Sr/Ca-Werte von 1.2 bis $1.7 \cdot 10^{-3}$ an. Die Variationen in den Organismenschalen sind auf unterschiedliche Fällungsraten (LORENZ 1981, BAKER et al. 1982), unterschiedliche Gehäusedicken (ELDERFIELD et al. 1982) und klimatische Schwankungen der Sr-Konzentration im Meerwasser (CRONBLAD & MALMGREN 1981) zurückzuführen. Nach ELDERFIELD et al. (1982) sind diese Sr/Ca-Variationen nur gering im Vergleich zur Sr/Ca-Variation, die sich aufgrund der Diagenese einstellt. Die Ursache für die Annäherung der beiden Kurvenverläufe liegt also in der Umkristallisation von biogenem Calcit. Der Anteil an diagenetisch entstandenen Calciten am Gesamtkarbonat erhöht sich im Verlauf der Diagenese, womit gleichzeitig eine Verschiebung der Sr/Ca-Verhältnisse der Karbonate hin zu geringeren Werten verbunden ist. Zu der zu erwartenden Überdeckung der beiden Sr/Ca-Kurven (dies würde einem Kalkstein aus 100 % authigenem Calcit entsprechen) kommt es allerdings nicht, weil die Sedimente bzw. das Gestein selbst in diagenetisch stark umgewandelten Abschnitten noch zu ca. 20 % aus biogenen Calciten besteht (s. Kap.4).

Die stärkste Annäherung der beiden Sr/Ca-Kurven ist im Profilabschnitt der Einheit II bzw. Zone B erreicht. In diesem Abschnitt ist die höchste Produktionsrate an Sr (= höchste, aktuelle Rekristallisationsrate) zu beobachten, d.h. die Diagenese-front der Karbonate liegt in diesem Intervall. Entsprechend steil ist der gemessenen Sr/Ca-Gradient der Karbonate.

Darunter sinken die kalkulierten Sr/Ca-Verhältnisse schneller als die tatsächlich gemessenen Werte. Der Einfluß der unterlagernden Kruste auf das Sr-Porenwasserprofil macht sich bemerkbar. Die Sr-Gehalte des Porenwassers nehmen in Richtung Basement stark ab und Sr wird in Alterationsprodukte der basaltischen Kruste (Tonminerale) eingebaut (s. Kap. 5.2).

Neben der Alteration von Basalten kann auch die Umwandlung von vulkanischen Gläsern im Sediment auf die Sr-Bilanz im Porenwasser Einfluß nehmen (PERRY et al. 1976, GIESKES & LAWRENCE 1981). Vulkanische Gläser sind in untergeordneten Mengen dispers im Sediment verteilt. Höhere Gehalte sind auf wenige Aschenlagen beschränkt. Der Einfluß der vulkanischen Gläser auf die Sr-Verteilung im Porenwasser und in den Sedimenten ist als gering einzuschätzen. Nach MOTTI et al. (1983) ist die Menge an rhyolitischen Gläsern zu gering, um durch ihre Alteration einen signifikanten Einfluß auf die Konzentration der gelösten Ionen des Porenwassers zu erzielen. Weiterhin beschreiben BEIERSDORF & NATLAND (1983) und BEIERSDORF & RÖSCH (1983) die vulkaniklastischen Partikel, die im Sediment vorkommen, als gut erhaltene, wenig alterierte Komponenten. Der Einfluß von Basaltalteration und Umwandlung von vulkaniklastischem Material auf das Porenwasser und die Versenkungsdiagenese wird im Kapitel 5.4 im Zusammenhang mit der $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ -Isotopie nochmals diskutiert.

Kleinräumige Fluktuationen der gemessenen Sr/Ca-Verhältnisse (vor allem in Einheit I bzw. Zone A) sind nach STOUT (1985) von mehreren Faktoren abhängig, die auch hier zur Erklärung herangezogen werden: Variationen in der Zusammensetzung der kalkigen Mikro- und Nannofossilien, der Einfluß der Ozeanographie auf den Chemismus der Kalkschaler und Variationen im diagenetischen Potential der Sedimente (Erhaltungszustand der Kalkschaler) sind die wichtigsten Einflußgrößen.

Zusätzlich konnte nachgewiesen werden, daß der Anteil der Nicht-Karbonatfraktion ebenfalls Auswirkungen auf die Sr/Ca-Signatur der Sedimente hat. Die mit Hilfe der RFA und der AES gemessenen Proben weisen jeweils im selben Teufenintervall die höchsten Sr/Ca-Werte der Sedimente bzw. der Karbonate auf, in denen die Häufigkeitsverteilung der Tonminerale ebenfalls maximale Werte erreicht (vgl. Kap. 3 und 5.1).

In Abbildung 55a ist die Variationsbreite von Sr/Ca-Daten, die sich auf den Abschnitt der maximalen Sr-Produktionsrate (Zone B, STOUT 1985) beschränken und aus mehreren anderen DSDP-Bohrlokationen (288, 289, 572, 573) zusammengetragen worden sind, als schraffierte Fläche dargestellt. Es handelt sich bei diesen Bohrlokationen um "normal-temperierte Bohrlokationen", d.h. um Bohrlokationen mit normalen geothermischen Gradienten. Der Vergleich der tatsächlich gemessenen Sr/Ca-Verhältnisse zwischen "normalen" Bohrlokationen und Bohrlokation 501/504 zeigt, daß die Sr/Ca-Werte der Bohrlokationen mit normalen geothermischen Gradienten niedriger ausfallen als für Bohrlokation 501/504. Das bedeutet, daß ein rekristallisierter Calcit in der aufgeheizten Bohrlokation 501/504 mehr Sr aufnehmen kann als in kälteren Bohrlokationen. Hier kommt zum Ausdruck, daß die hohen Sedimenttemperaturen (bis zu 60°C) der Bohrlokation 501/504 eine direkte Auswirkung auf den diagenetischen Rekristallisierungsprozeß haben. Der verstärkte Sr-Einbau in rekristallisierte Calcite wird, wie schon in Kapitel 5.1.2 erläutert, durch die temperaturbedingte Erhöhung der Fällungsrate für authigene Calcite und der damit verbundenen Erhöhung des Verteilungskoeffizienten k_{Sr} gesteuert. Als Resultat wird mehr Sr in die entstehenden Calcite (Zemente) eingebaut. Die hohen Sr- bzw. Sr/Ca-Daten stellen ein Charakteristikum für Calcitneubildung unter erhöhten Sedimenttemperaturen dar.

5.4 ISOTOPENGEOCHEMIE

Die stabilen Isotope des Kohlenstoffs und des Sauerstoffs sowie das Verhältnis der radiogenen Isotope von Sr ($^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$) wurden zur Aufklärung des Diageneseverlaufs genutzt. Die Analysen zielen darauf ab, Auskünfte über die Einflußnahme des Abbaus von organischer Substanz und der unterlagenden ozeanischen Kruste auf die Versenkungsdiagenese zu erhalten sowie die Paläotemperaturen der Zementbildung abzuschätzen.

5.4.1 $\delta^{13}\text{C}$ -VERTEILUNG

Bohrlokation 501/504

$\delta^{13}\text{C}$ -Analysen (in PDB) wurden an 14 Proben durchgeführt (Tab. A16). Die in Abbildung 56a dargestellten Punkte repräsentieren Proben aus Einheit I - III, d.h. alle Diagenesestadien vom Nannofossil-schlamm bis hin zum Kalkstein sind abgedeckt.

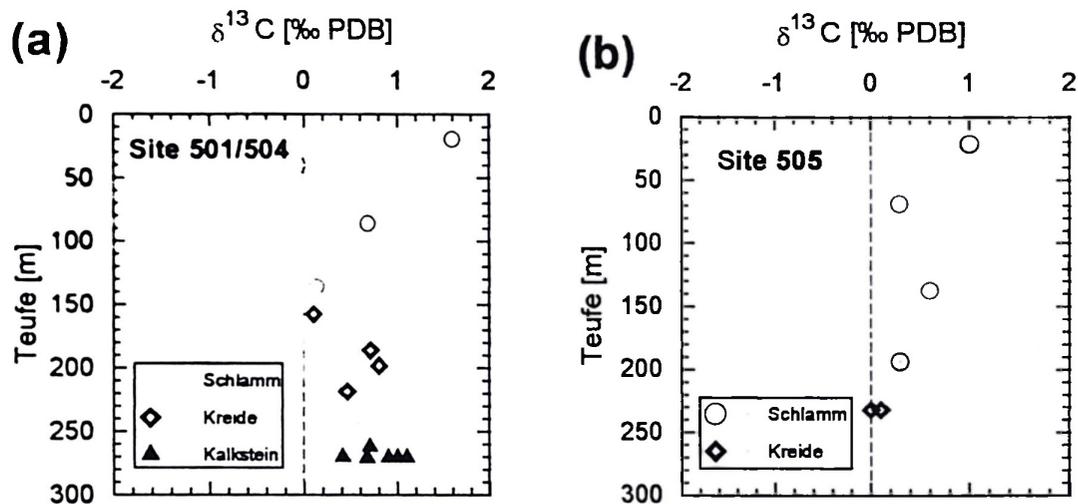


Abb. 56: Ergebnisse der $\delta^{13}\text{C}$ -Messungen an Karbonaten in Abhängigkeit zur Teufe. (a) Bohrlokation 501/504. (b) Bohrlokation 505. Die einzelnen Meßwerte sind nach ihrer Lithologie gegliedert.

Die höchsten $\delta^{13}\text{C}$ -Werte von 1.6 ‰ werden in den jüngsten Proben erreicht. Mit zunehmender Teufe ist ein Rückgang auf Werte um 0.0 ‰ zu verzeichnen. Im unteren Abschnitt der Bohrlokation 501/504 (~150 - 275 m) ändert sich der $\delta^{13}\text{C}$ -Trend. Die gemessenen Werte steigen bis in Teufen um 270 m auf 1.1 ‰ an. Es ist kein einheitlicher Trend in den $\delta^{13}\text{C}$ -gehalten zu erkennen.

Bohrlokation 505

Die Variationsbreite der $\delta^{13}\text{C}$ -Kurve der Karbonate (in PDB) in Bohrlokation 505 ist geringer als jene in Bohrlokation 501/504 (Abb. 56b). Bis zur Endteufe in 232 m nehmen die $\delta^{13}\text{C}$ -Werte ab. Die Ausgangsgehalte liegen bei 1 ‰ und sinken bis in 232 m Teufe auf 0.0 ‰ ab.

5.4.2 $\delta^{18}\text{O}$ -VERTEILUNG

Bohrlokation 501/504

Als Ergänzung der eigenen $\delta^{18}\text{O}$ -Meßergebnisse (in PDB) wurden die von MOTTTL et al. (1983) an Karbonaten der Bohrlokation 501 gemessenen $\delta^{18}\text{O}$ -Werte (in PDB) mit in die Darstellung aufgenommen. Die Ergebnisse der neueren $\delta^{18}\text{O}$ -Messungen fügen sich gut in die von MOTTTL et al.

(1983) bestimmte $\delta^{18}\text{O}$ -Verteilung ein (Abb. 57). Die $\delta^{18}\text{O}$ -Werte zeigen markante Trends in Abhängigkeit zur Teufe. Zunächst ist mit zunehmender Versenkungstiefe eine Abnahme der $\delta^{18}\text{O}$ -Isotopenwerte um ca. 3 ‰ von anfänglich 1.8 ‰ (20 m) auf -1.1 ‰ in 220 m Teufe zu verzeichnen. Unterhalb einer Teufe von ~230 m fällt die $\delta^{18}\text{O}$ -Kurve flacher ein. Sie endet bei einem Wert von -3.8 ‰ in 270 m.

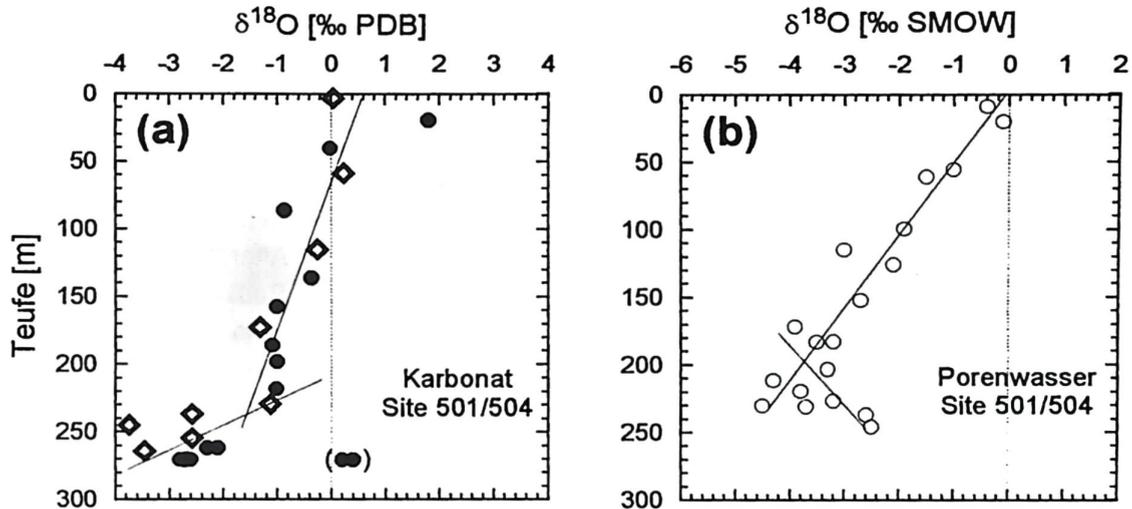


Abb. 57: (a) Ergebnisse der $\delta^{18}\text{O}$ -Messungen an Karbonaten der Bohrlokation 501/504 in Abhängigkeit zur Teufe. ● = eigene Messungen; ◆ = MOTTTL et al. (1983). (b) $\delta^{18}\text{O}$ -Variabilität des Porenwassers dargestellt gegen die Teufe (Daten aus MOTTTL et al. 1983).

Neben den $\delta^{18}\text{O}$ -Werten der Karbonate wurden die $\delta^{18}\text{O}$ -Daten der von MOTTTL et al. (1983) gemessenen Porenwässer in die Betrachtungen miteinbezogen (Abb. 57). Die $\delta^{18}\text{O}$ -Kurve des Porenwassers (in SMOW) zeigt ebenfalls signifikante Änderungen in Abhängigkeit zur Teufe. Bis in eine Teufe von ca. 220 m nehmen die $\delta^{18}\text{O}$ -Werte von -0.1 ‰ auf maximal -4.5 ‰ kontinuierlich ab. Darunter, im Intervall von 220 - 275 m, kommt es zu einer markanten Umkehrung der Trends hin zu schwereren Isotopenwerten. Die $\delta^{18}\text{O}$ -Gehalte steigen von ca. -4 ‰ auf Werte von -1.4 ‰ an.

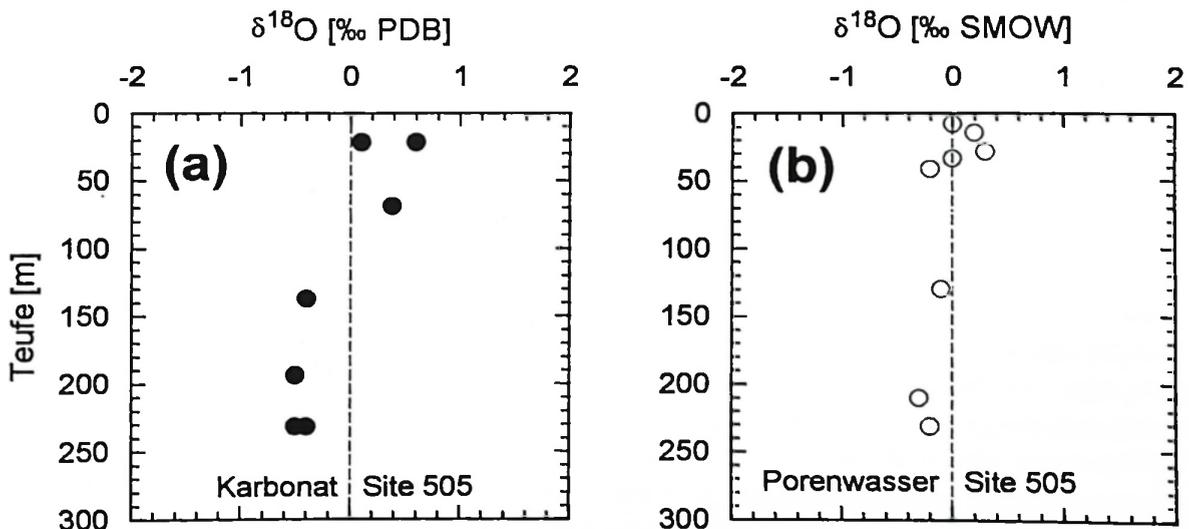


Abb. 58: (a) Ergebnisse der $\delta^{18}\text{O}$ -Messungen an Karbonaten der Bohrlokation 505 in Abhängigkeit zur Teufe. (b) $\delta^{18}\text{O}$ -Variabilität des Porenwassers dargestellt gegen die Teufe (Daten aus MOTTTL et al. 1983).

Bohrlokation 505

Mit zunehmender Teufe nimmt die $\delta^{18}\text{O}$ -Kurve der Karbonate (in PDB) der Bohrlokation 505 ab (Abb. 58). Die Werte in 232 m Endteufe liegen mit -0.5‰ nur um 1.1‰ niedriger als die Ausgangswerte von 0.6‰ in 22 m Teufe. Im Verlauf der Bohrung 505 kommt es zu keinem Trendwechsel der $\delta^{18}\text{O}$ -Verteilung der Karbonate.

Die $\delta^{18}\text{O}$ -Werte der Porenwässer sind in Abhängigkeit zur Versenkungstiefe sehr einheitlich verteilt. Die $\delta^{18}\text{O}$ -Isotopenwerte schwanken zwischen 0.3 und -0.3‰ [SMOW].

5.4.3 $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ -VERHÄLTNISSE

Das Meerwasser und die ozeanische Kruste stellen im pelagischen Bereich die beiden großen geochemischen Reservoirs dar, die auf den Chemismus der im Sediment ablaufenden diagenetischen Reaktionen einwirken können. In Kapitel 5.2 und 5.3 wurden (1) Alteration von basaltischem Krustenmaterial sowie (2) in situ Alteration von vulkanischen Gläsern im Sediment als mögliche Einflüsse auf die chemische Zusammensetzung der neugebildeten Calcite und damit auf den daraus abzuleitenden Diagenesepfad angeführt. Beide Alterationsprozesse führen zu Veränderungen des Porenwasserchemismus, wodurch der Diagenesepfad verschleiert werden könnte.

- (1) In den beiden Bohrungen sind Vulkaniklastite (vulkanische Gläser) und Aschenlagen im Sediment gefunden worden. An Schmierpräparaten der Bohrlokation 501/504, die aus Bereichen oberhalb der Homsteine stammen, stellten BEIERSDORF & NATLAND (1983) fest, daß diese Partikel kaum alteriert sind und somit nicht zur Diagenese der Sedimente beitragen. Für den Bereich der Opaldiagenese in Einheit III der Bohrlokation 501/504 liegen aufgrund der Härte der Proben nur wenige Daten aus Schmierpräparaten vor. Hier könnten vulkanische Partikel an der Diagenese beteiligt gewesen sein.
- (2) Nach MOTTLE et al. (1983), MOTTLE (1989), ALT et al. (1995) und ZULEGER et al. (1995) existieren in den obersten, klüftigen Bereichen der ozeanischen Kruste am CRR ausgeprägte hydrothermale Konvektionszellen. In der Sedimentsäule herrscht neben einem sehr geringen advektiven Fluß nur diffusiver Transport von gelösten Stoffen vor. Eine Beeinflussung der Versenkungsdiagenese ist nicht auszuschließen.

Um den möglichen Prozessen der Einflußnahme auf diagenetische Reaktionen im Sediment nachzugehen, wurden $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ -Messungen am Sediment durchgeführt. In Abbildung 59 werden die $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ -Verhältnisse von Karbonaten der Bohrlokationen 501/504 und 505 dargestellt. Alle Messungen weisen mit zunehmendem Alter sinkende $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ -Verhältnisse auf. Zusätzlich ist die von HODELL et al. (1989, 1990, 1991) bestimmte $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ -Kurve für Meerwasser des Neogens aufgenommen worden.

Die Meßergebnisse der Bohrlokation 501/504 lassen sich in zwei Kurvenabschnitte aufspalten. Bis zu einem Alter von ca. 4 Ma entsprechen die $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ -Werte der zeitgleichen Meerwasserkurve. Im Intervall zwischen 4 und 5.5 Ma verändert sich der Trend der $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ -Verhältnisse. Der Gradient der $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ -Kurve wird in diesem Sedimentabschnitt flacher und die Werte liegen in diesem Bereich über der neogenen Meerwasserkurve. In Proben, die älter als 5.5 Ma sind, ist eine erneute Trendänderung zu verzeichnen. Ab dieser Altersmarke nehmen die $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ -Verhältnisse mit einem steilen Gradienten ab und nähern sich wieder der gültigen $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ -Kurve für neogenes Meerwasser.

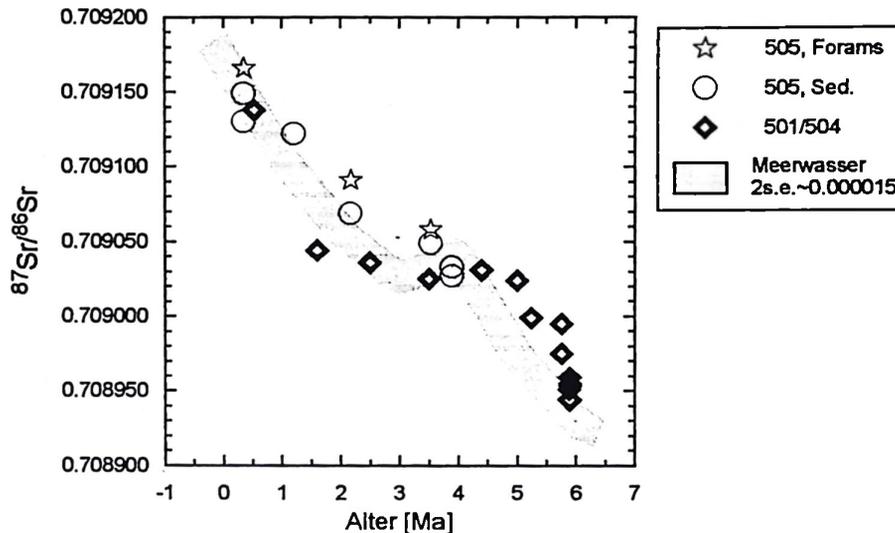


Abb. 59: Verteilung der $\text{Sr}^{87}/\text{Sr}^{86}$ -Werte von Karbonaten der Bohrlokation 501/504 und 505 in Abhängigkeit zum Alter der Sedimente. Die Daten für die zeitgleiche Meerwasserkurve stammen aus HODELL et al. (1989, 1990, 1991). Die Schwankungsbreite der Meerwasserdaten wird mit einem durchschnittlichen 'standard error' (2s.e.) von ± 0.000015 angegeben.

In Proben der Bohrlokation 505 ist eine solche Veränderung der Isotopenwerte nicht zu beobachten. Alle Proben der Bohrlokation 505 fallen mehr oder weniger mit den von HODELL et al. (1989, 1990, 1991) gemessenen Meerwasserdaten des Neogens zusammen (Abb. 59). Die Werte für Foraminiferen und Gesamtkarbonat liegen für identische Proben eng zusammen.

5.4.4 INTERPRETATION UND DISKUSSION

In Abbildung 60 und 61 sind die gemessenen Isotopenwerte von Kohlenstoff und Sauerstoff gemeinsam mit den Variationsbreiten der $\delta^{13}\text{C}$ - und $\delta^{18}\text{O}$ -Verteilung typisch mariner Karbonate (HUDSON 1977, ARTHUR & ANDERSON 1983) dargestellt. Die Meßergebnisse der Bohrlokation 501/504 unterscheiden sich in ihrer Isotopie deutlich von Karbonaten (Zementen), die sehr stark vom anaeroben C_{org} -Abbau beeinflusst wurden (stark negative $\delta^{13}\text{C}$ -Werte) oder frühdiagenetisch durch Hardgroundbildung entstanden sind.

$\delta^{13}\text{C}$

Die $\delta^{13}\text{C}$ -Variationen der gemessenen Karbonatproben der Bohrlokation 501/504 sind nicht sehr markant. Mit wenigen Ausnahmen liegen alle $\delta^{13}\text{C}$ -Werte mehr oder weniger im Bereich von marin gebildeten Sedimenten (Abb. 60). Demgegenüber zeigen die $\delta^{18}\text{O}$ -Werte der Karbonate höhere Schwankungsbreiten. Die Verteilung der Meßergebnisse läßt Aussagen über den Diageneseverlauf der Karbonate zu. Die einzelnen Meßpunkte zeigen eine teufenabhängige Isotopenzusammensetzung an, wodurch sich die Diagenesegrade der Proben (d.h. die Lithologie) gegeneinander abgrenzen lassen. Die Isotopenwerte des Nannofossilsschlamm (0 - 143 m) besitzen die größte Variationsbreite. Die Isotopie der Kreide (>143 - 225 m) bildet Übergangswerte zwischen Schlamm und Kalkstein.

Auffällig ist, daß die isotopische Zusammensetzung der Kreide aufgrund von zu niedrigen $\delta^{13}\text{C}$ -Gehalten nicht in das begrenzende Feld für marine Kreide (HUDSON 1977, ARTHUR & ANDERSON 1983) fällt (Abb. 60a). Hier kommt der Einfluß der Oxidation von im Sediment enthaltener organischer Substanz durch bakterielle Sulfatreduktion zum Ausdruck. Bei dieser Art des C_{org} -Abbaus wird im Porenwasser Bikarbonat (HCO_3^{1-}) mit einer sehr leichten $\delta^{13}\text{C}$ -Signatur (d.h.

hohen Gehalten an ^{12}C) produziert, weil die $\delta^{13}\text{C}$ -Werte für organische Substanzen bei bis zu -25‰ liegen können (IRWIN 1977, HENDRY 1990, HENDRY & MARSHALL 1991, THIERSTEIN & ROTH 1991). Durch die Beteiligung des Bikarbonats an der Mineralneubildung können sich stark negative $\delta^{13}\text{C}$ -Werte der authigenen Karbonate ergeben. Die analysierten Proben weisen jedoch nur leicht erniedrigte $\delta^{13}\text{C}$ -Werte auf. Der Einfluß des sulfatreduktiven C_{org} -Abbaus und der damit verbundenen Verschiebung der $\delta^{13}\text{C}$ -Signatur hin zu niedrigeren Werten ist in Bohrlotation 501/504 nur sehr gering. An der Bildung der Zemente war nur sehr wenig aus organischen Substanzen hervorgegangenes CO_2 (bzw. Bikarbonat) beteiligt. Da alle $\delta^{13}\text{C}$ -Werte $\geq 0.0\text{‰}$ [PDB] sind, kann von "normal marinen" Bildungsbedingungen ausgegangen werden.

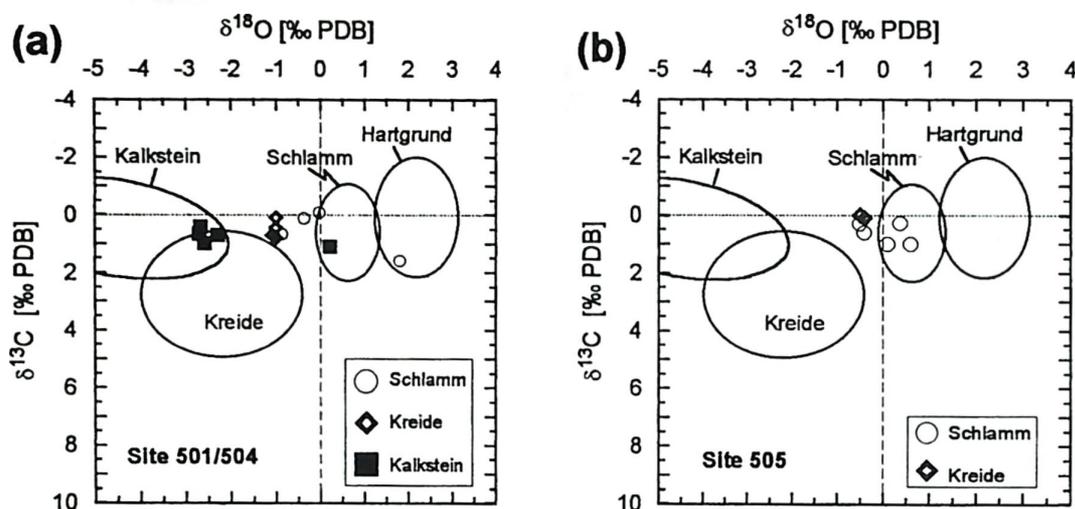


Abb. 60: Darstellung der $\delta^{18}\text{O}$ -Verteilung in Abhängigkeit zur $\delta^{13}\text{C}$ -Verteilung. Vergleich der durchschnittlichen Isotopenzusammensetzungen pelagischer Sedimente und Gesteine (nach HUDSON 1977 und ANDERSON & ARTHUR 1983) mit Ergebnissen der Isotopenmessungen an Karbonaten (a) der Bohrlotation 501/504 und (b) der Bohrlotation 505.

Die $\delta^{13}\text{C}$ -Werte der Proben aus Bohrlotation 505 nehmen mit der Teufe ab. Die Karbonate in Proben aus 232 m Teufe sind um 1‰ leichter als die primären Ausgangsprodukte. Nach MOTTTL et al. (1983) und MOTTTL (1989) werden die Porenwässer der Bohrlotation 505 vom Abbau der organischen Substanz durch die bakterielle Sulfatreduktion geprägt. Der negative $\delta^{13}\text{C}$ -Trend, der in den Karbonaten gemessen wurde, kann ebenfalls auf diese Art von C_{org} -Abbau zurückgeführt werden.

$\delta^{18}\text{O}$

Die $\delta^{18}\text{O}$ -Kurve der Karbonate und des Porenwassers der Bohrlotation 501/504 zeigen für die Intervalle 0 - 230 m und >230 m Teufe unterschiedliche Neigungen (Abb. 57).

Für den negativen Gradienten im Sedimentabschnitt zwischen 0 - 230 m lassen sich mehrere Gründe diskutieren. Der Gradient kann durch verstärkte Diagenese infolge steigendem Überlagerungsdruck und Anstieg der Temperaturen zurückgeführt werden. Durch die steigenden Temperaturen werden die $\delta^{18}\text{O}$ -Werte der Karbonate aufgrund von Fraktionierung an leichten Isotopen angereichert. Nach LAWRENCE et al. (1975) vollzieht sich bereits ab 15°C eine Isotopenfraktionierung bei der sich im Porenwasser in Abhängigkeit zur Teufe die schweren Isotope anreichern. Es erfolgt eine Verschiebung zu positiveren $\delta^{18}\text{O}$ -Werten im Porenwasser.

Die $\delta^{18}\text{O}$ -Verteilung des Porenwassers widerspricht jedoch dieser Aussage. Die von MOTTTL et al. (1983) gemessenen Isotopenwerte des Porenwassers (Abb. 57b) sinken mit zunehmender Teufe in vergleichbarem Maße wie jene der Karbonate (Abb. 57a). Demnach kann die $\delta^{18}\text{O}$ -Signatur des Porenwassers nicht auf Karbonatdiagenese unter ansteigenden Temperaturen zurückgeführt werden, sondern muß durch eine andere Quelle gespeist werden, die erhöhte ^{18}O -Konzentrationen besitzt.

Eine zweite Möglichkeit der Beeinflussung der $\delta^{18}\text{O}$ -Verteilung der Karbonate ist die Bildung von Phyllosilikaten während der Alteration von basaltischen Mineralen und vulkanischen Gläsern. Nach LAWRENCE et al. (1975), GIESKES & LAWRENCE (1981) und GIESKES (1983) ist dies der einzige quantitativ wichtige Prozeß, der für die Verschiebung der Porenwasserisotopie hin zu leichteren $\delta^{18}\text{O}$ -Werten in Frage kommt. In Bohrlotation 501/504 ist die Basaltalteration der ozeanischen Kruste für den weitaus größten Teil der $\delta^{18}\text{O}$ -Abnahme im Porenwasser verantwortlich (MOTTL et al. 1983, MOTTL 1989). Der negative $\delta^{18}\text{O}$ -Gradient der Karbonate könnte durch Calcitneubildung hervorgerufen worden sein, die im Gleichgewicht mit diesen, an ^{16}O angereicherten Porenwässern standen. Am wahrscheinlichsten entwickelte sich die $\delta^{18}\text{O}$ -Signatur der Karbonate aus einer Mischung der beiden o.g. Möglichkeiten: Karbonatdiagenese unter zunehmenden Temperaturen und Calcitneubildung in isotopisch leichten Porenwässern.

Im Sedimentabschnitt >230 m Teufe verändern sich die Trends der $\delta^{18}\text{O}$ -Signaturen für Karbonate und Porenwasser (s. Abb. 57). Die $\delta^{18}\text{O}$ -Verteilung der Karbonate nimmt einen steileren Gradienten hin zu stärker negativen Werten an, während die $\delta^{18}\text{O}$ -Kurve des Porenwassers ein Trendwechsel hin zu positiveren Werten entwickelt. Die hier festgestellte Verschiebung der Isotopenwerte der Karbonate zu deutlich negativeren und der des Porenwassers zu positiveren Werten ist auf die Versenkungsdiagenese der Karbonate unter zunehmender Temperatur zurückzuführen. Durch die Rekristallisation der Karbonatphase unter sukzessive zunehmenden Temperaturen kommt es zur Fraktionierung der Isotope zwischen Karbonat und Porenwasser. Auf diese Weise stellen sich die beobachteten Trendänderungen der $\delta^{18}\text{O}$ -Kurven für Karbonat und Porenwasser ein.

Die $\delta^{18}\text{O}$ -Signaturen der Karbonate aus Proben der Bohrlotation 505 (Abb. 58) bestätigen die Ergebnisse der sedimentpetrographischen Untersuchungen, in denen nur wenig Versenkungsdiagenese in den Sedimenten der Bohrlotation 505 festgestellt wurde. Mit zunehmender Versenkungstiefe variiert die Isotopenkurve nur geringfügig. Auch der Einfluß der Basaltalteration in der unterlagenden Kruste macht sich nur geringfügig bemerkbar. Die Porenwässer sind nicht so stark vom Basement bestimmt, da der Chemismus der Formationswässer des Basements selbst in starkem Maße von zirkulierendem Meerwasser dominiert wird. Die einheitliche $\delta^{18}\text{O}$ -Signatur des Porenwassers bestätigt diesen Befund (s. Abb. 58b).

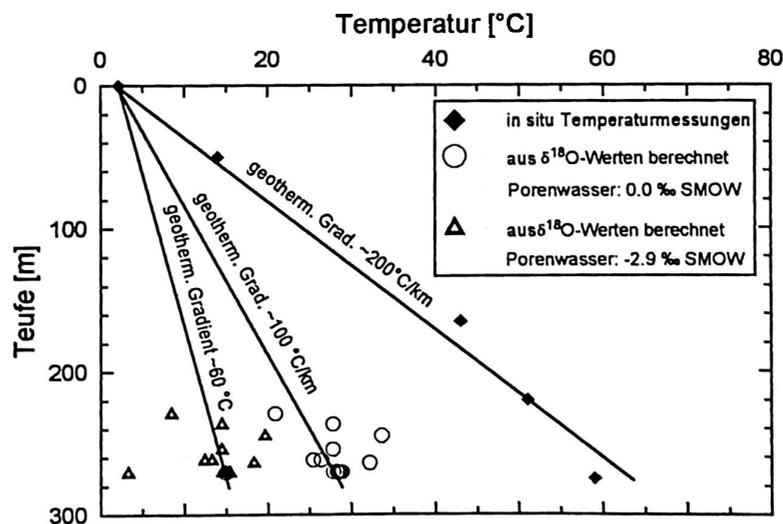


Abb. 61: Geothermische Gradienten der Bohrlotation 501/504 abgeleitet aus *in situ* Temperaturmessungen und kalkulierten Temperaturen der $\delta^{18}\text{O}$ -Messungen.

Die gemessenen $\delta^{18}\text{O}$ -Signaturen der Proben aus Bohrlotation 501/504 wurden zur Bestimmung von Paläotemperaturen für die Calcitneubildung in den Sedimenten herangezogen. Für die Rekristalli-

sation der Karbonatphasen wurden Porenwässer mit 0.0 ‰ und -2.9 ‰ angenommen. Der Wert von -2.9 ‰ entspricht einem Mittelwert der $\delta^{18}\text{O}$ -Werte des Porenwassers, das von MOTTTL et al. (1983) im Sedimentabschnitt von >230 - 275 m gemessen wurde. Die kalkulierten Paläotemperaturen für die Calcitneubildung und die daraus resultierenden geothermischen Gradienten sind gemeinsam mit den gemessenen *in situ* Temperaturen (bzw. geotherm. Gradienten) in Abbildung 61 dargestellt. Die ermittelten Temperaturen schwanken zwischen 21 und 34°C (0.0 ‰) bzw. 3 und 19°C (-2.9 ‰). Die aus den $\delta^{18}\text{O}$ -Signaturen bestimmten Gradienten von 100 bzw. 60°C/km fallen deutlich niedriger aus, als der *in situ* bestimmte Gradient. Diese Diskrepanz hat zwei Ursachen, die (1) in der Zusammensetzung der Sedimente selbst und (2) in der thermischen Geschichte der Bohrlokation 501/504 begründet liegen:

(1) Die gemessenen $\delta^{18}\text{O}$ -Kurven für die Karbonatphasen wurden am Gesamtkarbonat durchgeführt, weil eine Abtrennung der μm -kleinen Zemente unmöglich war. Das Gesamtkarbonat stellt jedoch ein sehr heterogenes Gemisch aus isotopisch leichten (primären) und isotopisch schweren (authigenen) Calciten dar, die so ein Mischsignal an Isotopenwerten liefern. Es ist anzunehmen, daß die reine authigene Karbonatphase stärker negative $\delta^{18}\text{O}$ -Signaturen besitzt, die zu höheren kalkulierten Bildungstemperaturen geführt hätten.

(2) Die thermische Vergangenheit der Sedimente der Bohrlokation 501/504 ist eng mit den hohen Sedimentationsraten und der ausgeglichenen Basalttopographie verknüpft (vgl. Kap. 1.4). Der heute gemessene geothermische Gradient war nicht über die gesamte Versenkungsgeschichte der Sedimente konstant, da erst ab einer Sedimentdicke von >200 m die Versiegelung der ozeanischen Kruste und damit die verlangsamte Krustenabkühlung zum tragen kommt (ANDERSON & HOBART 1976). Durch diesen Prozeß kam es im weiteren Verlauf der Sedimentationsgeschichte zur Erhöhung der Sedimenttemperaturen; es stellte sich ein zeitabhängiger Temperaturgradient ein. Demnach sind Zemente, die bereits frühzeitig nach der Versiegelung der ozeanischen Kruste entstanden sind, unter geringeren Temperaturen gebildet worden, als jüngere Zemente. Aus diesem Grund besitzen solche Calcitneubildungen in Relation zu jungen Bildungen niedrigere $\delta^{18}\text{O}$ -Werte. Die heute gemessenen $\delta^{18}\text{O}$ -Kurven enthalten also ein Mischsignal dieser sukzessive entstandenen Zemente.

Unter der Annahme, daß das gesamte Karbonat in Versenkungstiefen >230 m aus rekristallisiertem Material besteht und die Calcitneubildung in einem Porenwasser mit einer angenommenen $\delta^{18}\text{O}$ -Signatur von 0.0 ‰ SMOW stattfand, lassen sich aus den berechneten Bildungstemperaturen der ausgefällten Calcite grobe Abschätzungen über den Zeitpunkt der Zementgenese durchführen.

Nach dem heute wirksamen geothermischen Gradienten von rund 200 °C/km werden diese Bildungstemperaturen von 21 - 34 °C bereits in einer Versenkungstiefe von 98 bis 160 m erreicht (Abb. 61). Geht man von der heutigen Lage der Proben aus (200 - 275 m), so befanden sich die Sedimente bereits vor 2 bis 2.3 Ma in der Teufe, in der diese Bildungstemperaturen erreicht wurden.

Die berechneten Werte stellen Minimumtemperaturen und Maximumalter für die Calcitneubildung dar, weil die gemessene Karbonatfraktion aus einem Gemisch von isotopisch schweren primären Partikeln und leichten authigenen Partikeln besteht und der heute gemessene geothermische Gradient nicht über die gesamte Versenkungsgeschichte der Sedimente konstant war (s.o.). Geringere geothermische Gradienten in der Vergangenheit und ein geringerer Anteil an primärem Karbonatmaterial in den analysierten Proben (d.h. Messungen an den reinen authigenen Phasen) würden zu realistischeren Temperaturen und Bildungsaltern der authigenen Calcite führen. Die durchgeführten Berechnungen stellen eine erste grobe Annäherung an die tatsächliche Temperatur- und Altersgeschichte der diagenetischen Reaktionen dar.

Im Vergleich zu den von HEIN & YEH (1983) bestimmten Bildungstemperaturen für kieselige Authigene aus Einheit III fallen die hier kalkulierten Temperaturen zu niedrig aus. Die an den neugebildeten Quarzen bestimmten Werte sind präziser, da die reinen authigenen Phasen präpariert werden

konnten (HEIN & YEH 1983). Bei HEIN & YEH (1983) werden Temperaturen von 18 bis 77 °C für die Bildung von authigener Kieselphase (Opal-CT und Quarz) angegeben. Die daraus gemittelte Temperatur von 45 °C entspricht nahezu den *in situ* gemessenen Werten von 50 - 59 °C des Intervalls >230 m Teufe.

Auch wenn die kalkulierten Bildungstemperaturen beider authigener Phasen (Karbonat und Quarz) eine große Variationsbreite aufweisen, so reflektieren sie dennoch eindeutig Temperaturbedingungen der Diagenese, die sich signifikant von den Temperaturen des Bodenwassers und normal temperierter pelgischer Diagenesebereiche unterscheiden.

$^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$

Die in Abbildung 59 dargestellte Aufspaltung der $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ -Kurve der Proben aus Bohrlotation 501/504 in einen oberen jüngeren Abschnitt, in dem die $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ -Werte der zeitgleichen Meerwasserkurve folgen und einem unteren Abschnitt, in dem die $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ -Verhältnisse schwerer als die zugehörigen Meerwassersignale werden, sind im wesentlichen die Folge der Versenkungsdiagenese der Karbonate.

Beim Einbau von Sr-Isotopen in das Calcitgitter kommt es zu keiner Fraktionierung zwischen Festphase und Porenwasser (McARTHUR 1994). Das $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ -Verhältnis der neu entstehenden Calcite entspricht der Zusammensetzung des Porenwassers. Dies gilt ebenfalls für die Biomineralisation von Organismenschalen (DePAOLO & INGRAM 1985, McARTHUR et al. 1992, DIA et al. 1992). Durch die Versenkungsdiagenese wird jedoch das $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ -Verhältnis der Sedimente der Bohrlotation 501/504 beeinflusst.

Nach ELDERFIELD et al. (1982) und GIESKES et al. (1986) kommt es in pelagischen Sedimenten im Bereich der maximalen Sr-Produktion (d.h. maximale Rekristallisationsrate) zu einer Überschneidung der $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ -Verhältnisse des im Porenwasser gelösten Sr^{2+} mit der entsprechenden Meerwasserkurve des Karbonats in diesem Sedimentabschnitt. Der Grund hierfür liegt in der Freisetzung von Sr während der Rekristallisation. Durch die Rekristallisation der Karbonatphasen während der Diagenese wird Sr aus den Karbonaten ins umgebende Porenwasser abgegeben. Als Folge dieser Umkristallisation von biogenem Calcit zu abiogenem, an Sr abgereichertem Calcit nehmen die Porenwasserkonzentrationen an Sr^{2+} zu. Es kommt also zu einer Neuverteilung von Sr-Isotopen. Damit wird im Sedimentabschnitt der maximalen Rekristallisation dem Porenwasser die $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ -Signatur der primären Karbonatphase übertragen. Wie in Kapitel 5.2 beschrieben, diffundiert Sr^{2+} in tiefere und demnach ältere Sedimentabschnitte. Da in der $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ -Kurve des Meerwassers eine zeitliche Entwicklung von älteren, leichten hin zu jüngeren, schweren Isotopenverhältnissen steckt, führt die Diffusion an gelöstem Sr in ältere Sedimentabschnitte unterhalb des Sr^{2+} -Maximums des Porenwassers zu einer Erhöhung der $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ -Verhältnisse des dortigen Porenwassers (GIESKES et al. 1986). Zemente, die dort ausgefällt werden, nehmen ebenfalls die erhöhte Isotopengehalte des Porenwassers an. Auf diese Weise kommen die erhöhten $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ -Werte im Sedimentabschnitt von 230 bis 275 m der Bohrlotation 501/504 zustande. Schon im Intervall der maximalen Sr-Produktion (vgl. Kap. 5.3) wirkt sich die erhöhte Sr-Isotopie des Porenwassers auf die Karbonatphase aus (Abb. 61). Im oberen Abschnitt der Bohrlotation (0 - 230 m), wo keine oder nur wenig Diagenese stattfindet, werden die $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ -Verhältnisse von den primären Karbonatphasen (Biogenen) dominiert und entsprechen der neogenen Meerwasserkurve.

Mit Hilfe der $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ -Isotopie kann weiterhin der mögliche Einfluß der basaltischen Kruste auf die Sr-Bilanz der Versenkungsdiagenese und damit auf die abgeleiteten Diagenesepfade abgeschätzt werden. Sr-Isotope eignen sich besonders gut zur Differenzierung von Sr-Quellen, die im Meerwasser bzw. in der Kruste ihren Ursprung haben. Aufgrund der signifikanten Unterschiede in der $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ -Signatur der beiden chemischen Reservoirs Meerwasser und Kruste ist die Identifizierung

der Herkunft von gelöstem Sr^{2+} eindeutig. Die $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ -Verhältnisse von rezemem Meerwasser und marin entstandenen Karbonaten (Holozän, Neogen) besitzen Variationsbreiten von 0.7100 bis 0.7089, während das Krusten- bzw. das Mantelsignal bei Werten von 0.7030 liegt (McARTHUR 1994). In Abbildung 62 sind die Variationsbreiten der $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ -Verhältnisse verschiedener Herkunft dargestellt, die für Bohrlotation 501/504 relevant sind. Die von KUSAKABE et al. (1989), BARETT (1983) und HART & MOTTTL et al. (1983) gemessenen $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ -Signaturen für Basalte und basaltische Formationswässer der Bohrlotation 501/504 zeigen signifikant geringere Verhältnisse als die an Karbonaten gemessenen Werte. Die $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ -Werte in stark lithifizierten Kalksteinen (d.h. hoher Anteil an authigenen Calciten) der Bohrlotation 501/504 (0.70895 - 0.70920) liegen weit über den Werten der Basalte (0.70250 - 0.70300) und basaltischen Formationswässern (0.7078 - 0.7088). Eine Sr-Zufuhr aus den basaltischen Formationswässern hätte eine drastische Erniedrigung der $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ -Verhältnisse von authigenen Karbonaten mit sich bringen müssen. Die gemessenen $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ -Werte liegen jedoch alle innerhalb der Schwankungsbreite der $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ -Kurve für neogenes Meerwasser (vgl. Abb 61 und 62). Ein gravierender Einfluß von Sr-Isotopen aus der Basalt-alteration auf die Sr-Isotopie der Sedimente kann für den überwiegenden Teil der Bohrung ausgeschlossen werden.

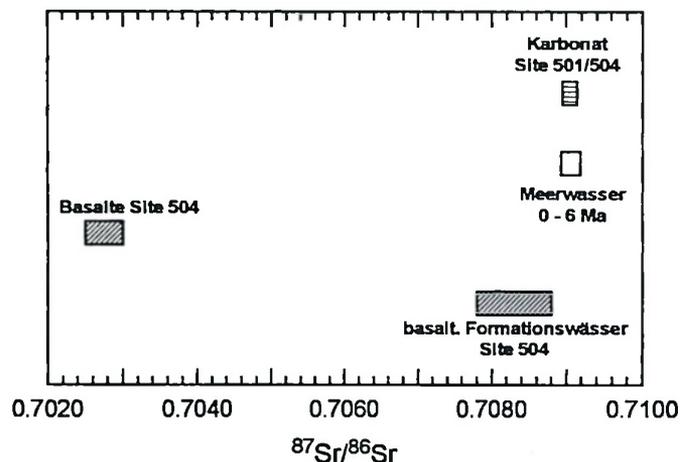


Abb. 62: Variationsbreite der $\text{Sr}^{87}/\text{Sr}^{86}$ -Werte unterschiedlicher Wässer und Gesteine. Die Daten stammen aus folgenden Arbeiten: basaltische Formationswässer, MOTTTL et al. (1989); Basalte Bohrlotation 504, BARRETT (1983) und KUSAKABE et al. (1989); Meerwasser, McARTHUR (1994); Karbonat Bohrlotation 501/504, eigene Messungen.

Eine Ausnahme existiert dennoch. In Einheit III ist eine markante Veränderung der $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ -Verhältnisse der Karbonate zu beobachten, die wahrscheinlich auf eine Mischung von isotopisch schwerem Porenwasser der Sedimente mit isotopisch leichterem Formationswasser der Basalte zurückgeht. Die gemessene $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ -Kurve der Karbonate sinkt ab 262 m Teufe mit einem steilen Gradienten von 0.7090 auf 0.7089 ab. Dieser Rückgang der $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ -Verhältnisse ist aus den oben genannten Gründen nicht mit Karbonatdiagenese zu erklären. Eine Zumischung von isotopisch leichtem basaltischen Formationswasser zum Porenwasser der Sedimente, wodurch die diagenetisch bedingte Verschiebung der $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ - des Porenwassers kompensiert wurde, würde die gemessenen Daten erklären. Die Einflußnahme der ozeanischen Kruste ist jedoch sehr gering und nur auf den untersten Sedimentabschnitt der Bohrung beschränkt. Es besteht kein echter advektiver Zustrom an Sr mit leichteren $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ -Verhältnissen. Dafür sind die $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ -Exkursionen, die sich in den Karbonaten abbilden, zu niedrig. Die Nähe zum Basalt ist das ausschlaggebende Kriterium, das zu einer geringfügigen Mischung der verschiedenen Porenwässer führte. Die $\delta^{18}\text{O}$ -Isotopenwerte sprechen ebenfalls nur für einen sehr geringen Einfluß der ozeanischen Kruste auf die Isotopie der diagenetisch veränderten Sedimente.

6 ZUSAMMENFASSUNG UND MODELLIERUNG

Die Bohrlokation 501/504 besitzt ideale Voraussetzungen für die Analyse der thermisch beeinflussten Versenkungsdiagenese karbonatreicher pelagischer Sedimente. Zum einen ist die Bohrlokation von einer besonderen geologischen Situation gekennzeichnet (verlangsamte Krustenabkühlung, hohe Sedimenttemperaturen, forcierte Versenkungsdiagenese) und zum anderen liegen ungestörte kontinuierliche Kerne und umfassende Sediment- sowie Logging-Datensätze vor. Mit Hilfe der durchgeführten Untersuchungen in Verbindung mit den bereits vorliegenden Ergebnissen der Erstbearbeiter (CRRUST 1982, CANN, LANGSETH, HONNOREZ, VON HERZEN, WHITE, et al. 1983) konnte die thermische Diagenese petrographisch und geochemisch charakterisiert werden.

Die Versenkungsdiagenese von pelagischen Sedimenten unter erhöhten Temperaturen stellt sich als ein komplexer Vorgang dar, bei dem sich sedimentäre, physikalische, mineralogische und chemische Prozesse überlagern. Dazu gehören ebenfalls Einflüsse chemischer und thermischer Natur, die auf die unterlagernde ozeanische Kruste zurückzuführen sind. Eine Kombination dieser verschiedenen Prozesse hat zu der heutigen Textur und chemischen Zusammensetzung der Sedimente und Gesteine geführt. Neben der bekannten Tatsache, daß die Porosität von karbonatreichen Tiefseesedimenten mit zunehmender Teufe aufgrund von Kompaktion und Diagenese zurückgehen und sich der Diageneseegrad erhöht (WISE & KELTS 1972, SCHLANGER et al. 1973, PACKHAM & VAN DER LINGEN 1973, DAVIES & SUPKO 1973, MATTER 1974, SCHLANGER & DOUGLAS 1974, VAN DER LINGEN & PACKHAM 1975, MATTER et al. 1975, WISE 1977), konnte ein eindeutiger Temperatureinfluß auf die Petrographie und Geochemie der Sedimente nachgewiesen werden.

Die wichtigsten petrographischen und geochemischen Veränderungen, die sich aufgrund der mechanischen und chemischen Kompaktion einstellen, sind in Abbildung 63 zusammengefaßt. Bereits in 30 m Teufe treten erste Calcitneubildungen in Form von Überwüchsen auf. Mit zunehmender Teufe stellt sich eine Abfolge von immer größer werdenden und idealer ausgebildeten Zementen ein, deren Gehalte ansteigen. Die ternäre Darstellung der Komponenten Nannofossilien-Micarb-Zement gibt Aufschluß über den petrographischen Diagenesepfad der thermisch beeinflussten Versenkungsdiagenese (Abb. 63). Das Sediment entwickelt sich zunächst von einer von Nannofossilien betonten zu einer von μm -großen Micarbpartikeln dominierten Zusammensetzung. Als Endprodukt der Versenkungsdiagenese liegen lithifizierte Kalksteine mit hohen Anteilen an Zementen vor. Die damit verbundenen Porositätsänderungen der Sedimente gehen hauptsächlich auf Calcitneubildung und Zementation durch authigene Kieselphasen zurück. Im Vergleich zu diagenetisch überprägten Sedimenten in normal temperierten Bohrlokationen besitzen die Sedimente der Bohrlokation 501/504, trotz gleicher Endprodukte der Diagenese, noch deutlich höhere Porositäten. Hier macht sich die frühe Zementation der Sedimente während der thermisch beeinflussten Diagenese bemerkbar, die der mechanischen Kompaktion entgegenwirkt.

Die Opaldiagenese hat erheblichen Anteil an der Veränderung der petrographischen Eigenschaften des Sediments. Im frühen Stadium der Versenkungsdiagenese (Opal-CT-Phase) trägt die Opaldiagenese durch Bildung authigener Kieselphasen (Opal-CT-Lepisphären) im Porenraum zur Festigkeit des Sediments bei. Im späten Stadium der Versenkungsdiagenese (Chalcedon- und Quarz-Phase) verstärkt sie die Karbonatdiagenese aufgrund von Verdrängungsprozessen in den Karbonatschalen. Das Erhaltungspotential kalkiger biogener Partikel ist von der systematischen Zugehörigkeit der Karbonatpartikel abhängig und kann daher sehr unterschiedlich sein. Kieselige biogene Partikel werden bei der Diagenese vollständig zerstört und über das Opal-CT-Stadium zu Quarz umgewandelt.

Durch die Umkristallisation der Karbonate stellen sich charakteristische geochemische Profile in den Sedimenten und Porenwässern ein, die auf einem Austausch von chemischen Komponenten

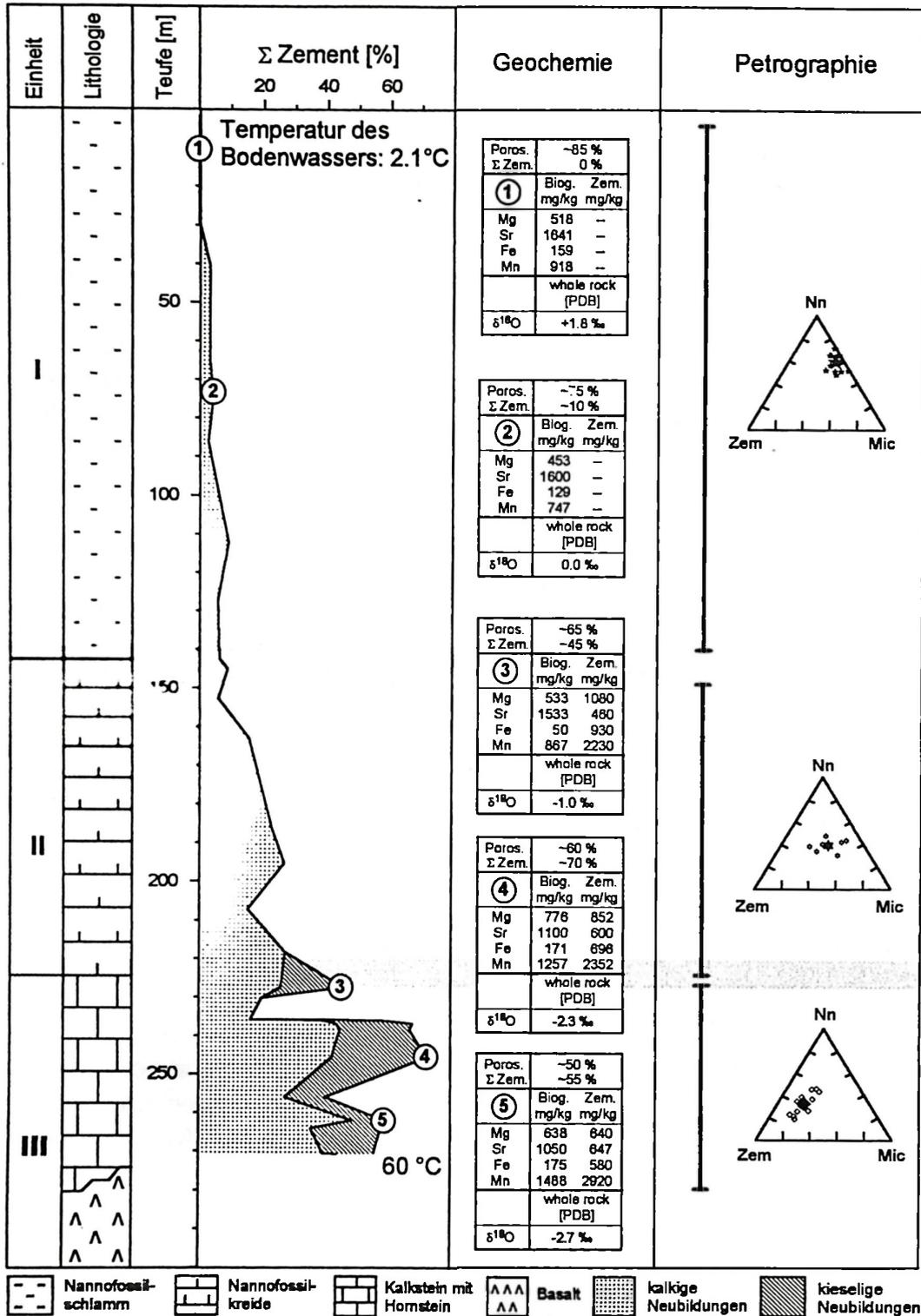


Abb. 63: Synopse der petrographischen und geochemischen Veränderungen der Sedimente der Bohrlokation 501/504.

zwischen den Phasen beruhen. Die Zemente sind gegenüber den primären Partikel deutlich an Sr abgereichert und an Fe und Mn angereichert, woraus sich ein geochemischer Diagenesepfad ableiten läßt (s. Abb. 51 u. 63). Die erstmals an primären und authigenen Partikeln pelagischer Sedimente durchgeführten Detailuntersuchungen zeigen weiterhin, daß sich mit zunehmender Teufe charakteristische Elementverteilungen in den einzelnen Partikelgruppen einstellen. Abbildung 64 gibt einen Überblick über das Verhalten einiger wichtiger Elemente innerhalb der einzelnen Partikelgruppen

während der Diagenese. Mit zunehmender Diagenese (d.h. Umkristallisation und Zementbildung) nimmt der Anteil an kalkigen biogenen Partikeln ab, der an Calcitneubildungen zu. Die biogenen Partikel werden dabei an Sr angereichert und an Fe und Mn angereichert. Bei den Zementen ist mit zunehmender Teufe eine Sr-Anreicherung zu verzeichnen. Die Zemente besitzen jedoch signifikant geringere Sr-Gehalte als die biogenen Partikel und es kommt im Zuge der Rekristallisation zu einer erheblichen Sr-Abreicherung der Karbonatphasen. Innerhalb des Systems ist die Summe der Gehalte für die Elemente \pm gleich. Es kommt demnach zu einem Austausch zwischen Sediment, Porenwasser und Basalt. Die Stoffflüsse sind allerdings sehr gering. $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ -Verhältnisse belegen, daß die unterlagernde ozeanische Kruste und vulkaniklastische Sedimentkomponenten nur einen geringen Einfluß auf die chemische Zusammensetzung der Sedimente hatten. Die $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ -Daten der Karbonate (0.70920 - 0.70895) unterscheiden sich signifikant von jenen der Basalte (\sim 0.70300) und basaltischen Formationswässern (0.70780 - 0.70880).

Karbonat-System

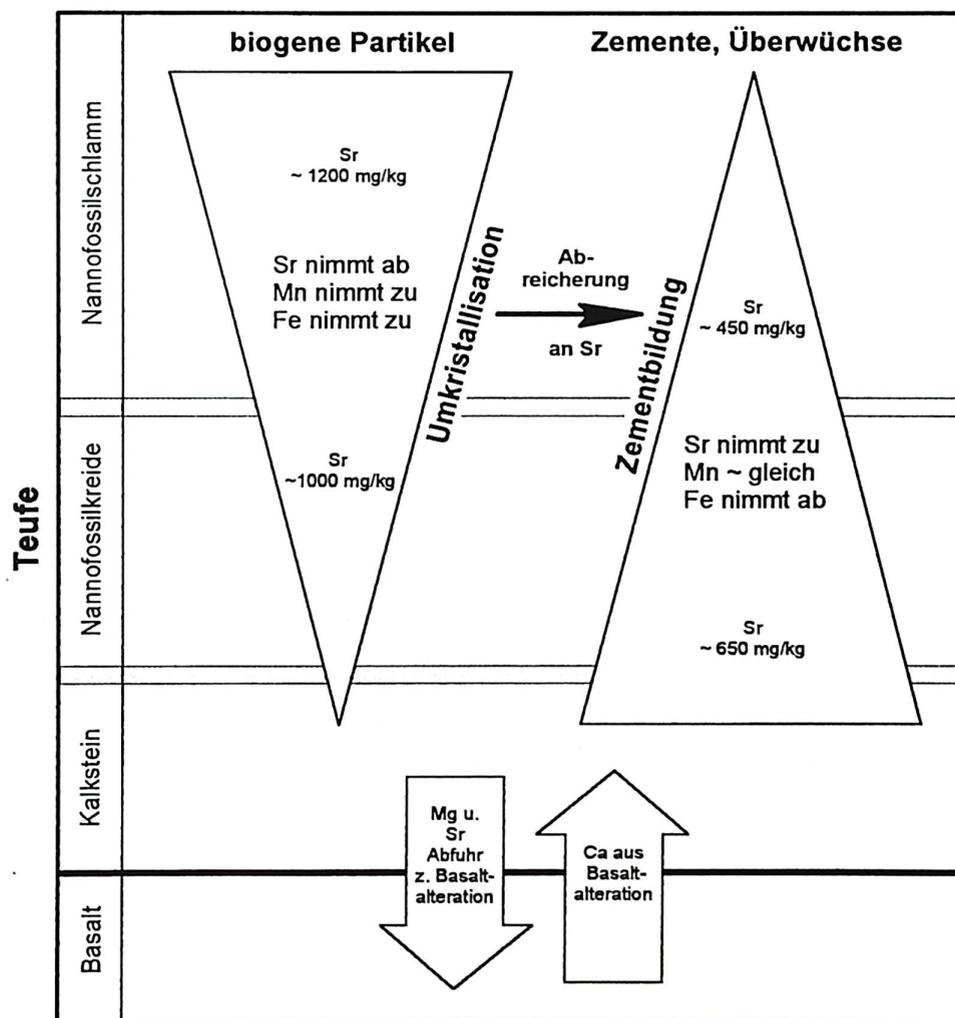


Abb. 64: Überblick über Element- und Partikelverteilung im Karbonat-System während der Diagenese und sich daraus ergebende Stoffflüsse zwischen Sediment und ozeanischer Kruste.

Die gemessenen $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ -Verhältnisse lassen sich in zwei Kurvenabschnitte unterteilen. Die nur im Intervall zwischen 4 und 5.5 Ma festgestellte Abweichung der $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ -Werte von der zeitgleichen Meerwasserkurve ist auf Diagenese zurückzuführen. Aufgrund der Rekristallisation von Karbonat kommt es zum Austausch zwischen der in den Karbonaten gespeicherten fossilen $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ -Signatur und der rezenten $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ -Gehalte des Meerwassers (bzw. Porenwassers).

Aus gemessenen $\delta^{18}\text{O}$ -Werten wurden Paläotemperaturen abgeleitet, die unterhalb der heute gemessenen *in situ* Temperaturen liegen. Neben der Tatsache, daß eine Mischsignal vorliegt (primäre und authigene Karbonate), kommt hier zum Ausdruck, daß es nach der Versiegelung der unterlagernden ozeanischen Kruste durch Verlangsamung der Abkühlung zu einer Aufheizung innerhalb der Sedimente kommt.

Wie auch an normal temperierten Bohrlokationen eignet sich Sr als Indikatorelement (Tracer) zur Charakterisierung der Karbonatdiagenese. Durch die Rekristallisation von primären biogenen Karbonatpartikeln zu authigenen Mineralphasen (Zementen, Überwüchsen) wird in den Karbonatpartikeln mit zunehmender Teufe bzw. Diagenese Sr abgereichert. Es stellt sich ein charakteristisches Porenwasserprofil ein. Der Trend der Sr-Abreicherung ist am Gesamtsediment und Gesamtkarbonat zu beobachten (s. Kap. 5).

Mit Hilfe von kalkulierten und beobachteten Sr/Ca-Verhältnissen der Karbonatphasen läßt sich der Grad der Diagenese weiter charakterisieren. Mit zunehmendem Diageneseegrad nähern sich die Sr/Ca-Kurven an und im Bereich der maximalen Rekristallisationsrate kommt es zur größten Annäherung beider Kurven. Die Sr/Ca-Verhältnisse der thermisch beeinflussten Diagenese fallen im Vergleich zu normal temperierten Bohrlokationen höher aus.

Die Endprodukte der Diagenese unter erhöhtem Wärmefluß unterscheiden sich nicht von jenen normal temperierter Diagenese. Die Diageneseprodukte lassen erkennen, daß es bei den Prozessen, die zu ihnen geführt haben, um dieselben handelt, wie bei der Diagenese unter normalen ($\sim 35^\circ\text{C}/\text{km}$) geothermischen Gradienten. Trotz gleicher Endprodukte können jedoch Kriterien zur Unterscheidung zwischen den beiden Arten der Diagenese festgestellt werden, die zum Wiedererkennen von thermischer Diagenese in anderen Bohrlokationen und Aufschlüssen an Land dienen können. Die Diagenese von karbonatreichen pelagischen Sedimenten unter erhöhten Sedimenttemperaturen läßt sich durch folgende Charakteristika von normal temperierter Diagenese abgrenzen:

- Bildung von authigenen Phasen in extrem jungen Sedimenten (0.6 Ma) bzw. in extrem geringen Teufen (30 m).
- diagenetische Grenzen in sehr jungen Sedimenten bzw. in sehr geringen Teufen (Kalkschlamm/Kreide: 3.1 Ma, 143 m; Kreide/Kalkstein: 4.9 Ma, 227 m).
- Bildung von stabilen lithologischen Endgliedern der Karbonat- und Opaldiagenese innerhalb sehr geringmächtiger Sedimentintervalle (Karbonat: 200 m; Opal: 50 m).
- Erhaltung höherer Porositäten trotz gleicher Endprodukte der Diagenese (in Relation zu normal temperierter Diagenese), aufgrund der frühen Zementation.
- erhöhte Sr-Gehalte und Sr/Ca-Verhältnisse in den authigen gebildeten Karbonaten.
- steile, durch Diagenese unter hohen Temperaturen induzierte $\delta^{18}\text{O}$ -Gradienten, die im Karbonat (hin zu negativen Werten) und im Porenwasser (hin zu positiven Werten) festzustellen sind.

Die Forcierung der Versenkungsdiagenese durch die erhöhten Temperaturen kann unter dem Begriff "telescoping" zusammengefaßt werden. "Telescoping" steht für das Zusammendrängen der physikalischen und chemischen Prozesse der Versenkungsdiagenese auf einen stark verkürzten Diagenesepfad. Dieser temperaturbedingte "telescoping-Effekt" wirkt sowohl räumlich (Versenkungsdiagenese unter geringer Überlagerung), als auch zeitlich (Versenkungsdiagenese in jungen Sedimenten innerhalb eines geringmächtigen Intervalls).

Modellierung der thermischen Diagenese

Aufgrund der Lithifizierung in geringer Versenkungstiefe beschränkt sich die Porositätsverringering durch mechanische Kompaktion auf die obersten Sedimentabschnitte, in denen die Zementation noch vergleichbar gering ist. Dies geht auch aus Abbildung 65 hervor, in der das gesamte intergranulare Porenvolumen (IGV) gegen die Summe aller Zemente dargestellt ist.

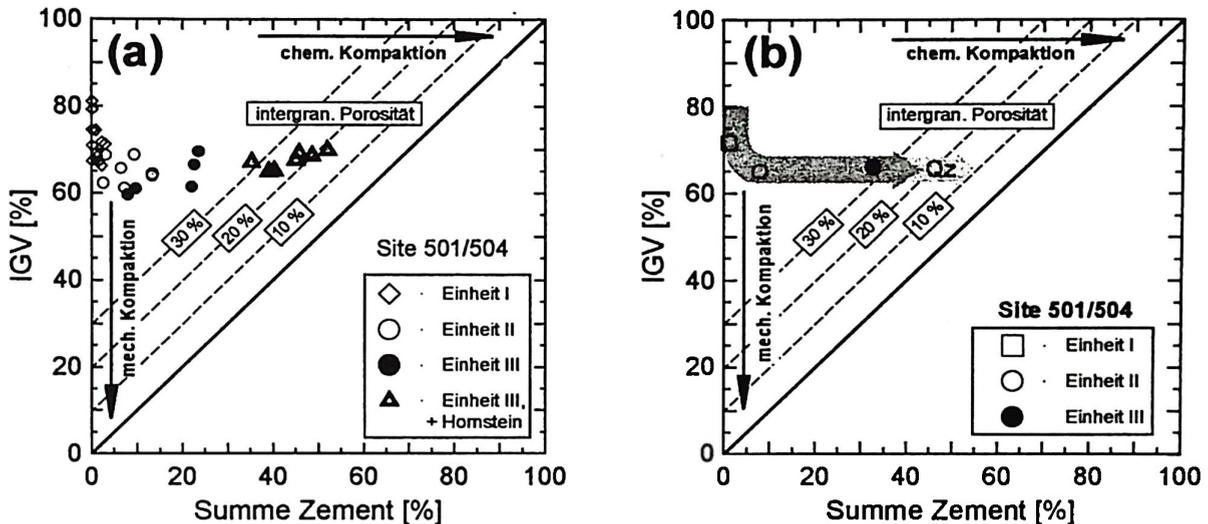


Abb. 65: Modellierung der mechanischen und chemischen Kompaktion. Dargestellt ist das gesamte intergranulare Porenvolumen (IGV, intergranular volume) in Abhängigkeit der Summe aller (kalk. und kiesel.) Zemente. (a) Darstellung der einzelnen Meßwerte. (b) Darstellung der Mittelwerte und resultierender Diagenesepfad (Pfeil). Qz steht für stark verkieselte Proben (Hornsteine).

Der Grad bzw. der Verlauf der Versenkungsdiagenese wird vor allem durch die Verteilung der authigenen Mineralphasen beschrieben. Stellt man die Summe aller Zemente in Abhängigkeit zum gesamten intergranulären Volumen (IGV) dar (beide Größen wurden aus Zählungen am REM abgeleitet), so zeichnet sich eine charakteristische Veränderung des Porenraums ab (Abb. 65). Mit dieser Abbildung läßt sich der Grad der mechanischen und chemischen Kompaktion modellieren. Die Diagenese, die zu einer Reduktion des gesamten Porenraums von anfänglich 80 % auf Werte einer intergranulären Porosität von 35 - 40 % führt, kann in einen Ast mechanischer und chemischer Kompaktion unterteilt werden. Anfänglich reduziert sich das Porenvolumen ausschließlich durch mechanische Kompaktion. Doch bereits in Proben der Einheit I und II machen sich deutlich die Gehalte der durch chemische Kompaktion entstandenen Zemente bemerkbar (s. Abb. 65a).

In Proben aus Einheit III ist die mechanische Kompaktion nicht mehr zu verzeichnen. Die Abnahme des Porenvolumens ist auf die chemische Kompaktion (Zementneubildung) beschränkt. Deshalb streuen alle Meßdaten auf einem schmalen Band parallel zur Abszisse um einen IGV-Wert von 65%.

In Abbildung 65b sind die Mittelwerte der Meßdaten dargestellt und der Diagenesepfad als Pfeil eingezeichnet. Die hellere Verlängerung (Qz) des Diagenesepfeils bezieht sich auf stark verkieselte Proben, die sich durch besonders geringe Porenvolumina auszeichnen. Durch Homsteinbildung aufgrund von intensiver Verkieselung und Verdrängung der Karbonatphase wird das Porenvolumen am stärksten reduziert. Die Abbildung 65b verdeutlicht nochmals den kurzen Ast der mechanischen Kompaktion und den längeren Ast der chemischen Kompaktion.

In Abbildung 66 sind aus TADA (1991) übernommene Alters- und Temperaturdaten dargestellt, die die Stabilitätsfelder von Opal-A, Opal-CT und Quarz sowie deren Übergangsbereiche definieren. Es zeichnen sich zwei Punktwolken ab, die zum einen eine langsame Diagenese bei niedrigen geother-

mischen Gradienten und/oder niedrigen Sedimentationsraten widerspiegeln (Pfeil A) und zum anderen eine rasche Opaldiagenese unter erhöhten Temperaturen in großen Versenkungstiefen (hohen Sedimentationsraten) repräsentieren (Pfeil B). Die Ergebnisse der petrographischen Untersuchungen an Sedimenten der Bohrlokation 501/504 sind ebenfalls im Diagramm verzeichnet (Abb. 66). Die an Proben der Bohrlokation 501/504 geeichten Punkte für die thermisch beeinflusste Transformation von Opal-A bzw. Opal-CT zu Opal-CT bzw. Quarz passen nur dann in den von TADA (1991) angegebenen Datensatz, wenn sie entsprechend der *in situ* Temperaturen des Gastgesteins

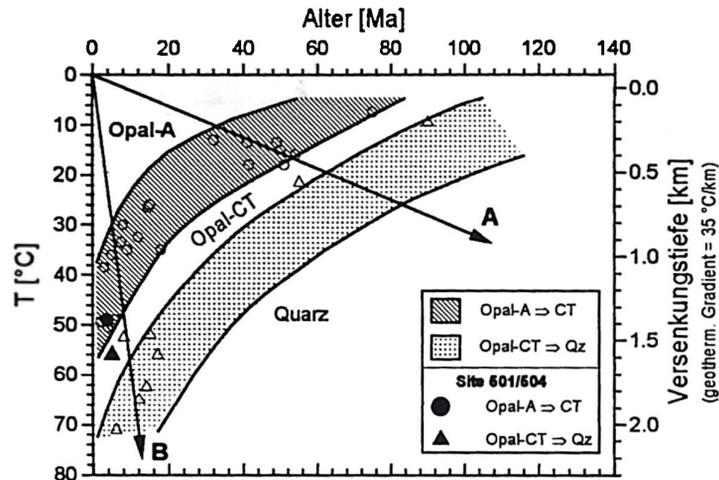


Abb. 66: Alters/Temperatur-Beziehung der Transformation von Opal-A \Rightarrow Opal-CT und Opal-CT \Rightarrow Quarz (aus: TADA 1991). Aus dem Diagramm ergeben sich die Stabilitätsfelder der kieseligen Phasen in Abhängigkeit zum Alter (Zeit) und zur Temperatur. Pfeil A repräsentiert Bohrlokationen mit niedrigen Sedimentationsraten und/oder niedrigen geothermischen Gradienten. Pfeil B repräsentiert Bohrlokationen mit hohen Sedimentationsraten und/oder hohen geothermischen Gradienten. Die Datenpunkte der Bohrlokation 501/504 fallen eindeutig in den Bereich für höhere geothermische Gradienten (Pfeil B).

eingetragen werden und nicht nach der Teufe der entsprechenden Transformation. Sie fallen eindeutig in die Gruppe von Daten, die thermisch beeinflusste Diagenese anzeigen. Allerdings beruht die erhöhte Temperatur in Fall der Bohrlokation 501/504 nicht auf starke Versenkung (d.h. hohen Sedimentationsraten), sondern auf Aufheizung der Sedimente durch die unterlagende ozeanische Kruste.

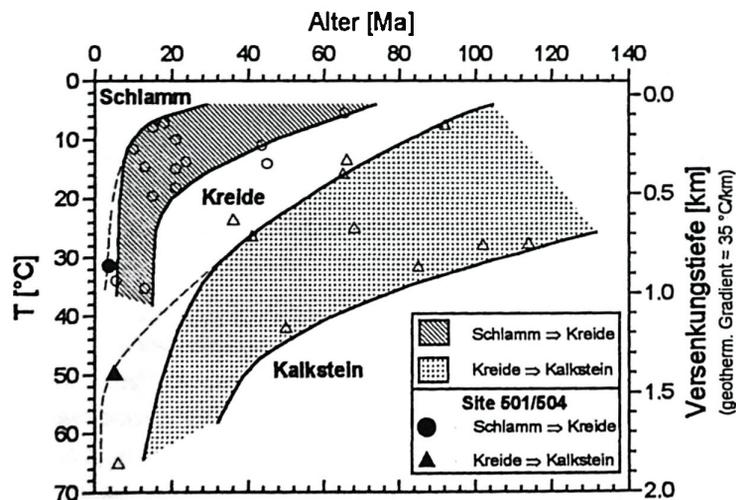


Abb. 67: Alters/Temperatur-Beziehung der Transformation von Schlamm \Rightarrow Kreide und Kreide \Rightarrow Kalkstein. Aus dem Diagramm ergeben sich die Stabilitätsfelder der kalkigen Phasen in Abhängigkeit zum Alter (Zeit) und zur Temperatur. Die Datenpunkte der Bohrlokation 501/504 fallen eindeutig in den Bereich für höhere geothermische Gradienten.

Eine entsprechende Abbildung der Stabilitätsfelder für Karbonate (Kalkschlamm, Kreide, Kalkstein) wurde aus mehreren normal temperierten DSDP-Bohrlokationen des Pazifiks abgeleitet (s. Abb. 67 u. Tab. 9). Selbst wenn die Probenpunkte nach ihren *in situ* gemessenen Temperaturen eingetragen werden, stellen sie Extremwerte dar. Besonders der Probenpunkt des Übergangsbereichs Kreide/Kalkstein weicht stark vom normaltemperierten Stabilitätsfeld ab. Die Stabilitätsfelder für Kalkschlamm, Kreide und Kalkstein müßten entsprechend der unterbrochenen Linien verändert werden, um auch die Probenpunkte der thermischen Diagenese zu erfassen.

In Abbildung 27 und 28 wurde das Auftreten der Übergangsbereiche Kalkschlamm/Kreide und Kreide/Kalkstein verschiedener DSDP-Bohrlokationen und der Lokation 501/504 in Relation zum Alter und zur Teufe gebracht. Kombiniert man diese beiden Abbildungen und berücksichtigt zusätzlich noch den Wärmefluß (bzw. Temperatur) an den entsprechenden Bohrlokationen, läßt sich ein erstes einfaches Modell für eine von der Temperatur gesteuerten Diagenese ableiten. In Abbildung 68 sind die diagenetischen Grenzen verschiedener DSDP-Bohrlokationen und der Lokationen 501/504 (Tab. 9) in einem solchen Diagramm dargestellt. Die Wärmeflußdaten wurden aus der Literatur übernommen bzw. aus Angaben zur Temperatur oder zum geothermischen Gradienten abgeschätzt. Eine unterschiedliche Suszeptibilität der Sedimente der verschiedenen Bohrlokationen gegenüber der Diagenese wird ausgeschlossen. Als Grundannahme gilt, daß alle Sedimente zu Beginn der Diagenese über ein einheitliches diagenetisches Potential verfügen.

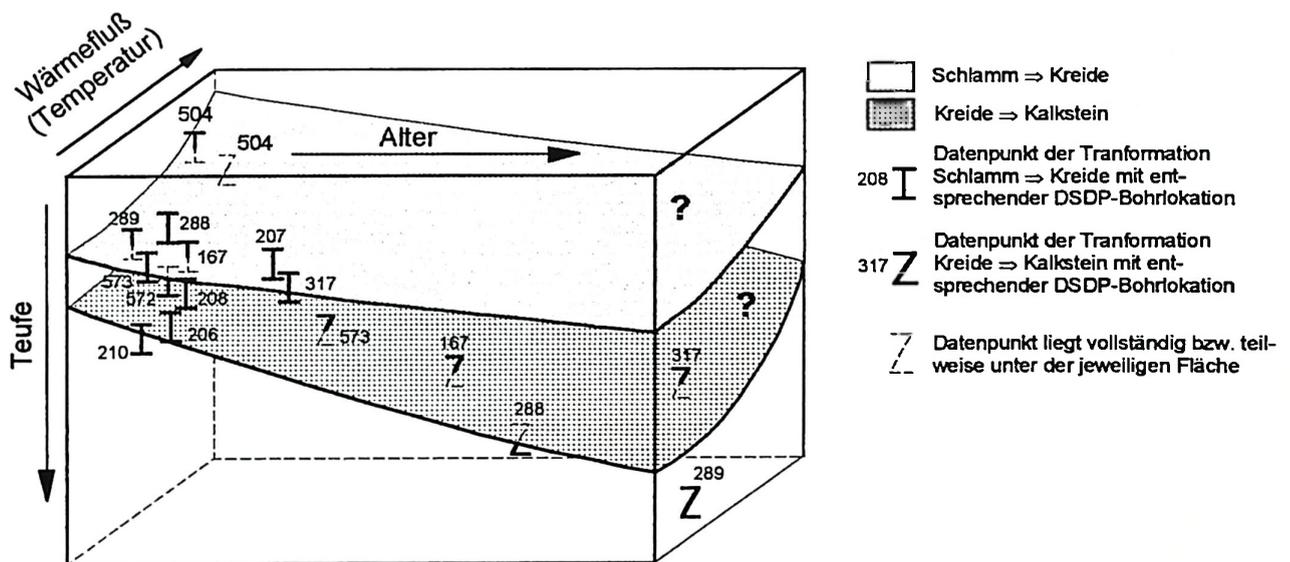


Abb. 68: Modellierung der Grenzflächen des Übergangs Schlamm/Kreide sowie Kreide/ Kalkstein im Alters/Teufen/Wärmefluß-Diagramm. Als Grundlage dienten verschiedene DSDP-Bohrlokationen (167, 206, 207, 208, 210, 288, 289, 317, 572, 573, 574 und 501/504). Die Flächen innerhalb des Diagramms repräsentieren die Grenzwerte (Alter, Teufe, Wärmefluß) für den entsprechenden lithologischen Wechsel (diagenetische Grenze). ? steht für die Flächenbereiche, für die keine Daten zur Verfügung stehen und sich aus der Extrapolation der vorhandenen Daten ergeben.

Aus der Intergration der Probenpunkte der diagenetischen Grenzen ergeben sich zwei Flächen, die die Grenzwerte für Alter, Teufe und Wärmefluß des lithologischen Wechsels Schlamm ⇒ Kreide bzw. Kreide ⇒ Kalkstein eines karbonatreichen pelagischen Sediments darstellen. Der einzige Probenpunkt mit deutlich erhöhtem Wärmefluß stammt aus Bohrlokation 501/504. Die Flächenanteile, die Bohrlokationen mit hohem Wärmefluß und darüber hinaus alten Sedimenten repräsentieren (mit ? markiert), ergeben sich aus der Extrapolation der vorhandenen Datenpunkte und sind hypothetisch.

Um die Regelmäßigkeit des Temperatureinflusses auf die Versenkungsdiagenese pelagischer Sedimente zu studieren und abzuschätzen, müßten weitere Bohrlokationen in Gebieten mit erhöhten thermischen Bedingungen in der Sedimentsäule untersucht werden.

Tab. 9: Alters/Teufen-Daten für die lithologischen Grenzen Schlamm/Kreide und Kreide/Kalkstein einiger DSDP-Bohrlokationen des Pazifischen Ozeans.

Leg	Site	Schlamm/Kreide		Kreide/Kalkstein	
		SBD [m]	Alter [Ma]	SBD [m]	Alter [Ma]
17	167	200	21	580	68
21	206	406	21		n.e.
21	207	225	43.6		n.e.
21	208	325	21		n.e.
21	210	440	15		n.e.
30	288	150	15	745	87
30	289	240	6.5	1005	113
33	317	304	45	647	114
95	572	294	12.2		n.e.
95	573	196	13.1	527	36.2
95	574	180	16.6		n.e.
69	504	143	3.7	227	5

SBD = Teufe
n.e. = nicht erbohrt

Mit der Bohrlokation 501/504 sind wir in der Lage, die gewonnenen Befunde eindeutig mit einem erhöhten geothermischen Gradienten in Verbindung zu bringen. Hieraus wird deutlich, daß es wichtig ist, in Gebieten mit unterschiedlichen thermischen Tiefenstufen zu bohren, um die Temperaturabhängigkeit vor allem der chemischen Reaktionen (erhöhter Sr-Einbau in das Calcitgitter) zu quantifizieren. Mit mehreren Stützpunkten, d.h. Bohrlokationen mit unterschiedlichen geothermischen Gradienten, könnten Kurven der Sr-Konzentration im Calcit in Abhängigkeit zur Temperatur konstruiert werden, um schließlich aus den Sr- bzw. Sr/Ca-Verhältnissen auf Paläo-Temperaturgradienten zu schließen. Voraussetzung für solche Eichkurven sind Bohrlokationen mit ähnlichen Sedimentzusammensetzungen, Sedimentationsraten und Porenwasserverhältnissen.

7 Literaturverzeichnis

- ADAMSON, R.N. (1985): Basement lithostratigraphy, DSDP Hole 504B.- In: ANDERSON, R.N., HONNOREZ, J., BECKER, K. et al., Init. Repts. DSDP, **83**: 121-127, Washington (U.S. Govt. Printing Office).
- ADELSECK, C.G., Jr. (1978): Dissolution of deep-sea carbonate: preliminary calibration of preservational and morphologic aspects.- *Deep Sea Research*, **25**: 1167-1185.
- ADELSECK, C.G., Jr., GEEHMAN, G.W. & ROTH, P.A. (1973): Experimental evidence for the selective dissolution and overgrowth of calcareous nanofossils during diagenesis.- *Geol. Soc. Amer. Bull.*, **84**: 2755-2762.
- ADRIANIAZY, A. & RENARD, M. (1985): Trace element contents (Sr, Mg, Mn, Fe) of carbonates from Sites 549 and 550B (Leg 80). Comparison with some Tethyan and Atlantic sites.- In: GRACIANSKY, P.C. de, POAK, C.W. et al., Init. Repts. DSDP, **80**: 1055-1072, Washington (U.S. Govt. Printing Office).
- ALT, J.C., ZULEGER, E. & ERZINGER, J. (1995): Mineralogy and stable isotopic composition of the hydrothermally altered lower sheeted dyke complex, Jole 504B, Leg 140.- In: ERZINGER, J., BECKER, K., DICK, H.J.B. & STOKKING, L.B. (Eds.), *Proc. ODP, Sci. Res.*, Vol. **137/140**: 155-166, College Station, TX (ODP).
- ANDERSON, R.N. & HOBART, M.A. (1976): The relation between heat flow, sediment thickness, and age in the eastern Pacific.- *J. Geophys. Res.*, **81**: 2968-2989.
- 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, London, (Plenum Press).
- ARTHUR, M.A., ANDERSON, T.F.: Stable isotopes of Oxygen and carbon and their application to sedimentologic and paleoenvironmental problems.- In: In: ARTHUR, M.A., ANDERSON, T.F., KAPLAN, I.R., VEIZER, J. & LAND, L.S. (Eds.), *Stable isotopes in sedimentary geology*.- SEPM, Short Course, **10**: 1.1 - 1.151
- BAIN, G.W. (1940): Geological, chemical and physical problems in the marble industry.- *Am. Inst. Mining and Metall Engineers, Tech. Publ. No. 1261*, 16 pp.
- BAKER, E.T., MASSOTH, G.J., WALKER, S.L. & EMBLEY, R.W. (1993): A method for quantitatively estimating diffuse and discrete hydrothermal discharge.- *Earth Planet. Sci. Lett.*, **118**: 235-249.
- BAKER, P.A. & BLOOMER, S.H. (1988): The origin of celestite in deep-sea carbonate sediments.- *Geochim. Cosmochim. Acta*, **52**: 235-239 .
- BAKER, P.A., KASTNER, M., BYERLEE, J.D. & LOCKNER, D.A. (1980): Pressure solution and hydrothermal recrystallization of carbonate sediments: An experimental study.- *Mar. Geol.*, **38**: 185-203.
- BAKER, P.A., GIESKES, J.M. & ELDERFIELD, H. (1982): Diagenesis of carbonates in deep-sea sediments - evidence from Sr/Ca ratios and interstitial dissolved Sr data.- *J. Sed. Petrol.*, **52**: 71-82.
- BAKER, P.A., STOUT, P.M., KASTNER, M. & ELDERFIELD, H. (1991): Large-scale lateral advection of seawater through oceanic crust in the central equatorial Pacific.- *Earth Planet. Sci. Lett.*, **105**: 522-533.

- BARRETT, T. J., (1983): Strontium- and lead-isotope composition of some basalts from Deep Sea Drilling Projekt Hole 504B, Costa Rica Rift, Legs 69 and 70.- In: CANN, J. R., LANGSETH, M. G., HONNOREZ, J., VON HERZEN, R. P., WHITE, S. M., et al., Init. Repts. DSDP, 69: 643-651, Washington (U.S. Govt. Printing Office).
- BATHMANN, U. (1986): Zooplanktonpopulatonen dreier nordatlantischer Schelfe: Auswirkungen abiotischer und botischer Faktoren.- Ber. SFB 313, 3: 1-93.
- BATHURST, R.G.C. (1975): Carbonate sediments and their diagenesis.- Dev. in Sedimentol., 12, Amsterdam, (Elsevier), 658 pp.
- BECKER, K., SAKAI, H., et al. (1989): Proc. ODP, Sci. Res., Vol. 111; College Station, TX (ODP), 357 pp.
- BEIERSDORF, H. & NATLAND, J. H., (1983): Sedimentary and diagenetic processes in the Central Panama Basin since the late Miocene: the lithology and composition of sediments from Deep Sea Drilling Projekt Sites 504 and 505.- In: CANN, J. R., LANGSETH, M. G., HONNOREZ, J., VON HERZEN, R. P., WHITE, S. M., et al., Init. Repts. DSDP, 69: 343-384, Washington (U.S. Govt. Printing Office).
- BEIERSDORF, H. & RÖSCH, H., (1983): Mineralogy of sediments encountered during Deep Sea Drilling Projekt Leg 69 (Costa Rica Rift, Panama Basin), as determined by x-ray diffraction. In: CANN, J. R., LANGSETH, M. G., HONNOREZ, J., VON HERZEN, R. P., WHITE, S. M., et al., Init. Repts. DSDP, 69: 385-395, Washington (U.S. Govt. Printing Office).
- BEIERSDORF, H., BICKERT, T., CEPEK, P., FENNER, J., PETERSEN, N., SCHÖNFELD, J., WEISS, W., WON, M.-Z. (1995): High-resolution stratigraphy and the response of biota to Late Cenozoic environmental changes in the central equatorial Pacific Ocean (Manihiki Plateau).- Mar. Geol., 125: 29-59.
- BERGER, W.H. (1967): Foraminiferal ooze: solution at depths.- Science, 156: 83-85.
- BERGER, W.H. (1968): Planktonic foraminifera: selective solution and paleoclimatic interpretation.- Deep-Sea Res., 15: 31-43.
- BERGER, W.H. (1970): Planktonic foraminifera: selective solution and the lysocline.- Mar. Geol., 8: 111-138.
- BERGER, W.H. (1976): Biogenous deep sea sediments: production, preservation and interpretation.- In: RILEY, J.P. & CHESTER, R. (Eds.), Chemical Oceanography Vol. 5: 266-388, London (Academic Press).
- BERGER, W.H. (1978): Deep-sea carbonate: pteropod distribution and the aragonite compensation depth.- Deep-Sea Res., 25: 447-452.
- BERGER, W.H. & PIPER, D.J.W. (1972): Planktonic foraminifera: differential settling, dissolution, and redeposition.- Limnol. Oceanogr., 17: 275-287.
- BERNER, R.A. (1971): Principles of chemical sedimentology.- N.Y., (McGraw-Hill), 240 pp.
- BERNER, R.A. (1978): Equilibrium kinetics, and the precipitation of magnesian calcite from seawater.- Amer. J. Sci., 278: 1435-1477.
- BERNER, R.A. (1980): Early diagenesis, a theoretical approach.- Princeton Series in Geochemistry, Princeton, (Princeton University Press), 241 pp.
- 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: 711-724.

- BLACK, M. (1963): The fine structure of the mineral part of coccolithophoridae.- Proc. Linn. Soc. Lond., **174**: 41-46.
- BLACK, M. (1972): Crystal development in Discoasteraceae and Braarudosphaeraceae (planktonic algae).- Palaeontology, **15**: 476-489.
- BOHRMANN, G. (1998): Zur Sedimentationsgeschichte von biogenem Opal im nördlichen Nordatlantik und dem Europäischen Nordmeer (DSDP/ODP-Bohrungen 408, 642, 643, 644, 646 und 647).- Ber. SFB 313, Nr. 9, 221pp.
- BOHRMANN, G., KUHN, G., ABELMANN, A., GERSONDE, R. und FÜTTERER, D. (1990): A young porcellanite occurrence from the Southwest Indian Ridge.- Mar. Geol., **92**: 155-163.
- BOHRMANN, G., SPIEB, V., HINZE, H. und KUHN, G. (1992): Reflector "Pc" a prominent feature in the Maud Rise sediment sequence (Eastern Weddell Sea): Occurrence, regional distribution and implications to silica diagenesis.- Mar. Geol., **106**: 138-154.
- BOLES, J.R. & RAMSAYER, K. (1987): Diagenetic carbonate in Miocene sandstone reservoir, San Joaquin Basin, California.- AAPG Bull., **71**: 1475-1487.
- BOTZ, R. & BOHRMANN, G. (1991): Low temperature opal-CT precipitation in antarctic deep-sea sediments: evidence from oxygen isotopes.- Earth Planet. Sci. Lett., **107**: 612-617.
- BRAMLETTE, M.N. (1961): Pelagic sediments.- In: SEARS, M. (Ed.), Oceanography.- Amer. Assoc. Adv. Sci. Publ. **67**: 345-366.
- BRAND, U. & VEIZER, J. (1980): Chemical diagenesis of a multicomponent carbonate system - 1: Trace elements.- J. Sediment. Petrol., **50**: 1219-1236.
- BROECKER, W.S. & PENG, T.H. (1982): Tracers in the sea.- Palisades, NY, (Eldigio Press), 690 pp.
- BURTON, E.A. (1993): Controls on marine carbonate cement mineralogy: review and reassessment.- Chem. Geol., **105(1/3)**: 163-179.
- BURTON, E.A. & WALTER, L.M. (1987): Relative precipitation rates of aragonites and Mg calcite from seawater: temperature or carbonate ion control?.- Geology, **15**: 111-114.
- BURTON, E.A. & WALTER, L.M. (1991): The effects of PCO_2 and temperature on Mg incorporation in calcite in seawater and MgCl-CaCl_2 solutions.- Geochim. Cosmochim. Acta, **55**: 777-785.
- CALVERT, S.E. (1974): Deposition and diagenesis of silica in marine sediments.- In: HSÜ, K.J. & JENKYN, H.C. (Eds.), Pelagic sediments: on land and under the sea.- Spec. Publ. Int. Assoc. Sediment., **1**: 273-298.
- CANN, J.R. (1970): New model for oceanic crustal structure.- Nature, **225**: 928-930.
- CANN, J.R. (1974): A new model for oceanic crustal structure development.- Geophys. J. Roy. Astron. Soc., **39**: 169-187-
- CANN, J. R., LANGSETH, M. G., HONNOREZ, J., VON HERZEN, R. P., WHITE, S. M., et al., (1983): Init. Repts. DSDP, Vol. **69**; Washington (U.S. Govt. Printing Office), 864 pp.
- CARPENTER, S.J. & LOHMANN, K.C. (1992): Sr/Mg ratios of modern marine calcite: Empirical indicators of ocean chemistry and precipitation rate.- Geochim. Cosmochim. Acta, **56**: 1837-1849.
- CHAVE, K.E. (1954): Aspects of the geochemistry of magnesium 1. Calcareous marine organisms.- J. Geol., **62**: 266-283.

- CHAVE, K.E. (1964): Skeletal durability and preservation.- In: IMBRE, J. & NEWELL, N. (Eds.), *Approaches to Paleocology*.- N.Y., (J. Wiley & Sons), 377-387.
- CLAYPOOL, G.E. & KAPLAN, I.R. (1974): The origin and distribution of methane in marine sediments.- In: KAPLAN, I.R. (Ed.), *Natural gases in marine sediments*.- Mar. Sci., **3**: 99-140.
- CRONBLAD, H.G. & MALMGREN, B.A. (1981): Climatically controlled variation of Sr and Mg in Quaternary planktonic foraminifera.- *Nature*, **291**: 61-64.
- CRRUST (Costa Rica Rift United Scientific Team)(1982): Geothermal regimes of the Costa Rica Rift, east Pacific, investigated by drilling, DSDP-IPOD Legs 68, 69, and 70.- *Geol. Assoc. America*, **93**: 862-875.
- DAVIES, T.A. & SUPKO, P.R. (1973): Oceanic sediments and their diagenesis: some examples from DSDP.- *J. Sediment. Petrol.*, **43**: 381-390.
- DIA, N., COHEN, A.S., O'NIONS, R.K. & SHAKLETON, N.J. (1992): Seawater Sr variation over the past 300 kyr and influence of global climate cycles.- *Nature* **356**: 786- 788.
- DEGENS, E.T. (1965): *Geochemistry of sediments*.- N.Y., (McGraw-Hill), 342 pp.
- DELANEY, M.L. (1989): Temporal changes in interstitial water chemistry and calcite recrystallization in marine sediments.- *Earth & Planet. Sci. Letters*, **95**: 23-37.
- DePAOLO, D.J. & INGRAM, B. (1985): High-resolution stratigraphy with Sr isotopes.- *Science*, **227**: 938-941.
- DICK, H.J.B., ERZINGER, J., STOKKING, L.B., et al. (1992): *Proc. ODP, Init. Repts., Volume 140*; College Station, TX (ODP), 408 pp.
- DROMGOOLE, E.L. & WALTER, L.M. (1990): Fe and Mn incorporation into calcite: effects of growth kinetics, temperature and solution chemistry.- *Chem. Geol.*, **81**: 311-336.
- DUNHAM, R.J. (1969): Early vadose silt in the townsend mound (reef), New Mexico.- In: HAM, W.E. (Ed.), *Depositional environments in carbonate rocks*.- AAPG Mem. **1**: 108-121.
- ELDERFIELD, H. & GIESKES, J.M. (1982): Sr isotopes in interstitial waters of marine sediments from Deep Sea Drilling Project cores.- *Nature*, **300**: 493-497.
- ELDERFIELD, H., GIESKES, J.M., BAKER, P.A., OLDFIELD, R.K., HAWKESWORTH, C.J. & MILLER, R. (1982): $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ and $^{18}\text{O}/^{16}\text{O}$ ratios, interstitial water chemistry and diagenesis in deep-sea carbonate sediments of the Ontong Java Plateau.- *Geochim. Cosmochim. Acta*, **46**: 2259-2268.
- ERBA, E., CASTRADORI, D., GUASTI, G. & RIPEPE, M. (1992): Calcareous nannofossils and Milancovitch cycles: the example of the Albian Gault Clay Fm. (southern England).- *Palaeogeogr., Palaeoclimatol., Paleaocol.*, **93**: 47-69.
- ERNST, W.G. & CALVERT, S.E. (1969): An experimental study of the recrystallization of porcelanite and its bearing on the origin of some bedded cherts.- *Am. J. Sci.*, **267A**: 114-133.
- ERZINGER, J., BECKER, K., DICK, H.J.B. & STOKKING, L.B. (Eds.) (1995): *Proc. ODP, Sci. Res., Vol. 137/140*; College Station, TX (ODP), 365 pp.
- FISCHER, A.G., HONJO, S. & GARRISON, R.E. (1967): *Electron micrographs of limestones*.- Princeton, N.Y., (Princeton Univ. Press), 141 pp.
- FLÜGEL, E. (1982): *Microfacies analysis of limestone*.- Berlin, (Springer), 633 pp.

- FRIEDMAN, I. & O'NEIL J.R. (1977): Compilation of stable isotope fractionation factors of geochemical interest.- In: FLEISCHER, M., Data of geochemistry, 6. edition, U.S. Geol. Surv. Prof. Paper, 440 KK.
- FROELICH, P.N., KLINKHAMMER, G.P., BENDER, M.L., LUEDTKE, N.A., HEATH, G.R., CULLEN, D, DAUPHIN, P., HAMMOND, D., HARTMAN, B. & MAYNARD, V. (1979): Early oxidation of organic matter in pelagic sediments of the eastern equatorial Atlantic: suboxic diagenesis.- *Geochim. Cosmochim. Acta*, **43**: 1075-1090.
- FÜCHTBAUER, H. (1988): *Sedimente und Sedimentgesteine*.- Stuttgart, (E. Schweizerbarthsche Verlagsbuchhandlung; Nägele und Obermiller), 1141 pp.
- GARRISON, R.E. (1981): Diagenesis of oceanic carbonate sediments: a review of the DSDP perspective.- In: WARME, J.E., DOUGLAS, R.G. & WINTERER, E.L. (Eds.), *SEPM. Spec. Publ.*, **32**: 181-207.
- GEALY, E.L., WINTERER, E.L. & MORBERLY, R.M. (1971): Methods, conventions, and general observations.- In: WINTERER, E.L., RIEDEL, W.R., et al., *Init. Repts. DSDP*, **7**: 9-26, Washington (U.S. Govt. Printing Office).
- GERSONDE, R. & WEFER, G. (1987): Sedimentation of biogenic siliceous particles in antarctic waters (Antarctic Sector).- *Mar. Micropal.*, **11**: 311-332.
- GIESKES, J.M. (1981): Deep sea drilling interstitial water studies: implicaton for chemical alteration of oceanic crust, Layers I and II.- In: WARME, J.E., DOUGLAS, R.G. & WINTERER, E.L. (Eds.), *SEPM, Spec Publ.*, **32**: 149-167.
- GIESKES, J.M. (1983): The chemistry of interstitila waters of deep-sea sediments: Interpretation of deep-sea drilling data.- In: RILEY, J.P. & CHESTER, R., *Chemical Oceanography Vol. 8*: 221-269, London, (Academic Press).
- GIESKES, J.M. & LAWRENCE, J.R.(1981): Alteration of volcanic matter in dep-sea sediments: evidence from the chemical composition of interstitial waters from deep sea drilling cores.- *Geochim. Cosmochim. Acta*, **45**: 1687-1703.
- GIESKES, J.M., ELDERFIELD, H. & PALMER, M.R. (1986): Strontium and its isotopic composition in interstitial waters of marine carbonate sediments.- *Earth Planet. Sci. Lett.*, **77**: 229-235.
- GRAHAM, D.W., BENDER, M.L., WILLIAMS, D.F. & KEIGWIN, L.D. (1982): Strontium-calcium ratios in Cenozoic planktonic foraminifera.- *Geochim. Cosmochim. Acta*, **46**: 1281-1292.
- GREENWOOD, R. (1973): Cristobillite: its relation to chert formation in selected samples from the DSDP.- *J. Sediment. Petrol.*, **43**: 700-708.
- HART, S.R. & MOTTTL, M.J. (1983): Alkali and Sr isotope geochemistry of waters collected from the basaltic basement, DSDP Hole 504B, Costa Rica Rift.- In: CANN, J. R., LANGSETH, M. G., HONNOREZ, J., VON HERZEN, R. P., WHITE, S. M., et al., *Init. Repts. DSDP*, **69**: 487-494, Washington (U.S. Govt. Printing Office).
- HEIN, J. R. & YEH, H.-W., (1983): Oxygen-isotope composition of secondary silica phases, Costa Rica Rift, Deep Sea Drilling Projekt Leg 69. In: Cann, J. R., Langseth, M. G., Honnorez, J., Von Herzen, R. P., White, S. M., et al., *Init. Repts. DSDP*, **69**: 423-431, Washington (U.S. Govt. Printing Office).
- 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., VALLIER, T.L. & ALLAN, M.A. (1981): Chert petrology and geochemistry, Mid-Pacific Mountains and Hess Rise, DSDP, Leg 62.- In: VALLIER, T.L., THIEDE, J., et al., Init. Repts. DSDP, **62**: 711-748.
- HEIN, J. R., SANCETTA, C. & MORGENSON, L. A., (1983): Petrology and geochemistry of silicified upper miocene chalk, Costa Rica Rift, Deep Sea Drilling Projekt Leg 69. In: Cann, J. R., Langseth, M. G., Honnorez, J., Von Herzen, R. P., White, S. M., et al., Init. Repts. DSDP, **69**: 395-423, Washington (U.S. Govt. Printing Office).
- HENDRY, J.P. (1990): Diagenetic studies of Bathonian carbonates from central and eastern England.- Ph.D. thesis, University of Liverpool, 158 pp.
- HENDRY, J.P. (1993): Calcite cementation during bacterial manganese, iron and sulphate reduction in Jurassic shallow marine carbonates.- *Sedimentology*, **40**: 87-106.
- HENDRY, J.P. & MARSHALL, J.D. (1991): Disequilibrium trace element partitioning in Jurassic sparry calcite cements: implications for crystal growth mechanisms during diagenesis.- *J. Geol. Soc Lond.*, **148**: 835-848.
- HERBERT, T.D. (1993): Differential compaction in lithified deep-sea sediments is not evidence for "diagenetic unmixing".- *Sed. Geol.*, **84**: 115-122.
- HERBERT, T.D., STALLARD, R.F. & FISCHER, A.G. (1986): Anoxic events, productivity rhythms, and the orbital signature in a mid-Cretaceous pelagic core.- *Palaeontology*, **1**: 495-506.
- HESSE, R. (1986): Diagenesis #11. Early diagenetic pore water/sediment interaction: modern offshore basins.- *Geoscience Canada*, **13(3)**: 165-196.
- HOBERT, L.A. & WETZEL, A. (1989): On the relationship between silica and carbonate diagenesis in deep-sea sediments.- *Geol. Rdsch.*, **78(3)**: 765-778.
- HODELL, D.A., MUELLER, P.A., MCKENZIE, J.A. & MEAD, G.A. (1989): Sr isotope stratigraphy and geochemistry of the late Neogene ocean (9 to 2 Ma).- *Earth Planet. Sci. Lett.*, **92**: 165-178.
- HODELL, D.A. MEAD, G.A. & MUELLER, P.A. (1990): Variation in the Sr isotope composition of seawater (8 Ma to present): implications for chemical weathering rates and dissolved fluxes to the oceans.- *Chem. Geol.*, (Isotope Geosci. Section), **80**: 291-307.
- HODELL, D.A., MUELLER, P.A. & GARRIDO, J.R. (1991): Variation in the Sr isotope composition of seawater during the Neogene.- *Geology*, **19**: 24-29.
- HONJO, S. (1975): Dissolution of suspended coccoliths in the deep-sea water column and sedimentation of coccolith ooze.- In: SLITER, W., BE, A.W.H. & BERGER, W.H. (Eds.), *Dissolution in deep-sea carbonates*.- Cushman Found. Foraminiferal Res., Spec. Publ. No **13**: 115-128.
- HONJO, S. (1976): Coccoliths: Production, transportation and sedimentation.- *Mar. Micropal.*, **1**: 65-79 .
- HONJO, S. (1982): Seasonality and interactoin of biogenic and lithogenic particulate flux at the Panama Basin.- *Science*, **218**: 883-884.
- HUDSON, J.D. (1977): Stable isotopes and limestone lithification.- *J. Geol. Soc.*, **133**: 637-660 .
- 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 Cenral Equatoriql Pacific: Part III, specific pore volume, mean pore size, and skeletal ultrastructure of acid-cleaned samples.- *Am. J. od Sci.*, **281**: 833-895.

- HYNDMAN, R.D., VON HERZEN, R.P., ERICKSON, A.J. & JOLIVET, J. (1977): Heat flow measurements DSDP Leg 37.- In: AUMENTO, F., MELSON, W.G., Init. Repts. DSDP, **37**: 347-362, Washington (U.S. Govt. Printing Office).
- IRWIN, H., CURTIS, C. & COLEMAN, M. (1977): Isotopic evidence for source of diagenetic carbonates formed during burial of organic-rich sediments.- *Nature*, **269**: 209-213.
- ISAACS, C.M. (1980): Diagenesis in the Monterey Fm. examined laterally along the coast near Santa Barbara, California.- U.S. Geol. Surv. Open File Rept., No. 80-606, 329 pp.
- ISAACS, C.M. (1981): Porosity reduction during diagenesis of the Monterey Fm., Santa Barbara coastal area, California.- In: GARRISON, R.E. & DOUGLAS, R.G. (Eds.), *The Monterey Fm. and related siliceous rocks of California.- SEPM Symposium Vol., Pacific Sect.*, 257-272.
- ISAACS, C.M. (1982): The influence of rock composition on silica diagenesis.- *Geol.*, **10**: 304-308.
- IUPAC, International Union of pure and applied Chemistry (1984), Commission on Atomic Weights, (N.E. Holden).- *Pure Appl. Chem.*, **56**: 653.
- JONES, J.B. & SEGNI, E.R. (1971): The nature of opal. I. Nomenclature and constituent Phases.- *J. Geol. Soc. Australia*, **18**: 56-68.
- JØRGENSEN, N.O. (1986): Geochemistry, diagenesis and nannofacies of chalk in the North Sea Central Graben - *Sediment. Geol.*, **48**: 267-294.
- KASTNER, M. & GIESKES, J.M. (1983): Opal-A to opal-CT transformation: a kinetic study.- In IJIMA, A., HEIN, J.R. & SIEVER, R. (Eds.), *Siliceous deposits in the Pacific region.- Dev. in Sedimentol.* **36**: 211-227.
- KASTNER, M., KEENE, J.B. & GIESKES, J.M. (1977): Diagenesis of siliceous ooze, I. Chemical controls on the rate of opal-A to opal-CT transformation - an experimental study.- *Geochim. Cosmochim. Acta*, **41**: 1041-1059.
- KATZ, A., SASS, E., STARINSKY, A. & HOLLAND, H.D. (1972): Sr behavior in the aragonite-calcite transformation: an experimental study at 40 -98 °C.- *Geochim. Cosmochim. Acta*, **36**: 481-496.
- KEENE, J.B. (1975): Chert and pöcellanites from the north Pacific, DSDP Leg 32.- In: LARSON, R.L., MORBERLY, R., et al., Init. Repts. DSDP, **32**: 429-507, Washington (U.S. Govt. Printing Office).
- KEENE, J.B. (1983): Chalcedonic quartz and occurrence of quartzine (length-slow chalcedony) in pelagic sediments.- *Sedimentology*, **30**: 449-454.
- KILLINGLEY, J.S. (1983): Effects of diagenetic recrystallization on $^{18}\text{O}/^{16}\text{O}$ values of deep-sea sediments.- *Nature*, **301**: 394-397.
- KINSMAN, D.J.J. (1969): Interpretation of Sr concentrations in carbonate minerals and rocks. *J. Sediment. Petrol.* **39**: 486-508.
- KINSMAN, D.J.J. & HOLLAND, H.D. (1969): The co-precipitation of cation with CaCO_3 - IV. The co-precipitation of Sr^{2+} with aragonite between 16° and 96°C.- *Geochim. Cosmochim. Acta*, **33**: 1-17.
- KLITGORD, K.D., MUDIE, J.D., HUESTI, S.P. & PARKER, R.L. (1975): An analysis of near-bottom magnetic anomalies: sea-floor spreading and magnetized layer.- *Geophys. J. R. Astron. Soc.*, **43**: 387-424.

- KÜSTER, F.W. & THIEL, A. (1985): Rechentafeln für die chemische Analytik.- N.Y., (de Gruyter), 310 pp.
- KUSAKABE, I.D., SHIKATA, T., YAMAMOTO, M., MAYEDA, S., KAGAMI, H., HONMA, H., MASUDA, H. & SAKAI, H. (1989): Petrology and isotope characteristics (H, O, S, Sr and Nd) of basalts from ODP Hole 504B, Leg 111.- Proc. ODP, Sci. Results, **111**: 47-60, College Station, TX, (ODP).
- LANCELOT, Y. (1973): Chert and silica diagenesis in sediments from the central Pacific.- In: WINTERER E.L., EWING J.L., et al., Init. Repts. DSDP, **17**: 377-405, Washington (U.S. Govt. Printing Office).
- LANCELOT, Y. (1974): Formation of deep sea chert: role of sedimentary environment.- In: HSÜ, K.J. & JENKYNS, H.C. (Eds.), Pelagic sediments: on land and under the sea.- Spec. Publ. Int. Assoc. Sediment., **1**: 117-148.
- LANGE, H. (1974): Geochemie pelagischer Sedimente, Pazifik und Atlantik.- Diss. Göttingen, 125 pp.
- LANGSETH, M. G., CANN, J. R., NATLAND, J. H. & HOBART, M., (1983): Geothermal phenomena at the Costa Rica Rift: background and objectives for drilling at Deep Sea Drilling Projekt Sites 501, 504, and 505.- In: Cann, J. R., Langseth, M. G., Honnorez, J., Von Herzen, R. P., White, S. M., et al., Init. Repts. DSDP, **69**: 5-30, Washington (U.S. Govt. Printing Office).
- LAWRENCE, J.R. (1973): Interstitial water studies Leg15 - stable oxygen and carbon isotope variation in water, carbonates, and silicates from the Venezuela Basin (Site 149) and the Aves Rise (Site 148).- In: Init. Repts. DSDP, **20**: 891-899.
- LAWRENCE, J.R., GIESKES, J.M. & BROECKER, W.S. (1975): Oxygen isotopes and cation composition of DSDP pore water and alteration of layer II basalts.- Earth Planet. Sci. Lett., **27**: 1-10.
- LEA, D.W. & BOYLE, E.A. (1990): Foraminiferal reconstruction of barium distribution in water masses of the glacial oceans.- Paleocyanogr. **5**(5): 719-742.
- LePICHON, X., FRANCHETEAU, J. & BONNIN, J. (1976): Plate Tectonics.- Amsterdam, (Elsevier), 349 pp.
- LISTER, C.R.B. (1972): On the thermal balance of a mid-ocean ridge.- Geophys. J. R. Astron. Soc., **26**: 535-575.
- LLOYD, R.M. (1977): Porosity reduction by chemical compaction - stable isotope model [abs].- AAPG Bull., **61**: 809.
- LONSDALE, P. (1977): Inflow of bottom water to the Panama Basin.- Deep-Sea Res., **24**: 1065-1101.
- LONSDALE, P. & KLITGORD, K.D. (1978): Structure and tectonic history of the eastern Panama Basin.- Geol. Soc. Am. Bull, **89**: 981-999.
- LORENS, R.B. (1981): Sr, Cd, Mn and Co distribution coefficients in calcite as a function on calcite precipitation rate.- Geochim. Cosmochim. Acta, **45**: 553-561.
- LOWENSTAM, H.A. & WEINER, S. (1989): Biomineralization.- N.Y., (Oxford Univ. Press), 324 pp.
- LOWENSTAM, H.A. (1961): Mineralogy, $^{18}\text{O}/^{16}\text{O}$ ratios, and Sr and Mg contents of recent and fossil brachiopods and their bearing on the history of the oceans.- J. Geol., **69**: 241-260.

- MACHEL, H.-G. & BURTON, E.A. (1991): Factors governing cathodoluminescence in calcite and dolomite, and their implications for studies of carbonate diagenesis.- In: BARKER, C.E. & KOPP, O.C. (Eds.), *Luminescence microscopy: quantitative and qualitative aspects*.- SEPM, Short Course, **25**: 37-57.
- MATTER, A. (1974): Burial diagenesis of pelitic and carbonate deep-sea sediments, Arabian Sea.- In: WHITMARSH R.B., WESER O.E., ROSS D.A., et al., *Init. Repts. DSDP*, **23**: 421-469, Washington (U.S. Govt. Printing Office).
- MATTER, A., DOUGLAS, R.G. & PERCH NIELSEN, K. (1975): Fossil preservation, geochemistry and diagenesis of pelagic carbonates from Shatsky Rise, northwest Pacific.- In: LARSON, R.L., MORBERLY, R., et al., *Init. Repts. DSDP*, **32**: 891-922, Washington (U.S. Govt. Printing Office).
- McARTHUR, J.M. (1994): Recent trends in strontium isotope stratigraphy.- *Terra Nova*, **6**: 331-358.
- McARTHUR, J.M., KENNEDY, W.J., GALE, A.S., THIRWALL, M.F., CHEN, M., BURNETT, J.A. & HANCOCK, J.M. (1992): Sr-isotope stratigraphy in the Late Cretaceous: intercontinental correlation of the campanian/Maastrichtian boundary.- *Terra Nova*, **4**: 385-393.
- McINTIRE, W.L. (1963): Trace element partition coefficients - a review of theory and applications to geology.- *Geochim. Cosmochim. Acta*, **27**: 1209-1264.
- McDUFF, R.E. (1978): Conservative behaviour of Ca and Mg in interstitial waters of marine sediments: identification and interpretation.- unpubl. Ph.D. thesis, SIO, UC San Diego, 183 pp.
- McDUFF, R.E. (1981): Major cation gradients in DSDP interstitial waters: the role of diffusive exchange between sea water and upper oceanic crust.- *Geochim. Cosmochim. Acta*, **45**: 1705-1713.
- McDUFF, R.E. & GIESKES, J.M. (1976): Calcium and magnesium profiles in DSDP interstitial waters: diffusion or reaction?.- *Earth Planet. Sci. Lett.*, **33**: 1-10.
- MILLIMAN, J.D. (1974): *Marine carbonate*.- NY, (Springer), 375 pp.
- MOORE, T.C., Jr., HEATH, G.R. & KOWSMANN, R.O. (1973): Biogenic sediments of the Panama Basin.- *J. Geol.*, **81**: 458-472.
- MORSE, J.W. & BENDER, M.L. (1990): Partition coefficients in calcite: Examination of factors influencing the validity of experimental results and their application to natural systems.- *Chem. Geol.*, **82**: 265-277.
- MORSE, J.W. & MACKENZIE, F.T. (1990): Geochemistry of sedimentary carbonates.- *Dev. in Sedimentol.*, **48**, Amsterdam, (Elsevier), 707 pp.
- MOTTL, M. J., LAWRENCE, J. R. & KEIGWIN, L. D., (1983): Elemental and stable-isotope composition of pore waters and carbonate sediments from Deep Sea Drilling Project Sites 501/504 and 505.- In: Cann, J. R., Langseth, M. G., Honnorez, J., Von Herzen, R. P., White, S. M., et al., *Init. Repts. DSDP*, **69**: 461-475, Washington (U.S. Govt. Printing Office).
- MOTTL, M.J. (1989): Hydrothermal convection, reaction, and diffusion in sediments on the Costa Rica Rift Flank: pore-water evidence from ODP Sites 677 and 678.- *Proc. ODP, Sci. Results*, **111**: 195-213, College Station, TX, (ODP).
- MUCCI, A. (1986): Growth kinetics and composition of magnesian calcite overgrowths precipitated from seawater: Quantitative influence of orthophosphate ions.- *Geochim. Cosmochim. Acta*, **50**: 2255-2265.

- MUCCI, A. (1988): Mn uptake during calcite precipitation from seawater: conditions leading to the formation of a pseudoknaorite.- *Geochim. Cosmochim. Acta*, **52**: 1859-1868.
- MUCCI, A. & MORSE, J.W. (1983): The incorporation of Mg^{2+} and Sr^{2+} into calcite overgrowths: influences of growth rate and solution composition.- *Geochim. Cosmochim. Acta*, **47**: 217-233.
- MURATA, K.J. & LARSEN, R.R. (1975): Diagenesis of Miocene siliceous shales, Templor Range, California.- *U.S. Geol. Surv. J. Res.*, **3**: 553-566.
- NEUGEBAUER, J. (1974): Some aspects of cementation in chalk.- In: HSÜ, K.J. and JENKYN, H.C. (Eds.), *Pelagic sediments: on land and under the sea*.- *Spec. Publ. Int. Assoc. Sediment.*, **1**: 149-176.
- NEUGEBAUER, J. (1975): Fossildiagenese in der Schreibkreide: Coccolithen.- *N. Jb. Geol. Pal. Mh.*, **1975/8**: 489-502.
- PACKHAM, G.H. & VAN DER LINGEN, G.J. (1973): Progressive carbonate diagenesis at DSDP Site 206, 207, 208 and 210 in the southwest Pacific and its relationship to sediment physical properties and seismic reflectors.- In: BURNS, R.E., ANDREWS, J.E., et al., *Init. Repts. DSDP*, **21**: 495-521, Washington (U.S. Govt. Printing Office).
- PALMER-JULSON, A. & RACK, F.R. (1992): The relationship between sediment fabric and planktonic microfossil taphonomy: How do plankton become pelagic ooze.- *Palaios*, **7**: 167-177.
- PEDERSEN, T.F., NIELSEN, B. & PICKERING, M. (1991): Timing of late Quaternary Productivity pulses in the Panama Basin and implications for atmospheric CO_2 .- *Paleoceanography*, **6(6)**: 657-677.
- PERRY, E.A., GIESKES, J.M. & LAWRENCE, J.R. (1976): Mg, Ca, and $^{18}O/^{16}O$ in the sediment-pore water system, Hole 149, DSDP.- *Geochim. Cosmochim. Acta*, **40**: 413-423.
- PETERSON, M.N. (1966): Calcite: rates of dissolution in a vertical profile in the Central Pacific.- *Science*, **154**: 1542-1544.
- PIMM, A.C., GARRISON, R.E. & BOYCE, R.E. (1971): Sedimentology synthesis: lithology, chemistry, and physical properties of sediments in the northwestern Pacific Ocean.- In: FISCHER, A.C., HEEZEN, B.C., et al., *Init. Repts. DSDP*, **6**: 1131-1252, Washington (U.S. Govt. Printing Office), .
- PINGITORE, N.E. Jr. (1982): The role of diffusion during carbonate diagenesis.- *J. Sediment. Petrol.*, **52**: 27-39.
- PINGITORE, N.E. Jr., EASTMAN, M., SANDIGE, M., ODEN, K. & FREIHA, B. (1988): The coprecipitation of Mn(II) with calcite: an experimental study.- *Mar. Geochem.*, **25**: 107-120.
- PISCIOTTO, K.A. (1981): Distribution, thermal histories, isotopic compositions and reflection characteristics of siliceous rocks recovered by the DSDP.- In: WARME, J.E., DOUGLAS, R.G. & WINTERER, E.L. (Eds.), *SEPM. Spec. Publ.*, **32**: 129-147.
- POUCHOU, J.-L. & PICOIR, F. (1984): A new model for quantitative X-ray microanalysis.- *La Recherche Aerospatiale*, **3**: 13-38.
- RICHTER, F.M. (1993): Fluid flow in deep-sea carbonates: estimates based on porewater Sr.- *Earth Planet. Sci. Lett.*, **112**: 133-141.
- RICHTER, F.M. & DePAOLO, D.J. (1988): Diagenesis and Sr evolution of seawater using data from DSDP 509B and 575.- *Earth Planet. Sci. Lett.*, **90**: 382-394.

- RICHTER, F.M. & LIANG, Y. (1993): The rate and consequences of Sr diagenesis in deep-sea carbonates.- *Earth Planet. Sci. Lett.*, **117**: 553-565.
- RICKEN, W. (1986): Diagenetic bedding.- *Lectures Notes in Earth Sciences*, **6**, Berlin, (Springer), 210 pp.
- RIECH, V. & VON RAD, U. (1979): Silica diagenesis in the Atlantic Ocean: diagenetic potential and transformations.- In: TALWANI, M., HAY, W. & RYAN, W.B.F. (Eds.), *Passive margins and paleoenvironment.- Maurice Ewing Series 2*: 315-341, Washington (Am. Geophys. Union).
- ROTH, P.H., MULLIN, M.M. & BERGER, W.H. (1975): Coccolith sedimentation by fecal pellets: laboratory experiment and field observations.- *Geol. Soc. Amer. Bull.*, **86**: 1079-1084.
- ROTH, P.H. & BERGER, W.H. (1975): Distribution and dissolution of coccoliths in the South and Central Pacific.- In: SLITER, W., BE, A.W.H. & BERGER, W.H. (Eds.), *Dissolution in deep-sea carbonates.- Cushman Found. Foraminiferal Res., Spec. Publ. No 13*: 87-113.
- SANCETTA, C. A., (1983): Biostratigraphic and Paleooceanographic events in the Eastern Equatorial Pacific: results of Deep Sea Drilling Projekt Leg 69.- In: Cann, J. R., LANGSETH, M. G., HONNOREZ, J., VON HERZEN, R. P., WHITE, S. M., et al., *Init. Repts. DSDP, 69*: 311-321, Washington (U.S. Govt. Printing Office).
- SAVRDA, C.E. & BOTTJER, D.J. (1989): Trace-fossil model for reconstructing oxygenation histories of ancient marine bottom waters: application to upper Cretaceous Niobrara Fm., Colorado.- *Palaeogeogr., Palaeoclimatol., Palaeoecol.*, **74**: 49-74.
- SAYLES, F.L. & MANHEIM, F.T. (1975): Interstitial solutions and diagenesis in deeply buried marine sediments.- *Geochim. Cosmochim. Acta*, **47**: 217-233.
- SCHLAGER, W. & JAMES, N.P. (1978): Low-magnesian calcite limestones forming at the deep-sea floor, Tongue of the Ocean, Bahamas.- *Sedimentology*, **25**: 675-702.
- SCHLANGER, S.O. & DOUGLAS, R.G. (1974): The pelagic ooze-chalk-limestone transition and its implications for marine stratigraphy.- In: HSÜ, K.J. & JENKYNS, H.C. (Eds.), *Pelagic sediments: on land and under the sea.- Spec. Publ. Int. Assoc. Sediment.*, **1**: 117-148.
- SCHLANGER, S.O., DOUGLAS, R.G., LANCELOT, Y., MOORE, T.C., JR. & ROTH, P.A. (1973): Fossil preservation and diagenesis of pelagic carbonates from the Magellan Rise, Central North Pacific Ocean.- In: WINTERER E.L., EWING J.L., et al., *Init. Repts. DSDP, 17*: 407-477, Washington (U.S. Govt. Printing Office).
- SCHOLLE, P.A. (1977): Chalk diagenesis and its relation to petroleum exploration: oil from chalk, a modern miracle?.- *AAPG Bull.* **61**: 982-1009.
- SCHOLLE, P.A. & HALLEY, R.B. (1985): Burial diagenesis: out of sight, out of mind.- In: SCHNEIDERMAN, N., HARRIS, P.M.: *Carbonate cements.- , SEPM, Spec. Publ.*, **36**: 309-334
- SHIPBOARD SCIENTIFIC PARTY (1983): Sites 501 and 504: Sediments and ocean crust in an area of high heat flow on the southern flank of the Costa Rica Rift.- In: Cann, J. R., LANGSETH, M. G., HONNOREZ, J., VON HERZEN, R. P., WHITE, S. M., et al., *Init. Repts. DSDP, 69*: 31-221, Washington (U.S. Govt. Printing Office).
- STOUT, P.M. (1985): Interstitial water chemistry and diagenesis of biogenic sediments from the eastern equatorial Pacific, DSDP Leg 85.- In: MAYER, L., THEYER, F., et al., *Init. Repts. DSDP, 85*: 805-820, Washington (U.S. Govt. Printing Office).
- TADA, R. (1991): Compaction and cementation in siliceous rocks and their possible effect on bedding enhancement.- In: EINSELE, G., RICKEN, W. & SEILACHER, A.: *Cycles and events in stratigraphy.- Berlin, (Springer)*, 464-479.

- THIERSTEIN, H.R. & ROTH, P.H. (1991): Stable isotopic and carbonate cyclicity in Lower Cretaceous deep-sea sediments: Dominance of diagenetic effects.- *Mar. Geol.*, **97**: 1-34.
- THEIN, J. & VON RAD, U. (1987) : Silica diagenesis in continental slope and rise sediments off eastern North America (Sites 603 and 605, Leg 93; Sites 612 and 613, Leg 95).- In: POAG, C.W., WATTS, A.B., et al., *Init. Repts. DSDP*, **95**: 501-525, Washington (U.S. Govt. Printing Office).
- THUNELL, R.C. & HONJO, S. (1981): Planctonic foraminiferal flux to the deep oceanic sediment trap: results from the tropical Atlantic and the central Pacific.- *Mar. Geol.*, **40**: 237-253.
- TOYODA, K. & MASUDA, A. (1990): Sedimentary environment and chemical composition of pelagic sediments.- *Chem. Geol.* **88(1/2)**: 127-141.
- VAN ANDEL, T.J.H., HEATH, G.R. & MOORE, T.C. Jr. (1975): Cenozoic history and paleoceanography of the central equatorial Pacific Ocean.- *Geol. Soc. Am. Mem.* **143**.
- VAN DER LINGEN, G.J. & PACKHAM, G.H. (1975): Relationship between diagenesis and physical properties of biogenic sediments of the Ontong-Java Plateau (Sites 288 and 289).- *Init. Repts. DSDP*, **30**: 443-481, Washington (U.S. Govt. Printing Office).
- VAN DER PLAS, L. & TOBI, A.C. (1965): A chart for judging the reliability of point counting results.- *Amer. J. Sci.*, **263**: 87-90.
- VEIZER, J. (1977a) Diagenesis of prequaternary carbonates as indicated by trace element studies - *J. Sediment. Petrol.*, **47**: 565-581.
- VEIZER, J. (1977b) Geochemistry of lithographic limestones and dark marls from the Jurassic of southern Germany - *N. Jb. Geol. Pal. Abh.*, **153**: 129-146.
- VEIZER, J. (1983a): Chemical diagenesis of carbonates: theory and application of trace element technique.- In: ARTHUR, M.A., ANDERSON, T.F., KAPLAN, I.R., VEIZER, J. & LAND, L.S. (Eds.), *Stable isotopes in sedimentary geology*.- *SEPM, Short Course*, **10**: 3.1 - 3.100
- VEIZER, J. (1983b): Trace elements and isotopes in sedimentary carbonates.- In: REEDER, R.J., *Carbonates: mineralogy and geochemistry*.- *Min. Soc. Amer., Reviews in Mineralogy*, **11**: 258-347.
- WEAVER, C.E. (1989): Shales, mud and clay.- *Dev. in Sedimentol.*, **44**, Amsterdam, (Elsevier), 658 pp.
- WEDEPOHL, K.H. (1978): *Handbook of geochemistry*.- Vol. I - Vol II/5, Berlin, (Springer), 384 pp.
- WETZEL, A. (1989): Influence of heat flow on ooze/chalk cementation: quantification from consolidation parameters in DSDP Sites 504 and 505 sediments.- *J. Sediment. Petrol.*, **59**: 539-547.
- WILLIAMS, L.A., PARKS, G.A. & CRERAR, D.A. (1985): Silica diagenesis I: solubility controls.- *J. Sediment. Petrol.*, **55**: 301-311.
- WILLIAMS, L.A. & CRERAR, D.A. (1985): Silica diagenesis II: general mechanisms.- *J. Sediment. Petrol.*, **55**: 312-321.
- WILKENS, R.H. & LANGSETH, M.G. (1983): Physical properties of sediments of the Costa Rica Rift, DSDP Sites 504 and 505.- *Init. Repts., DSDP*, **69**: 659-673, Washington (U.S. Govt. Printing Office).
- WISE, S.W. (1977): Chalk formation: early diagenesis.- In: ANDERSON, N.R. & MALAHOFF, A. (Eds.), *The fate of fossil fuel CO₂ in the oceans*.- 717-739, (Plenum Press).

- WISE, S.W. & HSÜ, K.J. (1971): Genesis and lithification of a deep sea chalk.- *Eclogae Geol. Helv.*, **64**: 273-278.
- WISE, S.W. & KELTS, K.R. (1972): Inferred diagenetic history of a weakly silicified deep sea chalk.- *Gulf Coast Assoc. Geol. Soc. Trans.*, **22**: 177-203.
- WISE, S.W., BUIE, B.F. & WEAVER, F.M. (1972): Chemically precipitated cristobalite and the origin of chert.- *Eclogae Geol. Helv.*, **65**: 157-163.
- WYRTKI, K. (1974): Equatorial currents in the Pacific 1950 - 1970 and their relation to the trade winds.- *J. Phys. Oceanogr.*, **4**: 372-380.
- WYRTKI, K. & KILONSKY, B. (1984): Mean water and current structure during the Hawaii-to-Tahiti Shuttle Experiment.- *J. Phys. Oceanogr.*, **14**: 242-254.
- YOUNG, J.R. (1992): The description and analysis of coccolith structure.- *Knihovnicka ZPN*, **14a**, **1**: 35-71.
- ZULEGER, E., ALT, J.C. & ERZINGER, J. (1995): Primary and secondary variations in major and trace element geochemistry of the lower sheeted dyke complex: Hole 504B, Leg 140.- In: ERZINGER, J., BECKER, K., DICK, H.J.B. & STOKKING, L.B. (Eds.); *Proc. ODP, Sci. Res.*, Vol. **137/140**: 65-73, College Station, TX (ODP).

8 Danksagung

Die vorliegende Arbeit entstand im Institut für Geologie und Paläontologie der Universität Hannover und wurde von der Deutschen Forschungsgemeinschaft im Schwerpunktprogramm ODP/DSDP (Projekt Fi 136/22-1 bis 2) gefördert.

Herrn Prof. Dr. Helmut Beiersdorf (BGR), auf dessen Anregung hin diese Arbeit entstand, möchte ich für seine konstruktive Kritik und stete Diskussionsbereitschaft danken. Außerdem erklärte er sich dazu bereit, als unabhängiger Drittgutachter zu fungieren.

Besonderer Dank gilt Herrn Prof. Dr. Rudolf Fischer (Geol. Inst., Universität Hannover) für die Betreuung der Arbeit und seine allseitige Unterstützung. Er gab mir zahlreiche Hinweise und war immer am Fortgang der Arbeit interessiert.

Prof. Dr. Werner Ricken (Geol. Inst., Universität Köln) stellte sich freundlicherweise als Zweitgutachter zur Verfügung. Darüber hinaus hat er in fruchtbaren Diskussionen und mit hilfreichen Anmerkungen zum Gelingen der Dissertation beigetragen.

Ebenfalls danke ich Herrn Dr. Dieter Buhl und Herrn Dr. Harald Strauß (beide RU Bochum) für die Betreuung, Beratung und anregende Diskussion im Rahmen der Isotopenmessungen. Dr. Jens Grützner (GEOMAR, Kiel) gab mir hilfreiche Anregungen zu geophysikalischen Fragestellungen und zur Isotopengeochemie. Für die Diskussionen zur Isotopie der Sedimente und für die Anfertigung von imprägnierten Dünnschliffen sei Herrn Dr. Gögdak (BEB) gedankt. Bei der Durchführung der Röntgen-Fluoreszenz-Analyse und Atom-Emissions-Spektrometrie waren mir Frau Dr. Marchig und Herr Dr. Elsholz (beide BGR) behilflich. Prof. Dr. Jörg Mutterlose (RU Bochum) und Dr. Pavel Cepek (BGR) führten mich in die Präparation von Nannofossilien ein und halfen bei der Fossilbestimmung. Weiterhin möchte ich mich bei meinen ehemaligen Kollegen Dr. Ursula Röhl und Dr. Volker Riech (beide BGR) für Anregungen und weiterführende Diskussionen bedanken.

Prof. Dr. Wilhelm Johannes (Min. Inst., Universität Hannover) ermöglichte mir die Durchführung von Mikrosonden-Analysen. Dr. Jürgen Koepke (Min. Inst., Universität Hannover) wies mich freundlicherweise in die Funktionsweise der Mikrosonde ein und unterstützte mich bei der Bewertung der Daten. Frau Dr. Juliane Fenner und Herr Dr. Pavel Cepek (beide BGR) stellten mir für Fotoaufnahmen das REM ihrer Abteilung zur Verfügung. Angelika Bruns führte dankenswerterweise die Aufnahmen durch. Für die Präparation von Probenmaterial und Arbeiten am PC möchte ich Maren Liedke danken. Ein Dank auch an Uli Metzger (Präparator) für die Anfertigung von Dünnschliffen und die Beratung bei technischen Problemen.

Mein besonderer Dank gilt weiterhin meiner Familie, die mich durch ihre Anteilnahme und Ermutigungen unterstützt hat. Schließlich möchte ich mich herzlich bei meiner Frau Inka Spang-Grau bedanken, die für meine Sorgen und Probleme immer ein offenes Ohr hatte und so manchen Zweifel zerstreute.

9 Anhang

Abbildungsverzeichnis	132
Verzeichnis der Tabellen im Text	138
Verzeichnis der Tabellen im Anhang	139
Tabellen A1 - A16	140
Tafeln	169

Abbildungsverzeichnis

Abb. 1: Geographische Lage der DSDP-Bohrlokationen 501/504 und 505. Ec. R. = Ecuador Rift (ER) bzw. Ecuador Spreizungsrücken (nach LANGSETH et al. 1983).	3
Abb. 2: Detailkarte der genauen Position der Bohrlokationen 501/504 und 505. Die Positionen wurden aus mehreren Satellitenmessungen (satnavigation fixes) und/oder dem dynamischen Positionierungssystem der Glomar Challenger (schwarze Quadrate) ermittelt (aus: LANGSETH et al. 1983).	4
Abb. 3: Bathymetrische Übersichtskarte der Costa Rica Rift-Flanke mit der Position der Bohrlokationen 501/504 und 505 (aus: LANGSETH et al. 1983).	5
Abb. 4: Übersichtsprofil der Bohrlokation 501/504 mit den wichtigsten sedimentpetrographischen und stratigraphischen Daten (nach BEIERSDORF & NATLAND 1983 und SANCETTA 1983).	6
Abb. 5: Alters/Teufendiagramm der Bohrlokation 501/504. Die linearen Sedimentationsraten wurden aus den absoluten Altern der stratigraphischen Fixpunkte der Abb. 4 abgeleitet (nach BEIERSDORF & NATLAND 1983 und SANCETTA 1983).	7
Abb. 6: Übersichtsprofil der Bohrlokation 505 mit den wichtigsten sedimentpetrographischen und stratigraphischen Daten (nach SANCETTA 1983).	8
Abb. 7: Alters/Teufendiagramm der Bohrlokation 501/504. Die linearen Sedimentationsraten wurden aus den absoluten Altern der stratigraphischen Fixpunkte der Abb. 6 abgeleitet (nach SANCETTA 1983).	9
Abb. 8: N - S Profil des Wärmeflusses als Funktion der Entfernung zur Costa Rica Spreizungsachse (die Spreizungsachse schließt links an das Profil an). Eingezeichnet sind der theoretische Verlauf und die tatsächlich gemessenen Werte des Wärmeflusses. Die Pfeile markieren die Lage der Bohrlokationen 501/504 und 505. Darunter, im selben Maßstab, eine Profiler-Aufnahme der Topographie des Basiskomplexes mit Sedimentauflage (nach LANGSETH et al. 1983).	10
Abb. 9: Darstellung der <i>in situ</i> gemessenen Sedimenttemperaturen in Abhängigkeit zur Teufe und daraus abgeleiteter geothermischer Gradient der Bohrlokation 501/504 (Daten aus: LANGSETH et al. 1983).	11
Abb. 10: Detailkarte der regionalen Tektonik am CRR im Bereich der Bohrlokation 501/504 und 505. Schattierte Fläche = Basaltaufschluß (Ausbiß); dicke Linie = steile Bruchstufen, Tick zeigt in Richtung der abgescherten Scholle; unterbrochene Linie = steiler sedimentbedeckter Hang, Tick zeigt in Richtung der abgescherten Scholle; gepunktete Linie = Spur der Profilaufnahme (aus: SEARLE 1983).	12
Abb. 11: Arbeitsschema zur sedimentpetrographischen und geochemischen Bearbeitung der Lockersediment- und Gesteinsproben.	13

- Abb. 12:** Verteilung der an Schmierpräparaten quantifizierten Sedimentpartikel der Bohrlokation 501/504 in Abhängigkeit zur Teufe (eigene Zählungen). Zusätzlich angegeben sind die diagenetischen Grenzen und die lithologischen Einheiten I - III. Nn = Nannofossilien, For = Foraminiferen, unKarb = unbestimmbares Karbonat, Rad = Radiolarien, Diat = Diatomeen, Spon = Spongien, Silico = Silicoflagellaten. 23
- Abb. 13:** Verteilung der an Schmierpräparaten quantifizierten Partikelgruppen der Bohrlokation 501/504 in Abhängigkeit zur Teufe. Alle zur Verfügung stehenden Daten (BEIERSDORF & NATLAND 1983 und eigene Zählungen) wurden pro Kern gemittelt. 24
- Abb. 14:** Verteilung der am REM quantifizierten Sedimentpartikel der Bohrlokation 501/504 in Abhängigkeit zur Teufe. (a) Verteilung der primären Partikel. (b) Verteilung der authigenen Partikel. Zusätzlich angegeben sind die diagenetischen Grenzen und die lithologischen Einheiten (I - III). Nn = Nannofossilien, For = Foraminiferen, unKarb = unbestimmbares Karbonat, Rad = Radiolarien, Diat = Diatomeen, Mic = Micarb, Ca Zem = calcit. Zemente, Lepi = Lepisphären, Si Zem = kiesel. Zemente. 26
- Abb. 15:** Verteilung der am REM quantifizierten Partikelgruppen der Bohrlokation 501/504 in Abhängigkeit zur Teufe. 27
- Abb. 16:** Verteilung der an Schmierpräparaten quantifizierten Sedimentpartikel der Bohrlokation 505 in Abhängigkeit zur Teufe (eigene Zählungen). Nn = Nannofossilien, For = Foraminiferen, unKarb = unbestimmbares Karbonat, Rad = Radiolarien, Diat = Diatomeen, Spon = Spongien, Silico = Silicoflagellaten. 28
- Abb. 17:** Verteilung der an Schmierpräparaten quantifizierten Partikelgruppen der Bohrlokation 505 in Abhängigkeit zur Teufe. Alle zur Verfügung stehenden Daten (BEIERSDORF & NATLAND 1983 und eigene Zählungen) wurden pro Kernhälfte gemittelt. 28
- Abb. 18:** Verteilung der am REM quantifizierten Sedimentpartikel der Bohrlokation 505 in Abhängigkeit zur Teufe. (a) Verteilung der primären Partikel. (b) Verteilung der authigenen Partikel. Nn = Nannofossilien, For = Foraminiferen, unKarb = unbestimmbares Karbonat, Rad = Radiolarien, Diat = Diatomeen, Mic = Micarb, Ca Zem = calcit. Zemente, Lepi = Lepisphären, Si Zem = kiesel. Zemente. 29
- Abb. 19:** Verteilung der am REM quantifizierten Partikelgruppen der Bohrlokation 505 in Abhängigkeit zur Teufe. 30
- Abb. 20:** Ternäre Darstellung der Sedimentpartikel Nannofossilien-Micarb-Zement (Nn-Mic-Zem) der Bohrlokation 501/504. Die einzelnen Partikelgehalte wurden aus den REM-Analysen abgeleitet und auf eine Summe von 100 % normiert. Die Probenpunkte sind nach Teufenintervallen gegliedert. (a) Verteilung der einzelnen Meßwerte. (b) Verteilung der pro Teufenintervall gemittelten Meßwerte. Der Diagenese-pfad wird durch den Pfeil veranschaulicht. 32
- Abb. 21:** Ternäre Darstellung der Sedimentpartikel Nannofossilien-Micarb-Zement (Nn-Mic-Zem) der Bohrlokation 505. Die einzelnen Partikelgehalte wurden aus den REM-Analysen abgeleitet und auf eine Summe von 100 % normiert. Die Probenpunkte sind nach Teufenintervallen gegliedert. (a) Verteilung der einzelnen Meßwerte. (b) Verteilung der pro Teufenintervall gemittelten Meßwerte. Der Diagenese-pfad wird durch den Pfeil veranschaulicht. 32

Abb. 22: Porosität der Sedimente aus in Abhängigkeit zur Teufe. Die Mittelwerte wurden für die einzelnen lithologischen Einheiten (Einheit I - III) kalkuliert. (a) Bohrlotation 501/504. (b) Bohrlotation 505. Daten aus: WILKENS & LANGSETH (1983).	38
Abb. 23: Zementverteilung in Abhängigkeit zum Gehalt an Micarb. Die Meßwerte sind nach der Teufe (Einheiten I - III) gegliedert.	42
Abb. 24: Nach der Teufe gestaffeltes Auftreten von Mineralneubildungen und diagenetischen Prozessen.	43
Abb. 25: Prozentuale Verteilung der einzelnen beobachteten Zementklassen. Der Anteil an Zementen mit Durchmesser $\leq 4 \mu\text{m}$ liegt deutlich über 50%. Schemazeichnungen veranschaulichen die petrographischen Veränderungen der Zemente. C = Coccolithen, F = Foraminiferenschalen, D = Diatomeengehäuse, Z = Zemente, L = Lepisphären.	44
Abb. 26: Durchmesser der beobachteten Zemente (KG) in Abhängigkeit zur Teufe. Mit zunehmender Teufe werden die gemessenen Durchmesser größer.	44
Abb. 27: Teufenvergleich der lithologischen Grenzen Schlamm/Kreide und Kreide/Kalkstein verschiedener DSDP-Bohrlotationen mit jenen in Bohrlotation 501/504. Literaturdaten aus GARRISON (1981).	45
Abb. 28: Altersvergleich der lithologischen Grenzen Schlamm/Kreide und Kreide/Kalkstein verschiedener DSDP-Bohrlotationen mit jenen in Bohrlotation 501/504. Literaturdaten aus GARRISON (1981).	46
Abb. 29: Schemazeichnung der Phasenseparation während der Transformation von Opal-CT zu Quarz. In der verkieselten Kreide nehmen die Lepisphären einen Großteil des Porenraums ein. Während der Opal-CT-Transformation kommt es zur Phasenseparation zwischen kalkiger und kieseliger Phase. Es entsteht Homstein und Kreide.	49
Abb. 30: Verteilung der chemischen Komponenten in Abhängigkeit zur Teufe (Gesamtanalyse RFA, Bohrlotation 501/504). SiO_2 , Al_2O_3 , Na_2O , K_2O , Fe_2O_3 , MnO und (SO_3)	55
Abb. 31: Verteilung der chemischen Komponenten in Abhängigkeit zur Teufe (Gesamtanalyse RFA, Bohrlotation 501/504). CaO , Sr , Sr^* , MgO und Ba . Sr^* : Sr wurde auf 100% CaCO_3 normiert.	56
Abb. 32: Verteilung der chemischen Komponenten in Abhängigkeit zur Teufe (Gesamtanalyse RFA, Bohrlotation 505). SiO_2 , Al_2O_3 , Na_2O , K_2O , Fe_2O_3 , MnO und (SO_3)	58
Abb. 33: Verteilung der chemischen Komponenten in Abhängigkeit zur Teufe (Gesamtanalyse RFA, Bohrlotation 501/504). CaO , Sr , Sr^* , MgO und Ba . Sr^* : Sr wurde auf 100% CaCO_3 normiert.	59
Abb. 34: Kovarianz-Diagramme (Gesamtanalyse RFA, Bohrlotation 501/504). Korrelation zwischen CaO und SiO_2 , Al_2O_3 , MgO , Sr , Fe_2O_3 , MnO , Na_2O sowie K_2O	61
Abb. 35: Kovarianz-Diagramme (Gesamtanalyse RFA, Bohrlotation 501/504). Korrelation zwischen Al_2O_3 und MgO , Sr , Fe_2O_3 , Mn , Na_2O und K_2O und SiO_2	62

Abb. 36: Kovarianz-Diagramme (Gesamtanalyse RFA, Bohrlotation 501/504). Korrelation zwischen SiO_2 und den Elementen MgO, Sr, Fe_2O_3 , MnO, Na_2O und K_2O	64
Abb. 37: Kovarianz-Diagramme (Gesamtanalyse RFA, Bohrlotation 501/504). Korrelation zwischen den Elementepaaren Fe_2O_3 - SO_3 , Fe_2O_3 -MnO, Sr- SO_3 , Sr-Ba, Ba- SO_3 , Ba-CaO sowie Ba- Al_2O_3	65
Abb. 38: Kovarianz-Diagramme (Gesamtanalyse RFA, Bohrlotation 505). Korrelation zwischen: (a) CaO und SiO_2 , Al_2O_3 , MgO, Sr, Fe_2O_3 , MnO, Na_2O und K_2O	68
Abb. 39: Kovarianz-Diagramme (Gesamtanalyse RFA, Bohrlotation 505). Korrelation zwischen Al_2O_3 und MgO, Sr, Fe_2O_3 , MnO, Na_2O und K_2O und SiO_2	69
Abb. 40: Kovarianz-Diagramme (Gesamtanalyse RFA, Bohrlotation 505). Korrelation zwischen SiO_2 und MgO, Sr, Fe, MnO, Na_2O und K_2O	70
Abb. 41: Kovarianz-Diagramme (Gesamtanalyse RFA, Bohrlotation 505). Korrelation zwischen den Elementepaaren Fe_2O_3 - SO_3 , Fe_2O_3 -MnO, Sr- SO_3 , Sr-Ba, Ba- SO_3 sowie Ba-CaO.	71
Abb. 42: Vergleich der Variabilität der Hauptelemente in Abhängigkeit zum Alter. Dargestellt sind Analysenergebnisse aus Sedimenten der Bohrlotation 501/504 und 505 (Gesamtanalyse RFA). Der Kurvenver- lauf zeigt gute Übereinstimmung in der Elementeverteilung der beiden Bohrlotationen.	72
Abb. 43: Elementeverteilung in der Gesamtkarbonatphase der Bohrlotation 501/504 in Abhängigkeit zur Teufe (AES-Analyse).	76
Abb. 44: Elementeverteilung in der Gesamtkarbonatphase der Bohrlotation 505 in Abhängigkeit zur Teufe (AES-Analyse).	77
Abb. 45: Ergebnisse der Mikrosonden-Analyse (ausschließlich Bohrlotation 501/504). Dargestellt sind die pro Dünnschliff (d.h. pro Probe) ge- mittelten Meßwerte der biogenen Partikel . Zusätzlich angegeben sind die diagenetischen Grenzen und die lithologischen Einheiten I - III. Die einzelnen Punktmessungen sind in Tab. A14 im Anhang ver- zeichnet.	79
Abb. 46: Ergebnisse der Mikrosonden-Analyse (ausschließlich Bohrlotation 501/504). Dargestellt sind die pro Dünnschliff (d.h. pro Probe) ge- mittelten Meßwerte der Zemente . Zum Vergleich sind die Mittelwerte der Punktmessungen an biogenen Partikeln ebenfalls abgebildet. Zu- sätzlich angegeben sind die diagenetischen Grenzen und die litholo- gischen Einheiten I - III. Die einzelnen Punktmessungen sind in Tab. A15 im Anhang verzeichnet.	81
Abb. 47: Kovarianz-Diagramme (AES-Analyse) zwischen den Elementen Sr- Ca, Al-Ca, Fe-Al, Mg-Al, Sr-Al (Bohrlotation 501/504).	83
Abb. 48: Kovarianz-Diagramme (AES-Analyse) zwischen den Elementen Sr- Ca, Al-Ca, Fe-Al, Mg-Al, Sr-Al (Bohrlotation 505).	84

- Abb. 49:** Darstellung der Meßergebnisse der Mikrosondenanalyse im ternären Diagramm Ca-Fe-Mg. Zusätzlich wurden die Grenzwerte an Fe und Mg zum "ferroan calcite" und zum HMC eingetragen. Die Elementkonzentrationen an den Eckpunkte des Diagramms betragen: (a) 100 mol% Ca, 5 mol% Fe und 5 mol% Mg. (b) 100 mol% Ca, 2 mol% Fe und 2 mol% Mg. 85
- Abb. 50:** Schematisches Diagramm der teufenabhängigen Verteilung an gelöstem O₂, NO₃⁻, Fe²⁺ und Mn²⁺ im anoxischen Milieu (verändert nach FROELICH et al. 1979 und BERNER 1980). 88
- Abb. 51:** Darstellung der Meßergebnisse der Mikrosondenanalyse im ternären Diagramm Sr-Mn-Fe. (a) Die Einzelwerte der Punktanalysen spalten in die Felder biogene Partikel und Zemente auf. Die Meßergebnisse aus biogenen Partikeln weisen zusätzlich noch eine Teufenabhängigkeit auf. (b) Aus den pro Dünnschliff gemittelten Meßwerten läßt sich ein deutlicher Diagenesepfad (Pfeil) ableiten. 88
- Abb. 52:** Darstellung der Meßergebnisse der Mikrosondenanalyse im ternären Diagramm Sr-Mg-(Fe+Mn). (a) Die Einzelwerte der Punktanalysen spalten ebenfalls in die Felder biogene Partikel und Zemente auf und besitzen eine Teufenabhängigkeit. (b) Aus den pro Dünnschliff gemittelten Meßwerten läßt sich ein deutlicher Diagenesepfad (Pfeil) ableiten. 89
- Abb. 53:** Porenwasserdaten der Bohrlotation 501/504 (aus MOTTTL et al. 1983). 91
- Abb. 54:** Porenwasserdaten der Bohrlotation 505 (aus MOTTTL et al. 1983). 92
- Abb. 55:** (a) Gegenüberstellung von gemessenen und kalkulierten Sr/Ca-Verhältnissen sowie der Vergleich der Sr/Ca-Verteilung von thermisch beeinflussten (501/504) und "normal temperierten" Bohrlotationen (288, 289, 572, 573). (b) Sr-Gehalte des Porenwassers (MOTTTL et al. 1983) mit der Gliederung des Profils nach STOUT (1985). 96
- Abb. 56:** Ergebnisse der δ¹³C-Messungen an Karbonaten in Abhängigkeit zur Teufe. Die einzelnen Meßwerte sind nach ihrer Lithologie gegliedert. (a) Bohrlotation 501/504 (b) Bohrlotation 505. 100
- Abb. 57:** (a) Ergebnisse der δ¹⁸O-Messungen an Karbonaten der Bohrlotation 501/504 in Abhängigkeit zur Teufe. ● = eigene Messungen; ◆ = MOTTTL et al. (1983). (b) δ¹⁸O-Variabilität des Porenwassers dargestellt gegen die Teufe (Daten aus MOTTTL et al. 1983). 101
- Abb. 58:** (a) Ergebnisse der δ¹⁸O-Messungen an Karbonaten der Bohrlotation 505 in Abhängigkeit zur Teufe. (b) δ¹⁸O-Variabilität des Porenwassers dargestellt gegen die Teufe (Daten aus MOTTTL et al. 1983). 101
- Abb. 59:** Verteilung der Sr⁸⁷/Sr⁸⁶-Werte von Karbonaten der Bohrlotation 501/504 und 505 in Abhängigkeit zum Alter der Sedimente. Die Daten für die zeitgleiche Meer-wasserkurve stammen aus HODELL et al. (1989, 1990, 1991). Die Schwankungsbreite der Meerwasserdaten wird mit einem durchschnittlichen 'standard error' (2s.e.) von ± 0.000015 angegeben. 103

- Abb. 60:** Darstellung der $\delta^{18}\text{O}$ -Verteilung in Abhängigkeit zur $\delta^{13}\text{C}$ -Verteilung. Vergleich der durchschnittlichen Isotopenzusammensetzungen pelagischer Sedimente und Gesteine (nach HUDSON 1977 und ANDERSON & ARTHUR 1983) mit Ergebnissen der Isotopenmessungen an Karbonaten (a) der Bohrlokation 501/504 und (b) der Bohrlokation 505. 104
- Abb. 61:** Geothermische Gradienten der Bohrlokation 501/504 abgeleitet aus *in situ* Temperaturmessungen und kalkulierten Temperaturen der $\delta^{18}\text{O}$ -Messungen. 105
- Abb. 62:** Variationsbreite der $\text{Sr}^{87}/\text{Sr}^{86}$ -Werte unterschiedlicher Wässer und Gesteine. Die Daten stammen aus folgenden Arbeiten: basaltische Formationswässer, MOTTI et al. (1989); Basalte Bohrlokation 504, BARRETT (1983) und KUSAKABE et al. (1989); Meerwasser, McARTHUR (1994); Karbonat Bohrlokation 501/504, eigene Messungen. 108
- Abb. 63:** Synopsis der petrographischen und geochemischen Veränderungen der Sedimente der Bohrlokation 501/504. 110
- Abb. 64:** Überblick über Element- und Partikelverteilung im Karbonat-System während der Diagenese und sich daraus ergebende Stoffflüsse zwischen Sediment und ozeanischer Kruste. 111
- Abb. 65** Modellierung der mechanischen und chemischen Kompaktion. Dargestellt ist das gesamte intergranulare Porenvolumen (IGV, intergranular volume) in Abhängigkeit der Summe aller (kalk. und kiesel.) Zemente. (a) Darstellung der einzelnen Meßwerte. (b) Darstellung der Mittelwerte und resultierender Diagenesepfad (Pfeil). Qz steht für stark verkieselte Proben (Homsteine). 113
- Abb. 66:** Alters-Temperatur-Beziehung der Transformation von Opal-A \Rightarrow Opal-CT und Opal-CT \Rightarrow Quarz (aus: TADA 1991). Aus dem Diagramm ergeben sich die Stabilitätsfelder der kieseligen Phasen in Abhängigkeit zum Alter (Zeit) und zur Temperatur. Pfeil A repräsentiert Bohrlokationen mit niedrigen Sedimentationsraten und/oder niedrigen geothermischen Gradienten. Pfeil B repräsentiert Bohrlokationen mit hohen Sedimentationsraten und/oder hohen geothermischen Gradienten. Die Datenpunkte der Bohrlokation 501/504 fallen eindeutig in den Bereich für höheren geothermische Gradienten (Pfeil B). 114
- Abb. 67:** Alters-Temperatur-Beziehung der Transformation von Schlamm \Rightarrow Kreide und Kreide \Rightarrow Kalkstein. Aus dem Diagramm ergeben sich die Stabilitätsfelder der kalkigen Phasen in Abhängigkeit zum Alter (Zeit) und zur Temperatur. Die Datenpunkte der Bohrlokation 501/504 fallen eindeutig in den Bereich für höheren geothermische Gradienten. 114
- Abb. 68:** Modellierung der Grenzflächen des Übergangs Schlamm/Kreide sowie Kreide/ Kalkstein im Alters/Teufen/Wärmefluß-Diagramm. Als Grundlage dienen verschiedene DSDP-Bohrlokationen (167, 206, 207, 208, 210, 288, 289, 317, 572, 573, 574 und 501/504). Die Flächen innerhalb des Diagramms repräsentieren die Grenzwerte (Alter, Teufe, Wärmefluß) für den entsprechenden lithologischen Wechsel (diagenetische Grenze). ? steht für die Flächenbereiche, für die keine Daten zur Verfügung stehen und sich aus der Extrapolation der vorhandenen Daten ergeben. 115

Tabellenverzeichnis (Text)

Tab. 1: Meßwerte und Standardfehler (s.e.) der Standardsubstanzen NBS 987 und USGS EN-1 für den Zeitraum der durchgeführten Messungen.	18
Tab. 2: Vergleich von kalkulierten (WETZEL 1989) und am REM ausgezählten (vorliegende Studie) Zementgehalten der Bohrungen 501/504 und 505.	33
Tab. 3: Zusammenfassung der bereits vorliegenden petrographischen Ergebnisse der Bohrlokation 501/504.	36
Tab. 4: Zusammenfassung der bereits vorliegenden petrographischen Ergebnisse der Bohrlokation 505.	41
Tab. 5: Stationsdaten der zur Vergleich herangezogenen DSDP-Bohrlokationen (vgl. Abb. 27 u. 28).	46
Tab. 6: Abstimmung des Diagenesemodells (diagenetisches Potential) von SCHLANGER & DOUGLAS (1974) auf thermisch beeinflusste Diagenese.	51
Tab. 7: Durchschnittliche Zusammensetzung einiger wichtiger Tonminerale (aus WEAVER 1989).	60
Tab. 8: Korrelationskoeffizienten ausgesuchter Elementepaare.	66
Tab. 9: Variationsbreite der wichtigsten Elemente und Besonderheiten ihrer Verteilung, Bohrlokation 501/504 (AES-Analyse, Karbonat).	75
Tab. 10: Variationsbreite der wichtigsten Elemente und Besonderheiten ihrer Verteilung, Bohrlokation 505 (AES-Analyse, Karbonat).	78
Tab. 11: Alters/Teufen-Daten für die lithologischen Grenzen Schlamm/Kreide und Kreide/Kalkstein einiger DSDP-Bohrlokationen des Pazifischen Ozeans.	116

Verzeichnis der Tabellen im Anhang

Tab. A1: Stationsdaten und Informationen zur Bohrlotation 501/504 und 505. Die Daten stammen aus CANN, LANGSETH, HONNOREZ, VON HERZEN, WHITE, et al. (1983).	140
Tab. A2: Gesamte Probenliste (Site 501/504 u. 505).	141
Tab. A3: Zusammensetzung der Sedimente (Site 501/504), Analyse von Schmierpräparaten.	144
Tab. A4: Auswertung aller verfügbaren Schmierpräparate dargestellt als Partikelgruppen, Site 501/504. Daten aus BEIERSDORF & NATLAND (1983) und eigenen Zählungen (s.Tab. A3). Mittelwerte pro Kern.	146
Tab. A5: Auszählergebnisse, REM, Site 501/504.	147
Tab. A6: Zusammensetzung der Sedimente (Site 505), Analyse von Schmierpräparaten.	148
Tab. A7: Auswertung aller verfügbaren Schmierpräparate dargestellt als Partikelgruppen, Site 505. Daten aus BEIERSDORF & NATLAND (1983) und eigenen Zählungen (s. Tab. A6). Mittelwerte pro Kernhälfte.	149
Tab. A8: Auszählergebnisse, REM, Site 505.	150
Tab. A9: Chemische Zusammensetzung der Sedimente (Bohrung 501/504) Daten aus: BEIERSDORF & NATLAND (1983).	151
Tab. A10: Chemische Zusammensetzung der Sedimente, RFA-Analyse (Bohrung 501/504).	152
Tab. A11: Chemische Zusammensetzung der Sedimente, RFA-Analyse (Bohrung 505).	160
Tab. A12: Chemische Zusammensetzung der Karbonate, Bohrlotation 501/504 (AES-Analyse).	164
Tab. A13: Chemische Zusammensetzung der Karbonate, Bohrlotation 505 (AES-Analyse).	164
Tab. A14: Ergebnisse der Mikrosondenanalysen, BIOGENE PARTIKEL.	165
Tab. A15: Ergebnisse der Mikrosondenanalysen, ZEMENTE.	166
Tab. A16: Ergebnisse der Isotopenmessungen (Bohrlokation 501/504 u. 505).	167

Tabellenanhang

Tab. A1: Stationsdaten und Informationen zur Bohrlokation 501/504 und 505. Die Daten stammen aus CANN, LANGSETH, HONNOREZ, VON HERZEN, WHITE, et al. (1983).

Bohrlokation	501	504	504A	504B	504C	505	505A	505B
Bohrkampagne	68	69	69	69/70	69	69	69	69
Datum der Bohrung	08. Jul 79	20 Sept. 1979	24 Sept. 1979	07. Okt 79	14. Okt 79	29 Sept. 1979	02. Okt 79	03. Okt 79
geogr. Position	01°13.63'N; 83°44.06'W	01°13.58'N; 83°43.93'W	01°13.61'N; 83°43.95'W	01°13.63'N; 83°43.95'W	01°13.64'N; 83°43.89'W	01°54.8'N; 83°47.4'W	01°55.1'N; 83°47.4'W	01°55.2'N; 83°47.3'W
Wassertiefe (m) (Meeresspiegel)	3457	3460	3458	3460	3460	3537	3525	3507
gebohrte Teufe (m)	337.10	237	277	489	220	242	208.50	178
Anzahl d. Kerne	20	54	7	29	-	26	2	6
ges. Kernstrecke (m)	147.20	227	70.5	227.50	0	223	12	42
ges. Kerngewinn (m)	74.53	176	9.01	76.66	0	187.05	0.75	6.85
ges. Kerngewinn (%)	50.60	76	20.50	33.70	0	72	6	16.30
älteste erbohrte Sedimente:								
Teufe (m)	264	237	264	274.50	-	232	-	136
Lithologie	kies. Kalksteine und Hornsteine	kies. Kalksteine und Hornsteine	kies. Kalksteine und Hornsteine	kies. Kalksteine und Hornsteine	-	kies. Nanno- fossilschlamm	-	-
Alter	5.9 Ma	Obermiozän	5.9 Ma	5.9 Ma	-	3.9 Ma	-	-
ozean. Kruste								
Top (Teufe in m)	264.10	237	264	274.50	-	232	196.50	136
Lithologie	Basalt	-	Basalt	Basalt	-	Basalt	Basalt	Basalt

Tab. A2: Gesamte Probenliste (Site 501/504 und 505).

lfd. Nr.	Probe	SBD m	Lithol.	CaCO3	RFA	AES	MS	Sm.Sl.	DS	REM	Atter.	KGT
1	501-1-1, 20-22	1.70	O				M			E		
2	1-2, 100-102	2.50	O		R			S				G
3	1-3, 110-112	4.10	O			I						
4	1-3, 144-146	4.44	O					S				G
5	1-5, 41-42	6.41	O					S		E		G
6	1-6, 48-49	7.98	O					S				G
7	1-7, 24-25	9.24	O					S				G
8	5-1, 70-72	169.80	CH	C	R							
9	6-3, 11-13	229.21	Lst	C	R							
10	7-1, 3-4	235.63	Lst						D			
11	7-1, 124-126	236.84	Lst	C	R		M		D	E		
12	7-1, 127-128	236.84	Lst						D			
13	7-2, 134-135	238.44	Lst						D	E		
14	8cc, 5-10	245.05	Lst						D			
15	9-1, 27- 29	254.87	Lst	C	R		M		D			
16	9-1, 45-47	255.05	Lst						D			
17	10-1, 3-5	264.13	Lst						D	E		
18	504A-1-1, 6-7	226.56	CHiL		R							
19	1-1, 41-42	226.91	CHiL		R							
20	1cc, 10-15	227.10	CH	C	R							
21	1cc, 53-54	227.53	Lst				M		D	E		
22	1cc, 55-60	227.55	?		R	I						
23	2cc, 1-5	236.01	Lst						D			
24	2cc, 10-15	236.10	Lst	C	R				D	E		
25	3-1, 10-14	245.60	Lst	C	R	I	M		D	E		
26	3-1, 21-22	245.71	Lst	C	R							
27	3-1, 113-114	246.63	CHiL		R							
28	4-1, 78-90	255.78	Lst						D			
29	4-1, 100-105	265.00	?	C	R				D	E		
30	4-1, 110-112	256.10	Lst						D			
31	5-1, 9-13	261.09	Lst	C	R				D			
32	5-1, 29-31	261.29	Lst						D			
33	504B1-1, 51-53	261.01	Lst		R							
34	1-1, 79-81	261.29	Lst		R							
35	1-1, 87-88	261.37	CHiL		R							
36	1-1, 103-104	261.53	CHiL		R							
37	1-1, 121-122	261.71	CHiL		R							
38	1cc, 1-3	262.01	Lst	C	R	I				E		
39	1cc, 18-23	262.18	Lst	C	R	I						
40	2-1, 54-64	270.54	Lst		R				D	E		
41	2-1, 64-68	270.64	Lst	C								
42	2-1, 78-80	270.78	CHiL	C	R					E		
43	504 -1-1, 32-33	10.32	O							E		G
44	1-2, 9-10	11.59	O					S				G
45	1-3, 18-19	13.18	O									G
46	2-1, 34-35	14.74	O					S		E		G
47	2-2, 113-115	17.03	O									G
48	2-3, 66-68	18.06	O					S				G
49	3-1, 88-89	19.68	O					S			A	G
50	3-3, 25-27	22.05	O	C	R	I		S				G
51	4-2, 24-26	24.94	O					S				G
52	5-1, 113-115	28.73	O	C	R	I		S		E		G
53	5-3, 16-18	30.76	O									G
54	6-2, 65-67	34.15	O					S				G
55	7-3, 115-117	40.55	O	C	R	I		S		E		G
56	8-2, 66-68	42.96	O					S				G
57	10-1, 55-57	50.15	O				M					
58	12-1, 44-46	58.84	O	C	R	I						
59	13-2, 85-87	65.15	O	C	R	I		S		E		G

Tab. A2: - Fortsetzung -

lfd. Nr.	Probe	SBD m	Lithol.	CaCO3	RFA	AES	MS	Sm.Si.	DS	REM	Atter.	KGT
60	14-3, 114-116	71.34	O					S				G
61	15-1, 14-16	71.74	O					S				G
62	15-2, 125-127	74.35	O	C	R	I		S		E		G
63	16-3, 15-17	79.15	O	C	R	I		S				G
64	17-2, 48-50	82.38	O					S				G
65	18-1, 131-133	86.11	O	C	R	I		S		E	A	G
66	18-2, 8-10	86.38	O					S				G
67	19-1, 122-124	90.41	O					S				G
68	20-1, 19-21	93.79	O					S				G
69	21-1, 106-108	99.06	O					S				G
70	21-2, 108-110	100.58	O		R							
71	22-2, 98-100	104.88	O		R			S				G
72	23-1, 103-105	107.83	O					S				G
73	24-1, 96-98	112.16	O	C	R	I		S		E		G
74	25-1, 36-38	115.96	O					S				
75	25-2, 45-47	117.55	O					S				G
76	26-1, 33-35	120.33	O					S				G
77	26-3, 20-22	123.20	O	C	R	I		S				G
78	27-2, 108-110	126.98	O				M	S		E		G
79	28-1, 33-35	129.13	O					S				G
80	29-1, 54-56	133.74	O					S				G
81	29-3, 32-34	136.52	O	C	R	I		S				G
82	30-1, 81-83	138.41	O					S				
83	30-2, 34-36	139.44	O					S				
84	30-3, 22-24	140.82	O	C	R			S				G
85	30-3, 48-49	141.08	O	C	R							
86	31-1, 54-56	142.54	O	C	R	I				E		G
87	31-1, 72-73	142.72	O	C	R							
88	31-2, 8-9	143.58	CH	C	R							
89	31-2, 31-33	143.81	CH					S				
90	31-2, 77-79	144.27	CH					S				
91	31-2, 104-105	144.54	CH	C	R							
92	31cc, 14-16	144.96	CH	C	R			S		E	A	G
93	31-1, 32-33	146.72	CH	C	R							
94	32-1, 117-119	147.57	CH	C	R	I		S				G
95	32-3, 54-55	149.94	CH					S				G
96	33-1, 28-29	151.08	CH	C	R							
97	33-1, 78-79	151.58	CH	C	R							
98	33-2, 9-10	152.39	CH	C	R							
99	33-2, 36-37	152.68	CH	C	R			S		E		G
100	34-1, 67-68	155.87	CH					S				G
101	34-2, 96-98	157.67	CH					S			A	G
102	35-1, 31-33	159.91	CH					S				G
103	35-2, 93-95	162.03	CH	C	R	I						
104	35-3, 23-25	162.83	CH					S		E		G
105	36-2, 108-110	166.58	CH					S				G
106	37-1, 130-132	169.70	CH					S				G
107	38-1, 19-21	172.99	CH					S				
108	38-3, 27-29	176.07	CH					S				G
109	40-1, 38-40	181.98	CH	C	R	I		S				G
110	41-1, 18-20	186.18	CH	C	R	I		S		E		G
111	41-2, 6-8	187.56	CH					S				G
112	42-1, 54-56	190.54	CH					S				G
113	42-2, 28-29	191.78	CH					S				G
114	43-1, 127-129	195.27	CH	C	R			S		E		G
115	44-1, 35-37	198.35	CH					S			A	G
116	45-1, 29-31	202.29	CH					S				G
117	46-1, 121-123	207.21	CH	C	R	I		S		E		G
118	47-1, 96-97	210.96	CH					S				G

Tab. A2: - Fortsetzung -

lfd. Nr.	Probe	SBD m	Lithol.	CaCO3	RFA	AES	MS	Sm.Sl.	DS	REM	Atter.	KGT
119	48-1, 67-68	214.67	CH					S				
120	49-1, 37-38	218.37	CH		R			S		E		G
121	49-2, 35-37	219.85	?					S			A	G
122	50-1, 57-58	222.57	CH		R			S				G
123	50cc., 9-11	223.59	CH	C	R							
124	51-1, 28-30	226.28	CH		R			S				
125	51-1, 139-140	227.39	Lst	C	R	I						
126	52-1, 32-34	230.32	Lst	C	R	I		S		E	A	G
127	52cc, 6-8	231.23	Lst	C	R	I						
128	53-1, 1-17	234.01	?	C	R	I						
129	53cc, 10-20	235.79	Lst	C	R			S		E	A	G
1	605-2-3, 35-37	3.85	O		R	I		S		E	A	G
2	2-6, 110-112	9.10	O					S				
3	3-2, 91-93	12.41	O	C	R					E		
4	3-4, 44-46	14.94	O					S				G
5	4-2, 58-60	21.58	O		R	I		S			A	G
6	4-5, 105-107	26.55	O					S				G
7	5-2, 57-59	31.07	O					S				G
8	5-5, 94-96	35.94	O		R	I		S		E		
9	6-2, 28-30	40.28	O					S				
10	6-5, 21-23	44.71	O	C	R			S				G
11	6-7, 13-15	47.63	O					S				
12	7-4, 32-34	52.82	O					S			A	
13	7-6, 102-104	56.52	O		R	I		S		E		
14	9-2, 30-32	68.80	O	C	R			S				G
15	9-3, 139-141	71.39	O					S				
16	10-3, 128-130	80.78	O		R	I		S		E	A	G
17	11-1, 7-9	95.57	O		R			S				G
18	11-5, 24-26	101.74	O		R	I		S		E		G
19	12-3, 20-22	108.20	O					S				G
20	13-3, 23-25	117.73	O	C	R							
21	13-3, 64-66	118.14	O					S			A	G
22	14-3, 99-101	127.99	O		R	I		S		E		G
23	14-6, 45-47	131.95	O					S				
24	15-3, 98-100	137.48	O					S			A	G
25	15-6, 3-5	141.03	O	C	R			S				
26	17-2, 58-60	164.08	O		R	I		S		E	A	G
27	18-3, 108-110	175.58	O	C	R			S				G
28	18-6, 6-8	179.06	O					S				
29	19-3, 26-28	184.26	O		R	I		S		E		G
30	19-7, 28-30	190.28	O					S				
31	20-3, 28-30	193.78	O	C	R			S			A	G
32	20-7, 98-100	200.48	O					S				
33	21-3, 28-30	203.28	O		R	I		S		E		G
34	21-7, 26-28	209.26	O		R			S				
35	22-3, 23-25	212.73	O	C	R			S		E	A	G
36	22-6, 16-18	217.16	O	C	R							
37	22-6, 115-117	218.15	O					S				
38	23-2, 23-25	220.73	O		R							
39	23-5, 113-115	226.13	O		R	I		S		E	A	G
40	24-1, 6-8	228.56	O		R			S		E		
41	24-2, 32-34	230.32	O		R							
42	24-3, 18-20	231.68	O		R	I		S		E	A	G

O = Schiamm (Ooze)

CH = Kreide (Chalk)

Lst = Kalkstein (Limestone)

CHIL = Kreide im Kalkstein
(Chalk in Limestone)

SBD = Tiefe (Sub-bottom depth)

CaCO3 = Karbonatgehalt

RFA = Röntgenfluoreszenz-Analyse

AES = Atom-Emissions-Spektrometrie

MS = Mikrosonden-Analyse

Sm.Sl. = Schmierpräparate

DS = Dünnschliffe

REM = Rasterelektronenmikroskopie

Atter. = Atterberg-Analyse

KGT = Schlämmen (< und >63µm)

Tab. A3: Zusammensetzung der Sedimente (Site 501/504), Analyse von Schmierpräparaten.

lfd. Nr.	Probe	SBD m	Nn %	For %	Mic %	Rad %	Diat %	Spon %	Sili %	Ton %	sonst. %
1	501 1-2, 100-101	2.50	35	6	15	10	10	6	3	13	2
2	1-3, 144-146	4.44	40	7	15	8	8	4	1	15	2
3	1-5, 41-42	6.41	35	6	15	10	10	3	2	15	4
4	1-6, 48-49	7.98	25	13	12	15	15	2	0	15	3
5	1-7, 24-25	9.24	25	15	15	12	15	2	0	12	4
6	504 1-2, 9-10	11.59	50	5	10	10	10	2	1	10	2
7	2-1, 34-35	14.74	45	5	8	12	12	3	0	12	3
8	2-3, 66-68	18.06	48	5	5	8	15	2	2	15	0
9	3-1, 88-89	19.68	55	5	5	10	8	3	0	12	2
10	3-3, 25-27	22.05	48	6	6	10	12	2	2	10	4
11	4-2, 24-26	24.94	54	3	5	10	15	2	1	8	2
12	5-1, 113-115	28.73	50	5	4	10	18	1	0	8	4
13	6-2, 65-67	34.15	55	2	2	10	15	5	2	8	1
14	7-3, 115-117	40.55	45	3	5	12	12	2	7	12	2
15	8-2, 66-68	42.96	50	2	5	10	14	3	5	10	1
16	13-2, 85-87	65.15	50	2	7	8	12	2	5	13	1
17	14-3, 114-116	71.34	55	2	3	8	8	4	4	10	6
18	15-1, 14-16	71.74	55	3	2	10	10	3	3	10	4
19	15-2, 125-127	74.35	50	2	5	10	12	2	2	12	5
20	16-3, 15-17	79.15	45	2	4	10	15	2	3	15	4
21	17-2, 48-50	82.38	42	2	5	8	15	2	3	20	3
22	18-1, 131-133	86.11	48	3	10	10	10	2	3	12	2
23	18-2, 8-10	86.38	45	2	10	10	10	3	2	15	3
24	19-1, 122-124	90.41	50	4	5	10	12	3	2	10	4
25	20-1, 19-21	93.79	45	5	10	8	10	2	5	10	5
26	21-1, 106-108	99.06	55	4	5	8	10	5	2	8	3
27	22-2, 98-100	104.88	42	2	8	10	10	2	2	20	4
28	23-1, 103-105	107.83	45	4	5	8	8	2	2	25	1
29	24-1, 96-98	112.16	35	2	8	8	8	5	3	30	1
30	25-1, 36-38	115.96	40	2	5	10	10	2	4	25	2
31	25-2, 45-47	117.55	43	2	4	8	12	4	4	20	3
32	26-1, 33-35	120.33	50	2	8	10	10	4	4	10	2
33	26-3, 20-22	123.20	40	0	10	12	15	5	3	15	1
34	27-2, 108-110	126.98	45	2	10	10	12	3	2	15	1
35	28-1, 33-35	129.13	44	2	12	8	10	8	2	12	2
36	29-1, 54-56	133.74	40	2	15	10	12	5	4	11	1
37	29-3, 32-34	136.52	42	1	15	10	10	5	4	12	1
38	30-1, 81-83	138.41	42	2	16	8	12	3	5	10	2
39	30-2, 34-36	139.44	40	2	20	10	10	3	4	10	1
40	30-3, 22-24	140.82	40	1	25	8	10	5	2	8	2
41	31-2, 31-33	143.81	40	5	20	8	8	5	4	9	1
42	31-2, 77-79	144.27	42	1	15	12	10	4	2	12	2
43	31-cc, 14-16	144.96	40	2	25	8	8	2	3	10	2
44	32-1, 117-119	147.57	40	1	25	7	8	5	4	8	2
45	32-3, 54-55	149.94	35	2	30	8	8	4	2	10	1
46	33-2, 36-37	152.66	40	1	25	8	8	4	2	10	2
47	34-1, 67-68	155.87	35	0	30	8	8	4	4	8	3
48	34-2, 96-98	157.66	40	1	30	6	8	3	3	8	1
49	35-1, 31-33	159.91	35	0	25	10	12	3	2	12	1
50	35-3, 23-25	162.83	45	2	15	10	12	4	2	9	1
51	36-2, 108-110	166.58	35	2	30	8	8	3	4	9	1
52	37-1, 130-132	169.70	40	2	30	8	6	3	2	8	1
53	38-1, 19-21	172.99	30	2	32	8	8	2	2	10	6
54	38-3, 27-29	176.07	45	1	25	10	8	2	0	8	2
55	40-1, 38-40	181.98	45	0	25	8	10	3	1	8	1
56	41-1, 18-20	186.18	55	4	12	8	8	2	2	8	1
57	41-2, 6-8	187.56	50	2	20	8	8	3	1	8	2

Tab. A3: -Fortsetzung -

Ild. Nr.	Probe	SBD m	Nn %	For %	Mic %	Rad %	Diat %	Spon %	Sili %	Ton %	sonst. %
58	42-1, 54-56	190.54	50	1	18	8	8	3	3	8	1
59	42-2, 28-29	191.78	50	1	15	10	10	2	2	9	2
60	43-1, 127-129	195.27	45	1	18	10	10	4	2	9	2
61	44-1, 35-37	198.35	50	0	15	8	10	4	2	10	1
62	45-1, 29-31	202.29	55	0	15	8	8	5	1	7	1
63	46-1, 121-123	207.21	60	1	12	8	8	2	1	7	1
64	47-1, 96-97	210.96	62	0	8	6	8	3	1	10	2
65	48-1, 67-68	214.67	58	0	7	10	10	3	2	8	2
66	49-1, 37-38	218.37	60	2	10	6	8	2	2	8	2
67	49-2, 35-37	219.85	60	1	8	8	10	2	3	7	2
68	50-1, 57-58	222.57	62	0	10	4	6	2	3	10	3
69	51-1, 28-30	226.28	52	1	12	8	8	6	3	9	1
70	52-1, 32-34	230.32	62	2	10	6	6	2	3	8	1
71	53-cc, 10-20	235.79	58	2	14	8	12	0	1	5	1
72	501-7-2, 134-135	238.44	56	1	17	4	7	1	1	12	2
73	504A-3-1, 10-14	245.60	68	0	23	0	0	0	0	7	2
74	4-1, 100-105	256.00	52	2	39	0	0	0	0	6	1
75	504B-1-CC, 1-3	262.01	51	1	43	0	0	0	0	4	1
76	501-10-1, 3-5	264.13	46	1	47	0	1	0	0	5	1
77	504B-2-1, 54-64	270.54	43	0	46	0	0	0	0	8	3
78	2-1, 78-80	270.78	49	2	40	0	0	0	0	7	2

SBD = Teufe (Sub-bottom depth) Dia = Diatomeen
Nn = Nannoplankton Rad = Radiolarien
For = Foraminiferen Spon = Schwammnadeln
Mic = mikrokrist. Karbonat (Micarb) Sili = Silicoflagellaten

Tab. A4: Auswertung aller verfügbaren Schmierpräparate dargestellt als Partikelgruppen, Site 501/504. Daten aus BEIERSDORF & NATLAND (1983) und eigenen Zählungen (s.Tab. A3). Mittelwerte pro Kern.

Kern	SBD m	BioCa %	BioSiO2 %	Ton %	Sonstige %	Kern	SBD m	BioCa %	BioSiO2 %	Ton %	Sonstige %
501-1	3.80	55.9	27.1	12.6	4.4	36	166.20	71.7	19.2	8.8	0.2
504-1	12.20	59.7	26.0	10.3	4.0	37	170.60	74.3	15.3	9.5	0.9
2	16.60	59.5	28.7	10.0	1.9	38	175.00	71.9	18.0	7.6	2.6
3	21.00	52.9	30.0	14.1	3.0	39	179.40	83.0	12.0	5.0	0.0
4	25.40	62.3	28.5	8.2	1.0	40	183.80	71.7	20.7	7.5	0.2
5	29.80	69.4	20.1	7.4	3.0	41	188.00	72.7	19.7	7.3	0.3
6	34.20	63.3	26.8	9.3	0.7	42	192.00	69.1	23.5	6.8	0.6
7	38.60	55.3	33.7	9.8	1.3	43	196.00	68.9	22.1	8.5	0.5
8	43.00	67.1	20.8	10.0	2.1	44	200.00	66.3	21.7	11.7	0.5
9	47.20	62.6	21.8	15.0	0.6	45	204.00	72.3	20.3	7.0	0.3
10	51.60	66.3	19.3	10.0	4.4	46	208.00	72.0	16.5	11.0	0.5
11	56.20	59.7	27.7	12.3	0.3	47	212.00	64.0	22.5	12.5	1.0
12	60.60	56.0	29.2	12.0	2.8	48	216.00	69.7	18.7	11.0	0.7
13	65.00	55.0	28.5	15.5	1.0	49	220.00	71.8	18.7	8.5	1.1
14	69.40	52.0	22.0	20.5	5.5	50	224.00	76.0	12.5	10.0	1.5
15	73.80	54.7	27.8	13.4	4.1	504A-1	226.90	86.0	10.0	3.0	1.0
16	78.20	40.5	24.0	30.0	5.5	504-51	228.00	70.0	20.0	9.5	0.5
17	82.60	58.3	29.4	11.2	1.0	52	232.00	74.5	16.0	8.9	0.6
18	87.00	52.3	30.9	4.5	12.2	53	235.50	76.8	17.8	5.0	0.5
19	91.40	57.2	30.2	6.3	6.3	501-7	238.20	81.2	5.6	11.6	1.6
20	95.80	60.8	35.1	2.5	1.6	504A-3	246.10	95.3	0.0	4.0	0.7
21	100.20	54.8	26.3	17.0	2.0	504A-4	255.75	95.5	0.0	4.0	0.5
22	104.60	33.7	27.0	36.0	3.3	5	261.75	100.0	0.0	0.0	0.0
23	109.00	41.0	25.5	32.5	1.0	501-10	264.15	96.8	0.0	2.5	0.7
24	113.40	23.5	29.3	43.5	3.8	504B-1	265.00	92.5	3.5	3.0	1.0
25	117.80	39.8	30.8	27.0	2.4	2	270.35	92.8	0.0	5.2	2.0
26	122.20	53.4	36.8	8.5	1.3	Mean		65.6	21.3	11.3	1.8
27	126.60	51.6	31.8	14.4	2.3	STD		15.0	9.1	7.8	2.0
28	131.00	61.0	25.3	10.7	3.2	Min		23.5	0.0	0.0	0.0
29	135.40	62.0	26.6	9.8	1.6	Max		100.0	36.8	43.5	12.2
30	139.80	59.5	27.3	12.6	0.8	N		62	62	62	62
31	144.20	61.2	25.8	11.8	1.3						
32	148.60	65.6	24.0	9.6	1.0						
33	153.00	74.5	15.1	10.0	0.4						
34	157.40	69.2	18.8	11.2	1.0						
35	161.80	62.0	26.4	11.2	0.4						

SBD = Teufe (Sub-bottom depth)
 BioCa = kalkige biogene Partikel (inkl. unbestimmbares Karbonat)
 BioSiO2 = kieselige Biogene

Tab. A5: Auszählergebnisse, REM, Site 501/504.

Probe	SBD m	Nn %	For %	Dia %	Rad %	Si		Ca		Si		Si+Ca		CaZem	SiZem
						Sons %	Mic %	Zem %	Lepi %	Zem %	Ton %	Zem %	CaCO3 %	SiO2 %	
501-1-2, 20-22	1.70	29.5	6.2	8.7	10.0	9.5	26.1	0.0	0.0	0.0	10.0	0.0	0.0	0.0	0.0
1-5, 41-42	6.41	37.5	2.6	15.5	7.3	11.6	18.1	0.0	0.0	0.0	7.3	0.0	0.0	0.0	0.0
504-1-1, 32-33	10.32	36.5	8.8	12.7	11.0	7.7	18.2	0.0	0.0	0.0	5.0	0.0	0.0	0.0	0.0
2-1, 34-35	14.74	42.5	3.3	11.7	8.4	10.3	15.4	0.0	0.0	0.0	8.4	0.0	0.0	0.0	0.0
5-1, 113-115	28.73	41.0	1.4	19.8	8.0	9.0	15.1	0.0	0.0	0.0	5.7	0.0	0.0	0.0	0.0
7-3, 115-117	40.55	37.2	1.7	18.9	8.9	10.6	15.6	3.3	0.0	0.0	3.9	3.3	5.8	0.0	0.0
13-2, 85-87	65.15	34.0	2.8	20.3	7.5	10.8	13.2	3.3	0.0	0.0	8.0	3.3	6.2	0.0	0.0
15-2, 125-127	74.35	22.7	2.6	18.8	7.9	19.2	16.2	4.4	0.0	0.0	8.3	4.4	9.5	0.0	0.0
18-1, 131-133	86.11	26.7	3.0	16.3	8.4	6.4	21.3	3.0	0.0	0.0	14.9	3.0	5.5	0.0	0.0
24-1, 96-98	112.16	30.3	2.8	7.8	6.9	8.7	17.0	9.2	0.0	0.0	17.4	9.2	15.5	0.0	0.0
27-2, 108-110	126.98	31.6	1.2	16.6	7.9	9.5	17.0	5.9	0.0	0.0	10.3	5.9	10.6	0.0	0.0
31-1, 54-56	142.54	29.9	2.0	16.4	6.5	10.9	23.9	6.5	0.0	0.0	4.0	6.5	10.4	0.0	0.0
31-CC, 14-16	144.96	27.4	0.0	12.3	5.9	13.2	27.4	9.1	0.0	0.0	4.6	9.1	14.3	0.0	0.0
33-2, 36-37	152.66	27.5	8.1	9.5	8.1	6.6	28.6	6.2	0.0	0.0	5.5	6.2	8.9	0.0	0.0
35-3, 23-25	162.83	20.7	4.5	8.3	6.4	8.6	30.8	15.8	0.0	0.0	4.9	15.8	22.0	0.0	0.0
41-1, 18-20	186.18	31.9	0.0	7.3	6.5	3.2	23.4	23.0	0.0	0.0	4.8	23.0	29.4	0.0	0.0
43-1, 127-129	195.27	25.0	0.0	11.4	4.8	8.1	21.0	26.8	0.0	0.0	2.9	26.8	36.9	0.0	0.0
46-1, 121-123	207.21	33.0	6.0	8.5	8.0	4.0	19.5	15.5	0.0	0.0	5.5	15.5	20.9	0.0	0.0
49-1, 37-39	218.37	26.8	0.0	13.4	5.2	10.8	14.7	27.3	0.0	0.0	1.7	27.3	39.6	0.0	0.0
504A-1-CC, 53-54	227.53	24.6	4.9	0.0	4.9	0.0	15.2	25.8	13.1	6.6	4.9	45.5	36.6	26.7	0.0
504-52-1, 32-34	230.32	29.4	6.2	14.7	7.1	6.2	13.3	19.9	0.0	0.0	3.3	19.9	29.0	0.0	0.0
53-CC-10-20	235.79	23.8	0.8	19.3	7.0	18.4	13.1	16.4	0.0	0.0	1.2	16.4	30.3	0.0	0.0
504A-2-CC, 10-15	236.10	24.1	2.6	0.0	0.0	0.0	13.6	39.0	10.5	8.8	1.3	58.3	49.2	45.5	0.0
501-7-1, 124-126	236.84	15.9	1.5	0.0	0.0	0.0	12.3	43.6	11.3	12.8	2.6	67.7	59.4	53.2	0.0
7-2, 134-135	238.44	14.1	1.9	0.0	0.0	0.0	13.8	44.6	11.9	10.4	3.3	66.9	60.0	46.7	0.0
504A-3-1, 10-14	245.60	15.7	1.3	0.0	0.0	0.0	8.9	42.1	14.0	16.2	1.7	72.3	61.9	53.5	0.0
4-1, 100-105	256.00	36.1	3.5	0.5	0.0	0.0	13.9	27.2	10.4	2.5	5.9	40.1	33.7	18.5	0.0
504B-1-CC, 1-3	262.01	23.4	1.2	0.0	0.0	0.0	15.3	48.4	1.2	9.3	1.2	58.9	54.8	88.5	0.0
501-10-1, 3-5	264.13	20.2	0.5	1.5	0.0	0.0	18.7	35.4	7.6	14.6	1.5	57.6	47.3	61.7	0.0
504B-2-1, 54-64	270.54	27.4	3.3	0.0	0.0	0.0	10.0	39.4	7.5	8.7	3.7	55.6	49.2	53.8	0.0
2-1, 78-80	270.78	37.8	0.0	0.0	0.0	0.0	13.4	43.6	0.0	0.0	5.2	43.6	46.0	100.0	0.0
Min		14.1	0.0	0.0	0.0	0.0	8.9	0.0	0.0	0.0	1.2	0.0	0.0	0.0	0.0
Max		42.5	8.8	20.3	11.0	19.2	30.8	48.4	14.0	16.2	17.4	72.3	61.9	100.0	0.0
Mean		28.5	2.7	9.4	5.2	6.6	17.5	18.9	2.8	2.9	5.5	24.6	25.6	17.7	0.0
STD		7.3	2.4	7.3	3.6	5.6	5.4	16.4	4.9	5.1	3.8	24.4	20.6	29.3	0.0
N		31	31	31	31	31	31	31	31	31	31	31	31	31	31

SBD = Teufe (Sub-bottom depth)

Nn = Nannoplankton

For = Foraminiferen

Dia = Diatomeen

Rad = Radiolarien

SiSons = Sonstige kiesel. Biogene

Mic = mikrokrist. Karbonat (Micarb)

CaZem = kalkige Neubildungen

Lepi = Lepisphären

SiZem = kieselige Neubildungen

Si+CaZem = Summe kies. u. kalk. Neubildungen

CaZem CaCO3 = Zemente innerhalb der Karbonatfraktion

SiZem SiO2 = Zemente innerhalb der Kieselphasen

Tab. A6: Zusammensetzung der Sedimente (Site 505), Analyse von Schmierpräparaten.

lfd. Nr.	Probe	SBD m	Nn %	For %	Mic %	Rad %	Diat %	Spon %	Sili %	Ton %	Sonst. %
1	505-2-3, 35-37	3.85	15	12	8	8	12	3	2	40	0
2	2-6, 110-112	9.10	20	10	5	10	12	2	4	35	2
3	3-4, 44-46	14.94	50	8	8	8	10	2	2	12	0
4	4-2, 58-60	21.58	65	4	5	6	8	2	2	8	0
5	4-5, 105-107	26.55	50	5	10	8	10	2	3	12	0
6	5-2, 57-59	31.07	48	5	12	8	12	2	2	10	1
7	5-5, 94-96	35.94	55	4	10	8	8	1	2	10	2
8	6-2, 28-30	40.28	51	5	15	6	8	2	4	7	2
9	6-5, 21-23	44.71	58	8	10	6	8	1	3	6	0
10	6-7, 13-15	47.63	50	5	15	6	10	2	2	10	0
11	7-4, 32-34	52.82	62	4	10	6	8	0	2	8	0
12	7-6, 102-104	56.52	55	2	15	5	8	2	1	12	0
13	9-2, 30-32	68.80	60	6	10	5	8	1	1	6	3
14	9-3, 139-141	71.39	50	4	12	8	8	1	2	15	0
15	10-3, 128-130	80.78	58	5	6	8	8	2	3	10	0
16	11-1, 7-9	95.57	40	6	5	10	12	3	4	18	2
17	11-5, 24-26	101.74	45	4	10	10	10	2	2	15	2
18	12-3, 20-22	108.20	50	2	10	8	10	3	2	15	0
19	13-3, 64-66	118.14	35	2	12	8	10	2	4	25	2
20	14-3, 99-101	127.99	52	6	10	8	8	0	4	12	0
21	14-6, 45-47	131.95	58	2	10	6	8	2	2	12	0
22	15-3, 98-100	137.48	60	2	10	6	8	3	1	10	0
23	15-6, 3-5	141.03	45	3	12	8	10	2	4	15	1
24	17-2, 58-60	164.08	55	5	8	6	10	2	2	12	0
25	17-6, 62-64	170.12	55	2	10	6	8	1	2	15	1
26	18-3, 108-110	175.58	60	4	6	8	10	1	2	8	1
27	18-6, 6-8	179.06	58	2	6	10	10	2	2	8	2
28	19-3, 26-28	184.26	62	4	5	6	8	1	3	8	3
29	19-7, 28-30	190.28	60	5	5	8	8	2	4	6	2
30	20-3, 28-30	193.78	62	3	8	7	8	4	2	6	0
31	20-7, 98-100	200.48	58	5	8	6	10	3	4	5	1
32	21-3, 28-30	203.28	62	6	10	6	6	2	2	6	0
33	21-7, 26-28	209.26	62	4	8	6	6	4	2	6	2
34	22-3, 23-25	212.73	60	5	6	8	10	2	2	5	2
35	22-6, 115-117	218.15	55	4	8	10	10	3	3	6	1
36	23-5, 113-115	226.13	58	6	6	8	8	2	3	6	3
37	24-1, 6-8	228.56	51	3	17	8	8	3	2	6	2
38	24-3, 18-20	231.68	65	3	22	0	0	0	0	8	2

SBD = Tiefe (Sub-bottom depth)

Dia = Diatomeen

Nn = Nannoplankton

Rad = Radiolarien

For = Foraminiferen

Spon = Schwammnadeln

Mic = mikrokrist. Karbonat (Micarb)

Sili = Silicoflagellaten

Tab. A7: Auswertung aller verfügbaren Schmierpräparate dargestellt als Partikelgruppen, Site 505. Daten aus BEIERSDORF & NATLAND (1983) und eigenen Zählungen (s. Tab. A6). Mittelwerte pro Kernhälfte.

Kern	SBD m	BioCa %	BioSiO ₂ %	Ton %	Sonstige %
1	0.25	15.0	21.0	60.0	4.0
2o	5.00	23.2	21.2	50.0	5.5
2u	7.50	32.4	27.7	37.5	2.5
3	12.25	49.0	20.4	25.0	5.6
3u	17.00	73.5	18.0	8.0	0.5
4o	21.75	78.3	15.8	5.6	0.2
4u	26.50	65.0	16.3	15.3	3.3
5o	31.25	70.3	21.5	7.0	1.2
5u	36.00	68.2	17.4	10.0	4.4
6o	40.75	75.8	16.3	5.9	2.0
6u mw	45.50	70.9	20.2	8.0	0.9
7	50.25	69.3	22.3	7.5	0.9
7u mw	55.00	70.5	19.1	10.0	0.5
8	62.25	81.0	14.0	5.0	0.0
9o mw	71.75	70.3	17.5	11.0	1.1
10o	78.75	62.7	22.7	14.0	0.6
10	83.50	63.0	19.5	17.5	0.0
11o	97.75	48.4	21.7	29.0	0.8
11u	102.50	55.8	22.1	21.0	1.1
12o	107.25	57.8	21.3	20.0	0.8
12	112.00	55.0	22.0	22.0	1.0
13o	116.75	56.7	20.8	21.3	1.3
13	121.50	66.0	20.6	13.0	0.4
14o	126.25	64.8	23.3	11.8	0.2
14u	131.00	68.1	19.6	11.8	0.6
15o	135.75	70.5	19.3	10.0	0.2
15u	140.50	66.0	16.3	17.5	0.3
17o	164.25	67.0	20.0	11.8	1.2
17u	169.00	69.9	19.5	8.4	2.2
18o	173.75	70.2	20.3	8.8	0.8
18u	178.50	67.5	22.3	8.8	1.5
19o	183.25	74.8	15.8	8.8	0.8
19u	188.00	73.3	18.5	7.3	0.9
20o	192.75	70.0	22.3	7.7	0.0
20u	197.50	68.3	24.8	6.3	0.5
21o	202.25	72.8	19.5	7.7	0.1
21u	207.00	70.2	22.3	7.2	0.3
22o	211.75	76.0	18.5	5.0	0.6
22u	216.50	77.2	17.0	5.6	0.2
23	221.25	76.3	18.7	5.0	0.0
23u	226.00	79.0	14.0	6.4	0.6
24o mw	231.00	83.6	9.0	6.4	1.0
Mean		65	20	14	1
STD		14	3	12	1
Min		15	9	5	0
Max		84	28	60	6
N		42	42	42	42

SBD = Teufe (Sub-bottom depth)

BioCa = kalkige Biogene (inkl. unbestimmbares Karbonat)

BioSiO₂ = kieselige Biogene

Tab. A8: Auszählergebnisse, REM, Site 505.

Probe	SBD m	Nn %	For %	Dia %	Rad %	Si		Ca			Si	CaZem
						Son %	Mic %	Ton %	Zem %	Lepi %	Zem %	CaCO3 %
505-2-3, 35-37	3.85	23	2	9	4	8	25	29	0	0	0	0.0
3-2, 9-93	12.41	26	4	10	2	12	30	16	0	0	0	0.0
5-5, 94-96	35.94	35	4	16	5	6	30	4	0	0	0	0.0
7-6, 102-104	56.52	37	3	12	3	10	27	7	0	0	0	0.0
10-3, 128-130	20.78	36	2	14	5	6	28	9	0	0	0	0.0
11-5, 24-26	101.74	36	2	9	7	14	27	5	0	0	0	0.0
14-3, 99-101	127.99	33	6	11	6	10	28	6	0	0	0	0.0
17-2, 58-60	164.08	27	2	13	4	14	29	10	1	0	0	1.7
19-3, 28-30	184.26	35	2	13	3	13	27	5	2	0	0	3.0
21-3, 28-30	203.28	31	5	9	5	12	26	9	3	0	0	4.6
22-3, 23-25	212.73	34	5	12	8	6	29	4	2	0	0	2.9
23-5, 113-115	226.13	28	2	15	4	16	25	8	2	0	0	3.5
24-1, 6-8	228.50	37	0	6	5	16	24	9	3	0	0	4.7
24-3, 18-20	231.68	45	2	2	1	0	37	8	5	0	0	5.6
Min		23.0	0.0	2.0	1.0	0.0	24.0	4.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Max		45.0	6.0	16.0	8.0	16.0	37.0	29.0	5.0	0.0	0.0	5.6
Mean		33.1	2.9	10.8	4.4	10.2	28.0	9.2	1.3	-	-	1.9
STD		5.7	1.6	3.7	1.9	4.6	3.2	6.5	1.6	-	-	2.1
N		14	14	14	14	14	14	14	14	14	14	14

SBD = Teufe

Nn = Nannoplankton

For = Foraminiferen

Dia = Diatomeen

Rad = Radiolarien

SiSons = Sonstige kiesel. Biogene

Mic = mikrokrist. Karbonat (Micarb)

CaZem = kalkige Neubildungen

Lepi = Lepisphären

SiZem = kieselige Neubildungen

Si+CaZem = Summe kies. u. kalk. Neubildungen

CaZem CaCO3 = Zemente innerhalb der Karbonatfraktion

Tab. A10: Chemische Zusammensetzung der Sedimente, RFA-Analyse (Bohrung 501/504).

Probe	SBD m	SiO ₂ %	TiO ₂ %	Al ₂ O ₃ %	Fe ₂ O ₃ %	MnO %	MgO %	CaO %	Na ₂ O %	K ₂ O %	P ₂ O ₅ (SO ₃) %	LOI %	Σ %	
501-1-2, 100-102	2.50	36.01	0.25	7.15	3.21	0.27	2.17	17.43	2.88	0.94	0.08	1.09	27.26	98.75
504-3-3, 25-27	22.05	36.29	0.27	7.82	3.73	0.25	2.14	16.34	3.33	1.11	0.13	1.41	25.77	98.60
5-1, 113-115	28.73	31.75	0.28	6.85	3.68	0.40	1.78	22.68	2.64	0.67	0.09	1.98	26.21	99.02
7-3, 115-117	40.55	25.43	0.15	4.04	1.83	0.29	1.14	30.48	1.24	0.28	0.07	1.07	32.86	98.88
12-1, 44-46	58.84	24.00	0.15	4.09	1.53	0.37	1.10	31.48	1.19	0.30	0.08	0.99	33.60	98.88
13-2, 85-87	65.15	37.95	0.27	6.51	3.14	0.39	1.60	17.99	3.16	1.06	0.15	2.27	24.58	99.07
15-2, 125-127	74.35	50.44	0.26	6.82	3.86	0.23	2.35	6.53	4.27	1.58	0.10	2.02	20.46	98.91
16-6, 15-17	79.15	44.56	0.16	4.25	2.53	0.27	1.38	13.11	3.09	1.31	0.13	2.33	25.84	98.96
18-1, 131-133	86.11	44.28	0.22	5.90	4.04	0.26	1.77	12.41	3.65	1.48	0.14	2.71	22.25	99.11
21-2, 108-110	100.58	41.51	0.18	4.95	2.86	0.18	1.21	17.17	3.03	0.99	0.08	2.20	24.65	99.01
22-2, 98-100	104.88	39.75	0.23	5.94	2.81	0.23	1.47	18.20	2.56	0.92	0.12	1.35	25.50	99.08
24-1, 96-98	112.16	28.58	0.11	2.87	1.33	0.28	0.76	29.86	1.44	0.36	0.08	1.13	31.96	98.76
26-3, 20-22	123.20	37.64	0.14	3.72	2.30	0.23	0.96	22.71	2.02	0.76	0.10	1.80	26.78	99.16
29-3, 32-34	136.52	32.33	0.18	4.85	2.25	0.30	1.23	25.31	1.83	0.46	0.15	1.30	28.82	99.02
30-3, 22-24	140.82	30.12	0.13	3.30	1.58	0.28	0.82	29.05	1.36	0.37	0.12	1.13	30.50	98.76
30-3, 48-49	141.08	31.49	0.13	3.50	2.00	0.25	0.85	27.23	1.70	0.51	0.11	1.86	29.09	98.72
31-1, 54-56	142.54	24.03	0.12	3.13	1.48	0.30	0.85	33.32	1.04	0.33	0.09	0.98	33.10	98.77
31-1, 72-73	142.72	26.07	0.14	3.73	1.73	0.29	0.94	31.01	1.30	0.37	0.10	1.12	31.88	98.68
31-2, 8-9	143.58	28.43	0.16	4.28	1.86	0.25	1.05	28.50	2.00	0.54	0.10	0.89	30.41	98.47
31-2, 104-105	144.54	25.72	0.17	4.69	2.25	0.28	1.07	29.67	1.71	0.58	0.14	1.32	30.69	98.29
31-C, 14-16	144.96	23.23	0.11	3.02	1.48	0.28	0.76	33.52	1.37	0.45	0.11	1.02	33.01	98.36
32-1, 32-33	146.72	27.15	0.10	2.91	1.91	0.24	0.63	30.93	1.27	0.48	0.12	2.06	30.84	98.64
32-1, 117-119	147.57	22.68	0.11	3.23	1.44	0.27	0.79	34.10	1.12	0.43	0.12	1.01	33.44	98.74
33-1, 28-29	151.08	20.63	0.12	3.48	1.53	0.33	0.85	35.03	1.15	0.42	0.11	0.98	33.80	98.44
33-1, 78-79	151.58	17.43	0.11	3.11	1.60	0.36	0.76	37.78	0.78	0.33	0.13	0.97	35.32	98.68
33-2, 9-10	152.39	17.86	0.10	2.90	1.26	0.32	0.79	38.07	0.70	0.29	0.11	0.59	35.94	98.93
33-2, 36-37	152.66	20.18	0.13	3.76	1.64	0.30	0.93	35.07	1.12	0.44	0.11	0.67	34.19	98.54
35-2, 93-95	162.03	29.72	0.13	3.47	1.83	0.24	0.97	29.21	1.31	0.31	0.11	1.29	30.54	99.14
501-5-1, 70-72	169.80	15.77	0.10	2.74	1.32	0.28	0.78	39.25	0.30	0.24	0.13	0.93	36.71	98.55
504-40-1, 38-40	181.98	18.35	0.07	1.83	0.89	0.20	0.56	39.38	0.39	0.19	0.10	0.88	36.25	99.09
41-1, 18-20	186.18	12.77	0.05	1.47	0.82	0.20	0.45	43.50	0.23	0.15	0.10	0.59	38.75	99.08
43-1, 127-129	195.27	19.37	0.06	1.57	0.88	0.13	0.50	38.90	0.50	0.25	0.10	0.65	35.78	98.69
46-1, 121-123	207.21	16.26	0.06	1.75	1.32	0.15	0.60	39.18	0.90	0.34	0.13	1.32	36.04	98.05
49-1, 37-38	218.37	16.24	0.04	1.08	1.97	0.16	0.52	40.71	0.26	0.16	0.08	0.91	36.77	98.90
50-1, 57-58	222.57	30.88	0.03	0.85	0.53	0.10	0.32	32.46	0.66	0.13	0.04	0.67	32.56	99.23
50-CC, 9-11	223.59	23.72	0.03	0.90	0.56	0.11	0.36	36.91	0.50	0.14	0.06	0.64	35.17	99.11
51-1, 28-30	226.28	33.35	0.04	1.11	1.05	0.10	0.49	28.67	1.34	0.34	0.07	1.47	30.61	98.65
504A-1-1, 6-7	226.56	17.71	0.04	1.04	1.08	0.15	0.54	39.94	0.52	0.19	0.08	0.69	36.20	98.18
1-1, 41-42	226.91	17.76	0.03	0.86	1.40	0.15	0.42	40.67	0.17	0.11	0.08	0.55	36.36	98.56
1cc, 10-15	227.10	34.89	0.04	1.08	0.62	0.10	0.43	31.61	0.36	0.14	0.06	0.68	29.25	99.26
504-51-1, 139-140	227.39	16.71	0.04	1.06	0.89	0.14	0.53	41.14	0.32	0.15	0.09	0.66	37.30	99.04
504A-1cc, 55-60	227.55	23.77	0.15	4.06	1.90	0.37	1.08	31.23	1.52	0.42	0.09	1.20	32.79	98.58
501-6-3, 11-13	229.21	24.40	0.05	1.30	0.86	0.12	0.56	35.55	0.56	0.14	0.08	0.56	35.03	99.21
504-52-1, 32-34	230.32	16.51	0.05	1.35	2.67	0.19	0.56	39.78	0.44	0.17	0.10	2.00	35.18	99.00
52-CC, 6-8	231.23	19.10	0.05	1.42	1.16	0.14	0.54	39.08	0.26	0.15	0.10	1.05	35.72	98.78

Tab. A10: - Fortsetzung -

Probe	SBD	SiO ₂	TiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	MnO	MgO	CaO	Na ₂ O	K ₂ O	P ₂ O ₅ (SO ₃)	LOI	Σ	
	m	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	
53-1, 1-17; Lst	234.01	20.29	0.04	0.95	5.96	0.25	0.50	35.30	0.19	0.15	0.07	5.28	30.26	99.25
53-CC, 10-20	235.79	32.76	0.03	0.73	0.46	0.10	0.37	31.55	0.44	0.12	0.05	0.40	32.31	99.32
504A-2cc, 10-15	236.10	52.65	0.02	0.52	0.28	0.09	0.19	23.73	0.11	0.09	0.06	0.25	21.61	99.59
3-1, 10-14	245.60	66.34	0.01	0.32	0.15	0.06	0.06	15.99	0.52	0.12	0.06	0.14	15.67	99.44
3-1, 21-22	245.71	5.89	0.03	0.75	0.69	0.18	0.43	49.35	0.02	0.02	0.12	0.48	41.42	99.38
3-1, 113-114	246.63	8.67	0.04	1.16	0.92	0.16	0.77	46.75	0.05	0.03	0.13	0.65	39.99	99.32
4-1, 100-105	256.00	27.06	0.03	0.91	0.55	0.16	0.60	36.46	0.19	0.07	0.08	0.39	32.77	99.27
504B-1-1, 51-53	261.01	77.90	0.01	0.33	0.19	0.03	0.07	7.94	0.22	0.13	0.03	0.24	12.66	99.76
504A-5-1, 9-13	261.09	36.59	0.03	0.78	0.52	0.17	0.62	31.86	0.18	0.14	0.07	0.34	28.24	99.53
504B-1-1, 79-81	261.29	43.89	0.03	0.73	0.40	0.11	0.27	27.69	0.31	0.22	0.08	0.42	25.35	99.50
1-1, 87-88	261.37	11.44	0.05	1.35	0.79	0.19	0.88	44.52	0.11	0.06	0.17	0.63	39.32	99.51
1-1, 103-104	261.53	12.24	0.04	1.20	0.77	0.19	0.84	44.22	0.05	0.04	0.14	0.59	39.04	99.37
1-1, 121-122	261.71	14.18	0.04	1.10	0.88	0.19	1.01	42.37	0.05	0.08	0.11	0.61	38.58	99.20
1-CC, 1-3	262.01	20.36	0.04	1.17	0.60	0.16	0.59	39.84	0.24	0.06	0.09	0.61	35.46	99.22
1-CC, 18-23	262.18	31.42	0.03	0.73	0.35	0.17	0.29	35.34	0.20	0.10	0.06	0.34	30.83	99.86
2-1, 54-64	270.54	32.16	0.03	0.63	0.41	0.19	0.62	34.15	0.05	0.09	0.08	0.27	30.62	99.29
2-1, 78-80	270.78	7.06	0.03	0.92	0.89	0.27	2.57	47.74	0.02	0.05	0.10	0.12	40.13	99.90
Mean		27.64	0.10	2.65	1.57	0.22	0.86	31.73	1.07	0.37	0.10	1.08	31.61	98.98
Std. Dev.		13.27	0.07	1.98	1.12	0.09	0.53	9.78	1.05	0.36	0.03	0.81	5.80	0.40
N		62	62	62	62	62	62	62	62	62	62	62	62	62
Min.		5.89	0.01	0.32	0.15	0.03	0.06	6.53	0.02	0.02	0.03	0.12	12.66	98.05
Max.		77.90	0.28	7.82	5.96	0.40	2.57	49.35	4.27	1.58	0.17	5.28	41.42	99.90

SBD = Teufe (Sub-bottom depth)

Lab CaCO₃ = Karbonatbestimmung
mit der Müller-Bombe100% CaCO₃ = auf 100% CaCO₃
normiert

Tab. A10: - Fortsetzung -

Probe	SBD m	Lab		100% CaCO ₃								
		CaCO ₃ %	CaCO ₃ %	Sr mg/kg	Ba mg/kg	MgO %	Sr mg/kg	Sr/Ca x 1/1000	Co mg/kg	Cu mg/kg	Ni mg/kg	Zn mg/kg
501-1-2, 100-102	2.50	31.11		644	2331	4.21	2070	0.01	15	26	140	160
504-3-3, 25-27	22.05	29.16	30.30	693	2768	4.43	2377	0.01	1	45	177	162
5-1, 113-115	28.73	40.48	40.90	863	1613	2.65	2132	0.01	12	27	175	174
7-3, 115-117	40.55	54.40	56.40	992	1968	1.26	1824	0.02	14	27	112	154
12-1, 44-46	58.84	56.19	64.10	984	2171	1.18	1751	0.02	7	31	89	176
13-2, 85-87	65.15	32.11	34.30	745	3642	3.01	2320	0.01	12	58	167	100
15-2, 125-127	74.35	11.65	12.10	538	5695	12.17	4618	0.00	25	103	261	79
16-6, 15-17	79.15	23.40	23.20	684	4897	3.56	2923	0.01	20	92	222	95
18-1, 131-133	86.11	22.15	22.40	707	4968	4.82	3192	0.01	17	96	226	132
21-2, 108-110	100.58	30.65		734	3169	2.38	2395	0.01	14	80	188	103
22-2, 98-100	104.88	32.48		769	3312	2.73	2367	0.01	19	71	144	148
24-1, 96-98	112.16	53.29	54.50	1093	2261	0.86	2051	0.01	12	37	88	129
26-3, 20-22	123.20	40.53	42.70	912	2328	1.43	2250	0.01	9	40	141	79
29-3, 32-34	136.52	45.17	52.50	950	2720	1.64	2103	0.02	16	61	138	235
30-3, 22-24	140.82	51.85	57.70	1029	2302	0.95	1985	0.02	1	47	84	117
30-3, 48-49	141.08	48.60	52.50	998	2212	1.05	2053	0.01	1	44	99	124
31-1, 54-56	142.54	59.47	65.50	1126	1594	0.86	1893	0.02	7	28	63	108
31-1, 72-73	142.72	55.35	59.60	1072	1942	1.02	1937	0.02	14	45	70	122
31-2, 8-9	143.58	50.87	53.60	1057	2398	1.24	2078	0.01	12	79	88	149
31-2, 104-105	144.54	52.96	55.90	1072	2229	1.22	2024	0.02	18	79	132	157
31-C, 14-16	144.96	59.83	66.80	1132	2039	0.77	1892	0.02	15	64	89	95
32-1, 32-33	146.72	55.20	62.20	1079	1936	0.69	1955	0.02	9	52	129	99
32-1, 117-119	147.57	60.86	70.00	1157	2206	0.78	1901	0.02	8	40	68	132
33-1, 28-29	151.08	62.52	64.50	1067	1766	0.82	1707	0.02	1	57	62	91
33-1, 78-79	151.58	67.43	73.10	1115	2002	0.68	1654	0.03	9	77	81	81
33-2, 9-10	152.39	67.95	69.90	1137	1775	0.70	1673	0.02	1	86	60	101
33-2, 36-37	152.66	62.59	67.60	1089	2132	0.90	1740	0.02	9	50	76	104
35-2, 93-95	162.03	52.13	58.60	958	2385	1.12	1838	0.02	12	47	109	149
501-5-1, 70-72	169.80	70.05		1084	2050	0.67	1547	0.03	11	60	105	78
504-40-1, 38-40	181.98	70.29	72.60	1138	1862	0.48	1619	0.03	1	44	47	71
41-1, 18-20	186.18	77.64	84.10	1121	1266	0.35	1444	0.04	1	35	38	43
43-1, 127-129	195.27	69.43		1123	1954	0.43	1617	0.03	<7	110	75	67
46-1, 121-123	207.21	69.93	72.80	1264	2832	0.52	1808	0.02	12	55	103	100
49-1, 37-38	218.37	72.66		1131	1391	0.43	1557	0.03	1	31	54	66
50-1, 57-58	222.57	57.93		973	1846	0.33	1680	0.02	1	11	46	57
50-CC, 9-11	223.59	65.88	74.80	1067	1875	0.33	1620	0.03	1	18	37	50
51-1, 28-30	226.28	51.17		907	2201	0.58	1773	0.01	1	21	65	88
504A-1-1, 6-7	226.56	71.28		1049	1645	0.46	1472	0.03	<7	36	36	45
1-1, 41-42	226.91	72.59		972	1617	0.35	1339	0.05	<7	26	44	61
1cc, 10-15	227.10	56.42		763	2276	0.46	1352	0.03	<7	44	55	100
504-51-1, 139-140	227.39	73.43	76.20	1032	1380	0.44	1405	0.04	1	23	54	67
504A-1cc, 55-60	227.55	55.74		967	2184	1.17	1735	0.01	15	56	115	173
501-6-3, 11-13	229.21	63.45		989	2149	0.53	1559	0.04	13	13	79	110
504-52-1, 32-34	230.32	71.00	78.30	998	1699	0.48	1406	0.04	7	53	66	76
52-CC, 6-8	231.23	69.75	81.70	1033	1698	0.47	1481	0.04	1	26	48	41

Tab. A10: - Fortsetzung -

Probe	SBD m	CaCO3 %	Lab CaCO3 %	Sr mg/kg	Ba mg/kg	100% CaCO3		Sr/Ca x 1/1000	Co mg/kg	Cu mg/kg	Ni mg/kg	Zn mg/kg
						MgO %	Sr mg/kg					
53-1, 1-17; Lst	234.01	63.00		906	1551	0.48	1438	0.03	1	104	161	150
53-CC, 10-20	235.79	56.31	58.70	845	1623	0.40	1501	0.03	7	15	24	25
504A-2cc, 10-15	236.10	42.35		457	889	0.27	1079	0.04	<7	35	26	16
3-1, 10-14	245.60	28.54	30.00	354	404	0.24	1023	0.03	<7	41	18	18
3-1, 21-22	245.71	88.08	90.90	962	1208	0.29	1092	0.38	8	47	22	34
3-1, 113-114	246.63	83.44		1062	1923	0.56	1273	0.28	10	33	34	39
4-1, 100-105	256.00	65.07		829	1710	0.56	1274	0.07	<7	42	88	72
504B-1-1, 51-53	261.01	14.17		191	583	0.30	1348	0.01	<7	54	21	18
504A-5-1, 9-13	261.09	56.86		670	1695	0.66	1178	0.03	<7	43	24	47
504B-1-1, 79-81	261.29	49.42		646	1473	0.33	1307	0.02	1	46	26	65
1-1, 87-88	261.37	79.46		1019	2083	0.67	1282	0.18	9	40	60	60
1-1, 103-104	261.53	78.92		1032	1896	0.64	1308	0.22	9	42	50	38
1-1, 121-122	261.71	75.62		989	1730	0.81	1308	0.09	<7	42	43	34
1-CC, 1-3	262.01	71.11	71.00	1038	2624	0.63	1379	0.10	13	58	51	64
1-CC, 18-23	262.18	63.07	72.10	710	1418	0.28	1126	0.04	1	32	22	52
2-1, 54-64	270.54	60.95		713	1357	0.61	1170	0.06	<7	23	26	18
2-1, 78-80	270.78	85.21	84.40	892	62	1.82	1047	0.13	1	84	67	30
Mean		56.62		925	2079	1.24	1746		8	49	82	88
Std. Dev.		17.46		210	937	1.75	574		6	23	55	48
N		62		62	62	62	62		62	62	62	62
Min.		11.65		191	62	0.24	1023		1	11	17	16
Max.		88.08		1264	5695	12.17	4618		25	110	261	235

SBD = Teufe (Sub-bottom depth)

Lab CaCO3 = Karbonatbestimmung
mit der Müller-Bombe100% CaCO3 = auf 100% CaCO3
normiert

Tab. A10: - Fortsetzung -

Probe	SBD m	(As) mg/kg	Ce mg/kg	Cr mg/kg	Cs mg/kg	Ga mg/kg	Hf mg/kg	La mg/kg	Mo mg/kg	Nb mg/kg	Pb mg/kg	Rb mg/kg
501-1-2, 100-102	2.50	8	27	36	1	9	1	7	1	1	1	18
504-3-3, 25-27	22.05	1	1	47	1	10	1	23	5	1	1	20
5-1, 113-115	28.73	19	1	29	1	11	1	22	23	1	1	12
7-3, 115-117	40.55	1	1	21	1	1	1	10	1	1	1	7
12-1, 44-46	58.84	1	1	26	1	7	1	17	1	1	1	1
13-2, 85-87	65.15	13	19	38	1	15	21	14	12	1	11	22
15-2, 125-127	74.35	17	1	52	1	15	1	20	30	1	1	33
16-6, 15-17	79.15	15	1	37	1	10	1	16	38	1	1	27
18-1, 131-133	86.11	15	1	37	1	15	1	16	38	1	1	35
21-2, 108-110	100.58	9	<15	17	<5	7	20	11	<5	<5	10	25
22-2, 98-100	104.88	9	<15	34	<5	8	20	9	<5	<5	10	24
24-1, 96-98	112.16	1	1	17	1	1	1	12	6	1	1	7
26-3, 20-22	123.20	13	1	23	1	8	1	1	19	1	1	14
29-3, 32-34	136.52	6	1	27	1	10	1	31	1	1	1	7
30-3, 22-24	140.82	6	1	18	1	6	1	12	1	1	1	8
30-3, 48-49	141.08	7	1	15	1	8	1	20	1	1	1	7
31-1, 54-56	142.54	1	32	15	1	1	1	14	1	1	1	8
31-1, 72-73	142.72	1	1	18	1	7	1	19	5	1	1	8
31-2, 8-9	143.58	1	1	25	1	8	1	20	1	1	1	11
31-2, 104-105	144.54	1	24	31	1	11	1	16	1	1	1	12
31-C, 14-16	144.96	1	27	10	1	7	1	29	1	1	19	9
32-1, 32-33	146.72	8	1	10	1	7	1	11	1	1	1	12
32-1, 117-119	147.57	5	1	19	1	6	1	1	1	1	1	9
33-1, 28-29	151.08	1	1	22	1	1	1	22	1	1	1	14
33-1, 78-79	151.58	1	1	17	1	5	1	7	1	1	1	8
33-2, 9-10	152.39	1	1	23	1	1	1	22	1	1	1	7
33-2, 36-37	152.66	1	1	22	1	6	1	34	1	1	1	11
35-2, 93-95	162.03	7	1	18	1	7	1	11	1	1	1	1
501-5-1, 70-72	169.80	5	<15	<7	<5	<5	20	10	<5	<5	14	6
504-40-1, 38-40	181.98	1	1	10	1	6	1	9	1	1	12	5
41-1, 18-20	186.18	1	1	11	1	1	1	9	1	1	1	1
43-1, 127-129	195.27	5	21	<7	<5	<5	20	<5	<5	<5	10	8
46-1, 121-123	207.21	9	1	13	1	1	1	30	1	1	1	9
49-1, 37-38	218.37	6	18	1	1	1	1	10	47	1	1	5
50-1, 57-58	222.57	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	6
50-CC, 9-11	223.59	1	1	1	1	1	1	13	1	1	1	1
51-1, 28-30	226.28	6	1	1	1	1	1	1	9	1	1	6
504A-1-1, 6-7	226.56	6	<15	<7	<5	<5	25	19	15	<5	32	7
1-1, 41-42	226.91	6	<15	<7	<5	<5	20	13	36	<5	103	8
1cc, 10-15	227.10	6	<15	<7	<5	<5	20	13	<5	<5	10	<5
504-51-1, 139-140	227.39	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
504A-1cc, 55-60	227.55	5	<15	20	<5	<5	20	12	6	<5	10	8
501-6-3, 11-13	229.21	5	<15	<7	<5	<5	20	9	8	<5	10	6
504-52-1, 32-34	230.32	5	1	11	1	1	1	13	55	1	1	6
52-CC, 6-8	231.23	1	1	1	1	1	1	27	5	1	1	1

Tab. A10: - Fortsetzung -

Probe	SBD m	(As) mg/kg	Ce mg/kg	Cr mg/kg	Cs mg/kg	Ga mg/kg	Hf mg/kg	La mg/kg	Mo mg/kg	Nb mg/kg	Pb mg/kg	Rb mg/kg
53-1, 1-17; Lst	234.01	14	1	21	1	6	1	1	107	1	35	7
53-CC, 10-20	235.79	1	1	1	1	1	1	12	1	1	1	1
504A-2cc, 10-15	236.10	7	<15	<7	<5	<5	22	7	<5	<5	10	<5
3-1, 10-14	245.60	5	<15	<7	<5	<5	20	<5	<5	<5	10	<5
3-1, 21-22	245.71	1	1	1	1	1	1	1	7	1	24	1
3-1, 113-114	246.63	5	<15	9	<5	<5	20	9	<5	<5	10	<5
4-1, 100-105	256.00	5	<15	<7	<5	<5	20	6	<5	<5	10	<5
504B-1-1, 51-53	261.01	5	<15	<7	<5	<5	20	<5	<5	<5	12	<5
504A-5-1, 9-13	261.09	5	<15	<7	<5	<5	20	16	<5	<5	18	<5
504B-1-1, 79-81	261.29	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	7
1-1, 87-88	261.37	5	<15	<7	<5	<5	20	15	<5	<5	16	<5
1-1, 103-104	261.53	5	<15	<7	<5	<5	20	<5	<5	<5	12	6
1-1, 121-122	261.71	5	<15	<7	<5	<5	20	13	<5	<5	29	<5
1-CC, 1-3	262.01	5	<15	<7	<5	<5	20	15	<5	<5	10	<5
1-CC, 18-23	262.18	7	1	1	1	1	1	11	1	1	1	1
2-1, 54-64	270.54	5	<15	<7	<5	<5	20	7	<5	<5	16	<5
2-1, 78-80	270.78	5	1	1	1	1	1	18	1	1	1	1
Mean		5	5	17	1	5	8	13	11	1	8	9
Std. Dev.		4	9	13	0	4	9	8	19	0	14	8
N		62	62	62	62	62	62	62	62	62	62	62
Min.		1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Max.		19	32	52	1	15	25	34	107	1	103	35

SBD = Teufe (Sub-bottom depth)

Lab CaCO₃ = Karbonatbestimmung

mit der Müller-Bombe

100% CaCO₃ = auf 100% CaCO₃
normiert

Tab. A10: - Fortsetzung -

Probe	SBD	Sc	Sn	Ta	Th	U	V	W	Y	Zr
	m	mg/kg								
501-1-2, 100-102	2.50	12	1	1	1	8	121	1	17	48
504-3-3, 25-27	22.05	13	1	1	1	1	134	1	22	56
5-1, 113-115	28.73	12	1	1	15	8	138	1	15	51
7-3, 115-117	40.55	8	1	1	1	1	87	1	12	30
12-1, 44-46	58.84	8	1	1	10	1	95	1	16	32
13-2, 85-87	65.15	12	1	1	1	1	128	1	21	60
15-2, 125-127	74.35	15	1	1	1	9	178	1	21	61
16-6, 15-17	79.15	11	1	10	1	14	183	1	20	54
18-1, 131-133	86.11	12	1	1	1	10	145	11	28	53
21-2, 108-110	100.58	10	3	10	10	7	115	10	20	36
22-2, 98-100	104.88	11	3	10	10	7	129	10	15	42
24-1, 96-98	112.16	7	1	1	1	1	56	1	13	24
26-3, 20-22	123.20	7	1	1	1	1	85	1	16	36
29-3, 32-34	136.52	11	1	1	1	1	104	1	23	40
30-3, 22-24	140.82	8	1	1	1	1	55	1	15	29
30-3, 48-49	141.08	8	1	1	12	1	66	1	18	26
31-1, 54-56	142.54	8	1	1	12	1	60	10	11	26
31-1, 72-73	142.72	7	1	1	1	1	69	1	15	28
31-2, 8-9	143.58	8	1	1	1	1	67	1	19	35
31-2, 104-105	144.54	8	1	1	1	1	82	13	22	36
31-C, 14-16	144.96	7	1	1	1	8	56	1	19	27
32-1, 32-33	146.72	6	1	1	1	1	48	1	12	29
32-1, 117-119	147.57	7	1	1	1	1	58	1	17	30
33-1, 28-29	151.08	7	1	1	13	1	35	1	21	29
33-1, 78-79	151.58	7	1	1	1	1	45	1	18	24
33-2, 9-10	152.39	7	1	1	13	1	67	1	15	29
33-2, 36-37	152.66	7	1	1	1	1	49	1	13	25
35-2, 93-95	162.03	9	1	1	1	1	62	1	22	30
501-5-1, 70-72	169.80	6	3	10	10	7	46	10	15	18
504-40-1, 38-40	181.98	5	1	1	1	1	50	1	10	23
41-1, 18-20	186.18	6	1	1	12	1	30	1	11	18
43-1, 127-129	195.27	5	3	10	10	7	43	10	8	13
46-1, 121-123	207.21	7	1	1	1	1	40	11	20	23
49-1, 37-38	218.37	3	1	1	13	1	25	1	13	16
50-1, 57-58	222.57	4	1	1	1	1	21	1	11	12
50-CC, 9-11	223.59	3	1	1	1	1	29	1	13	14
51-1, 28-30	226.28	5	1	1	1	9	41	1	16	11
504A-1-1, 6-7	226.56	3	3	10	10	7	32	10	9	11
1-1, 41-42	226.91	6	3	10	10	7	32	10	<5	10
1cc, 10-15	227.10	5	3	10	10	7	33	10	9	12
504-51-1, 139-140	227.39	4	1	1	13	1	26	1	11	7
504A-1cc, 55-60	227.55	9	3	10	10	7	99	10	8	21
501-6-3, 11-13	229.21	3	3	10	10	7	42	10	11	17
504-52-1, 32-34	230.32	5	1	1	1	1	32	1	17	9
52-CC, 6-8	231.23	5	1	1	1	1	36	1	13	15

Tab. A10: - Fortsetzung -

Probe	SBD m	Sc mg/kg	Sn mg/kg	Ta mg/kg	Th mg/kg	U mg/kg	V mg/kg	W mg/kg	Y mg/kg	Zr mg/kg
53-1, 1-17; Lst	234.01	3	5	1	16	1	36	1	14	8
53-CC, 10-20	235.79	4	1	1	1	1	24	1	9	1
504A-2cc, 10-15	236.10	2	3	10	10	7	12	10	<5	7
3-1, 10-14	245.60	4	3	10	10	7	14	10	<5	7
3-1, 21-22	245.71	4	1	1	11	1	15	1	11	1
3-1, 113-114	246.63	5	3	10	10	7	30	10	10	10
4-1, 100-105	256.00	3	3	10	10	7	29	10	9	7
504B-1-1, 51-53	261.01	2	3	10	10	7	11	10	<5	7
504A-5-1, 9-13	261.09	3	3	10	10	7	27	10	<5	7
504B-1-1, 79-81	261.29	5	1	1	1	1	25	1	10	8
1-1, 87-88	261.37	4	3	10	10	7	25	10	<5	10
1-1, 103-104	261.53	5	3	10	10	7	34	10	12	9
1-1, 121-122	261.71	5	3	10	10	7	23	17	9	7
1-CC, 1-3	262.01	4	3	10	10	7	34	10	11	13
1-CC, 18-23	262.18	4	1	1	1	1	16	1	10	8
2-1, 54-64	270.54	2	3	10	10	7	12	10	<5	7
2-1, 78-80	270.78	4	1	1	11	12	29	1	9	7
Mean		6	2	4	6	4	55	5	14	21
Std. Dev.		3	1	4	5	4	41	7	5	15
N		62	62	62	62	62	62	62	62	62
Min.		1	1	1	1	1	10	1	5	1
Max.		15	5	10	16	14	183	43	28	61

SBD = Teufe (Sub-bottom depth)

Lab CaCO₃ = Karbonatbestimmung
mit der Müller-Bombe100% CaCO₃ = auf 100% CaCO₃
normiert

Tab. A11: Chemische Zusammensetzung der Sedimente, RFA-Analyse (Bohrung 505).

Probe	SBD	SiO ₂	TiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	MnO	MgO	CaO	Na ₂ O	K ₂ O	P ₂ O ₅ (SO ₃)	LOI	Σ	
	m	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	
2-3?, 35-37	2.85	41.39	0.28	8.42	3.81	0.24	2.53	11.51	3.52	1.62	0.09	1.10	24.62	99.13
505-3-2, 91-93	12.41	33.24	0.24	6.70	3.26	0.30	2.00	19.19	2.56	0.81	0.10	1.04	29.44	98.88
4-2, 58-60	21.58	24.21	0.17	4.94	2.50	0.28	1.45	29.00	1.60	0.57	0.10	1.12	32.70	98.64
5-5, 94-96	35.94	42.75	0.33	9.17	4.89	0.39	3.08	8.94	3.66	1.72	0.12	1.39	22.89	99.33
6-5, 21-23	44.71	37.75	0.28	7.91	4.12	0.39	2.48	13.83	3.17	1.39	0.12	1.41	26.01	98.85
7-6, 102-104	56.52	30.06	0.18	4.81	2.37	0.28	1.64	24.89	1.64	0.49	0.10	0.93	31.36	98.75
9-2, 30-32	68.80	23.51	0.15	4.08	2.12	0.32	1.30	30.63	1.35	0.48	0.09	1.22	33.38	98.62
10-3, 128-130	80.78	24.02	0.16	4.18	2.31	0.27	1.54	28.70	1.91	0.51	0.07	1.36	33.13	98.15
11-1, 7-9	95.57	46.53	0.29	7.65	4.13	0.55	2.88	4.92	3.78	1.66	0.15	1.27	25.16	98.97
11-5, 24-26	101.74	43.49	0.30	7.37	4.47	0.33	2.94	8.76	3.36	1.92	0.12	1.25	24.87	99.18
13-3, 23-25	117.73	39.81	0.23	5.91	3.23	0.38	2.48	14.04	3.03	1.24	0.14	1.88	26.83	99.19
14-3, 99-101	127.99	30.27	0.18	4.68	2.67	0.30	1.65	24.58	1.86	0.48	0.11	1.25	30.77	98.79
15-6, 3-5	141.03	50.97	0.24	6.06	3.80	0.28	2.70	6.63	3.60	1.56	0.10	1.35	22.03	99.31
17-2, 58-60	164.08	35.59	0.19	4.90	2.48	0.15	1.57	22.21	1.61	0.68	0.12	1.01	28.60	99.10
18-3, 108-110	175.58	33.43	0.16	4.29	2.28	0.18	1.53	23.87	1.71	0.60	0.10	1.16	29.67	98.98
19-3, 26-28	184.26	31.04	0.18	4.69	3.95	0.18	1.68	24.20	1.69	0.43	0.11	1.33	29.60	99.07
20-3, 28-30	193.78	27.42	0.12	3.05	1.63	0.16	1.13	30.10	1.26	0.41	0.10	0.97	32.66	99.00
21-3, 28-30	203.28	24.66	0.11	2.68	1.46	0.16	0.98	33.11	0.69	0.17	0.08	0.73	34.44	99.26
21-7, 26-28	209.26	24.82	0.12	3.14	1.67	0.17	1.13	31.83	1.28	0.33	0.11	1.09	32.86	98.55
22-3, 23-25	212.73	13.90	0.08	2.11	1.02	0.21	0.74	40.63	0.35	0.26	0.10	0.59	38.10	98.08
22-6, 16-18	217.16	22.66	0.09	2.49	1.09	0.16	0.78	34.88	0.81	0.29	0.09	0.59	35.14	99.07
23-2, 23-25	220.73	21.53	0.10	2.75	1.44	0.14	0.98	36.11	0.59	0.22	0.12	0.70	34.67	99.35
23-5, 113?-115	226.13	20.93	0.15	3.94	2.09	0.13	1.33	33.48	0.99	0.38	0.11	1.01	34.20	98.73
24-1, 6-8	228.56	19.07	0.16	4.29	2.38	0.16	1.53	34.29	1.14	0.45	0.20	1.03	33.56	98.26
24-2, 32-34	230.32	15.68	0.13	3.46	1.80	0.18	1.31	37.67	0.87	0.41	0.17	0.75	35.54	97.97
24-3, 18-20	231.68	18.23	0.16	4.28	2.07	0.25	1.53	36.27	0.43	0.18	0.15	0.51	34.97	99.03
Mean		29.88	0.18	4.92	2.66	0.25	1.73	24.78	1.86	0.74	0.11	1.08	30.66	
Std. Dev.		10.00	0.07	1.94	1.09	0.10	0.69	10.66	1.10	0.55	0.03	0.30	4.28	
N		26	26	26	26	26	26	26	26	26	26	26	26	
Min.		13.90	0.08	2.11	1.02	0.13	0.74	4.92	0.35	0.17	0.07	0.51	22.03	
Max.		50.97	0.33	9.17	4.89	0.55	3.08	40.63	3.78	1.92	0.20	1.88	38.10	

SBD = Teufe (Sub-bottom depth)

O = Kalkschlamm (Ooze)

CH = Kreide (Chalk)

100% CaCO₃ = auf 100% CaCO₃
normiert

Tab. A11: - Fortsetzung -

Probe	SBD m	CaCO3 %	Sr ng/kg	Ba ng/kg	100%CaCO3		(As) mg/kg	Ce mg/kg	Co mg/kg	Cr mg/kg	Cs mg/kg	Cu mg/kg	Ga mg/kg
					Mg %	Sr mg/kg							
2-3?, 35-37	2.85	20.54	456	3011	7.43	2220	5	20	18	26	<5	65	9
505-3-2, 91-93	12.41	34.25	731	2820	3.52	2134	5	<15	12	25	<5	34	7
4-2, 58-60	21.58	51.76	949	2030	1.69	1833	6	<15	10	20	<5	80	9
5-5, 94-96	35.94	15.96	448	3644	11.64	2808	9	<15	23	45	6	123	13
6-5, 21-23	44.71	24.68	588	3139	6.06	2382	5	<15	23	37	<5	62	17
7-6, 102-104	56.52	44.42	856	2593	2.23	1927	7	<15	13	20	<5	46	6
9-2, 30-32	68.80	54.67	939	1672	1.43	1718	6	<15	14	9	<5	41	6
10-3, 128-130	80.78	51.22	935	2495	1.81	1825	5	<15	13	16	<5	52	6
11-1, 7-9	95.57	8.78	347	5360	19.78	3952	11	<15	26	46	<5	185	14
11-5, 24-26	101.74	15.63	427	5463	11.34	2731	12	<15	25	8	12	225	9
13-3, 23-25	117.73	25.06	587	4281	5.97	2343	10	<15	21	34	<5	74	10
14-3, 99-101	127.99	43.87	920	3252	2.27	2097	9	28	16	23	<5	51	7
15-6, 3-5	141.03	11.83	373	3970	13.76	3152	5	<15	29	21	6	120	9
17-2, 58-60	164.08	39.64	883	3266	2.39	2228	5	<15	18	12	<5	56	8
18-3, 108-110	175.58	42.60	927	2972	2.17	2176	8	21	13	8	<5	37	6
19-3, 26-28	184.26	43.19	922	2999	2.35	2135	7	<15	14	28	<5	55	6
20-3, 28-30	193.78	53.72	1045	1973	1.27	1945	5	<15	13	17	<5	47	<5
21-3, 28-30	203.28	59.09	1092	1742	1.00	1848	5	<15	10	<7	<5	24	<5
21-3, 26-28	209.26	56.81	1104	2025	1.20	1943	5	<15	10	<7	<5	41	6
22-3, 23-25	212.73	72.52	1323	1424	0.62	1824	5	27	11	<7	<5	58	<5
22-6, 16-18	217.16	62.25	1165	1746	0.76	1871	5	<15	13	<7	<5	19	<5
23-2, 23-25	220.73	64.45	1118	1877	0.92	1735	5	<15	15	10	<5	31	<5
23-5, 113?-115	226.13	59.76	1090	2235	1.34	1824	8	<15	10	14	<5	68	<5
24-1, 6-8	228.56	61.20	1133	1960	1.51	1851	7	<15	12	21	<5	57	<5
24-2, 32-34	230.32	67.23	1224	1664	1.17	1821	6	<15	<7	16	<5	94	<5
24-3, 18-20	231.68	64.73	1147	1979	1.43	1772	7	<15	14	23	<5	48	<5
Mean		44.23	874	2754	4.12	2157	6.65	24.00	15.84	21.77	8.00	68.96	8.71
Std. Dev.		18.66	288	1091	4.86	512	2.04	3.54	5.44	10.69	2.83	46.67	3.14
N		26	26	26	26	26	26	26	26	26	26	26	26
Min.		8.78	347	1424	0.62	1718	5	20	10	8	6	19	6
Max.		72.52	1323	5463	19.78	3952	12	28	29	46	12	225	17

SBD = Teufe (Sub-bottom depth)

O = Kalkschlamm (Ooze)

CH = Kreide (Chalk)

Tab. A11: - Fortsetzung -

Probe	SBD m	Hf mg/kg	La mg/kg	Mo mg/kg	Nb mg/kg	Ni mg/kg	Pb mg/kg	Rb mg/kg	Sc mg/kg	Sn mg/kg	Ta mg/kg	Th mg/kg
2-3?, 35-37	2.85	20	7	<5	<5	155	12	30	14	3	10	10
505-3-2, 91-93	12.41	20	7	13	7	148	10	16	13	3	10	10
4-2, 58-60	21.58	21	17	<5	<5	127	10	13	10	3	10	10
5-5, 94-96	35.94	28	18	8	<5	235	39	37	15	3	14	10
6-5, 21-23	44.71	20	11	13	<5	180	10	28	13	3	10	10
7-6, 102-104	56.52	20	6	<5	<5	122	16	9	10	3	10	10
9-2, 30-32	68.80	20	<5	7	<5	128	10	8	7	3	10	10
10-3, 128-130	80.78	20	<5	9	<5	123	10	10	9	3	10	10
11-1, 7-9	95.57	20	11	29	7	280	22	40	15	3	10	10
11-5, 24-26	101.74	20	<5	8	6	257	21	47	16	3	27	10
13-3, 23-25	117.73	20	10	19	<5	177	10	25	12	3	10	10
14-3, 99-101	127.99	20	11	34	<5	131	10	10	9	3	10	10
15-6, 3-5	141.03	20	16	18	6	180	28	35	12	3	10	10
17-2, 58-60	164.08	20	<5	7	<5	110	10	11	10	3	10	10
18-3, 108-110	175.58	20	11	10	<5	109	10	13	8	3	10	10
19-3, 26-28	184.26	20	7	54	<5	112	10	9	10	3	10	10
20-3, 28-30	193.78	20	8	<5	<5	74	10	10	7	3	10	10
21-3, 28-30	203.28	20	12	<5	<5	56	20	8	4	3	10	10
21-7, 26-28	209.26	20	<5	<5	<5	114	10	7	7	3	10	10
22-3, 23-25	212.73	20	8	<5	<5	74	10	8	5	3	10	10
22-6, 16-18	217.16	20	13	<5	<5	58	10	7	8	3	10	10
23-2, 23-25	220.73	20	23	<5	<5	69	10	<5	8	3	10	10
23-5, 113?-115	226.13	21	23	<5	<5	90	10	8	8	3	10	10
24-1, 6-8	228.56	20	6	<5	<5	95	10	12	7	3	10	10
24-2, 32-34	230.32	20	15	<5	<5	57	10	10	7	3	10	10
24-3, 18-20	231.68	20	15	<5	<5	68	10	<5	8	3	10	10
Mean		20.38	12.14	17.62	6.50	128	13.38	17.13	9.69	3	10.81	10.00
Std. Dev.		1.55	5.00	13.33	0.50	59	6.99	11.99	3.12	0	3.33	0
N		26	26	26	26	26	26	26	26	26	26	26
Min.		20	6	7	6	56	10	7	4	3	10	10
Max.		28	23	54	7	280	39	47	16	3	27	10

SBD = Teufe (Sub-bottom depth)

O = Kalkschlamm (Ooze)

CH = Kreide (Chalk)

100% CaCO₃ = auf 100% CaCO₃
normiert

Tab. A11: - Fortsetzung -

Probe	SBD m	U mg/kg	V mg/kg	W mg/kg	Y mg/kg	Zn mg/kg	Zr mg/kg
2-3?, 35-37	2.85	7	128	10	14	144	54
505-3-2, 91-93	12.41	7	134	10	13	206	40
4-2, 58-60	21.58	7	101	23	14	180	31
5-5, 94-96	35.94	7	198	10	21	277	65
6-5, 21-23	44.71	7	154	10	20	182	53
7-6, 102-104	56.52	7	107	10	13	188	31
9-2, 30-32	68.80	7	106	10	13	158	31
10-3, 128-130	80.78	7	100	10	11	175	29
11-1, 7-9	95.57	11	210	10	21	135	62
11-5, 24-26	101.74	7	194	10	<5	245	49
13-3, 23-25	117.73	8	138	10	19	143	43
14-3, 99-101	127.99	7	105	10	14	203	31
15-6, 3-5	141.03	7	131	10	15	117	49
17-2, 58-60	164.08	7	103	10	16	196	37
18-3, 108-110	175.58	7	79	10	15	161	28
19-3, 26-28	184.26	7	87	10	19	170	30
20-3, 28-30	193.78	7	73	10	10	99	20
21-3, 28-30	203.28	7	55	10	12	81	15
21-7, 26-28	209.26	7	63	13	13	110	18
22-3, 23-25	212.73	7	37	10	8	45	11
22-6, 16-18	217.16	7	43	16	11	74	17
23-2, 23-25	220.73	7	48	10	9	71	17
23-5, 113?-115	226.13	7	69	10	20	114	24
24-1, 6-8	228.56	7	67	10	17	90	29
24-2, 32-34	230.32	7	42	10	18	57	21
24-3, 18-20	231.68	7	61	10	16	51	21
Mean		7.19	101	10.85	14.88	141	32.92
Std. Dev.		0.79	48	2.74	3.68	60	14.61
N		26	26	26	26	26	26
Min.		7	37	10	8	45	11
Max.		11	210	23	21	277	65

SBD = Teufe (Sub-bottom depth)

O = Kalkschlamm (Ooze)

CH = Kreide (Chalk)

Tab. A12: Chemische Zusammensetzung der Karbonate, Bohrlotation 501/504 (AES-Analyse).

Probe	SBD m	Al mg/kg	Ca %	Sr mg/kg	Sr* mg/kg	Mg %	Fe mg/kg	Mn mg/kg	Ba mg/kg	Zn mg/kg	Cd mg/kg	Cu mg/kg	Li mg/kg	Ca mM	Sr mM	Sr/Ca x1000
501-1-3, 110-112	4.1	8.8	7.10	367	2070	0.28	0.9	323	0.8	5.8	1.7	5.6	1.4	1771.5	4.2	2.36
504-3-3, 25-27	22.05	13.0	13.60	397	1168	0.25	1.4	603	0.5	7.2	1.2	11.3	1.1	3393.2	4.5	1.33
5-1, 113-115	28.73	13.0	9.90	437	1768	0.20	6.3	1266	0.5	7.9	1.4	1.7	1.1	2470.1	5.0	2.02
7-3, 115-117	40.55	9.8	9.70	418	1726	0.15	0.6	1312	0.8	9.7	1.1	4.0	0.5	2420.2	4.8	1.97
12-1, 44-46	58.84	10.3	9.60	404	1686	0.14	0.3	1855	0.7	19.0	0.8	5.2	0.6	2395.2	4.6	1.93
13-2, 85-87	65.15	19.4	10.30	428	1664	0.19	3.3	1851	<0,1	28.3	1.1	7.3	0.8	2569.9	4.9	1.90
15-2, 125-127	74.35	28.5	5.70	269	1888	0.32	19.5	1073	<0,1	20.2	1.5	2.3	0.9	1422.2	3.1	2.16
16-3, 15-17	79.15	19.0	8.50	396	1865	0.23	11.3	1098	1.5	25.3	2.5	0.6	0.8	2120.8	4.5	2.13
18-1, 131-133	86.11	39.7	7.50	398	2122	0.20	38.7	889	<0,1	38.2	2.9	5.8	1.0	1871.3	4.5	2.42
24-1, 96-98	112.16	10.5	10.80	473	1753	0.11	1.8	1306	1.7	33.3	0.9	9.3	0.5	2694.6	5.4	2.00
26-3, 20-22	123.2	17.2	13.40	580	1734	0.12	2.6	1212	2.8	32.2	1.5	5.7	0.5	3343.3	6.6	1.98
29-3, 32-34	136.52	11.3	10.60	457	1725	0.11	0.9	1319	1.7	39.7	1.6	18.7	0.5	2644.7	5.2	1.97
31-1, 54-56	142.54	9.5	10.20	429	1685	0.11	0.9	1056	1.7	13.2	0.6	9.4	0.4	2544.9	4.9	1.92
32-1, 117-119	147.57	9.8	10.50	419	1598	0.07	1.4	877	3.4	22.1	0.5	7.1	0.3	2619.8	4.8	1.82
35-2, 93-95	162.03	13.3	11.80	460	1562	0.09	1.7	948	3.6	21.7	1.0	14.9	0.3	2944.1	5.3	1.78
40-1, 38-40	181.98	7.5	10.80	379	1404	0.05	2.0	512	2.1	9.2	0.5	9.5	0.2	2694.6	4.3	1.60
46-1, 121-123	207.21	5.8	11.20	425	1518	0.08	0.9	359	6.9	10.1	0.6	9.4	0.2	2794.4	4.8	1.73
51-1, 139-140	227.39	6.1	11.40	352	1237	0.06	1.6	359	4.9	5.4	0.2	1.5	0.1	2844.3	4.0	1.41
52-cc, 6-8	231.23	7.0	11.40	343	1204	0.06	2.0	369	5.1	4.5	0.3	2.6	0.1	2844.3	3.9	1.38
504B-1-cc, 18-23	262.18	4.0	10.40	241	929	0.03	2.4	437	25.6	3.1	0.1	2.0	0.1	2594.8	2.8	1.06
Mean		13.2	10.22	404	1615	0.14	5.0	951	3.8	17.8	1.1	6.7	0.6	2549.9	4.6	1.85
Std. Dev.		8.5	1.92	72	302	0.08	9.1	473	5.9	11.9	0.7	4.7	0.4	478.9	0.8	0.35
N		20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20
Min.		4.0	5.70	241	929	0.03	0.3	323	0.5	3.1	0.1	0.6	0.1	1422.2	2.8	1.06
Max.		39.7	13.60	580	2122	0.32	38.7	1855	25.6	39.7	2.9	18.7	1.4	3093.2	6.6	2.42

SBD = Teufe (Sub-bottom depth)

Sr* = normiert auf 100% CaCO₃

Tab. A13: Chemische Zusammensetzung der Karbonate, Bohrlotation 505 (AES-Analyse).

Probe	SBD m	Al mg/kg	Ca %	Sr mg/kg	Sr* mg/kg	Mg %	Fe mg/kg	Mn mg/kg	Ba mg/kg	Zn mg/kg	Cd mg/kg	Cu mg/kg	Li mg/kg
505-2-3, 35-37	3.85	18.5	7.40	248	1343	0.38	3.3	285	0.1	3.2	0.8	5.2	1.5
4-2, 58-60	21.58	14.3	10.30	373	1449	0.24	5.5	922	0.5	5.1	0.9	4.0	0.7
5-5, 94-96	35.94	32.3	5.40	225	1671	0.33	5.5	513	<0,1	5.6	1.8	9.5	1.3
7-6, 102-104	56.52	14.0	13.60	383	1128	0.30	3.8	1000	0.6	5.2	0.8	3.5	0.7
10-3, 128-130	80.78	13.0	10.90	368	1350	0.28	3.8	950	<0,1	6.2	0.9	0.7	0.6
11-5, 24-26	101.74	38.5	5.70	220	1548	0.35	26.4	691	<0,1	9.2	2.1	3.7	1.0
14-3, 99-101	127.99	19.0	9.70	405	1671	0.22	6.6	965	0.6	6.9	1.0	2.8	0.6
17-2, 58-60	164.08	15.3	10.10	415	1645	0.19	5.1	459	0.3	4.1	0.8	4.5	0.6
19-3, 26-28	184.26	13.0	10.70	408	1528	0.00	5.2	408	0.4	4.1	0.4	4.2	0.5
21-3, 28-30	203.28	11.0	11.60	388	1340	0.16	2.7	590	0.1	2.6	0.4	2.5	0.4
23-5, 112-113	226.13	10.3	10.60	363	1373	0.17	1.9	375	0.8	3.7	0.6	8.3	0.5
24-3, 18-20	231.68	10.3	10.20	354	1389	0.17	1.0	773	1.7	1.6	0.2	5.7	0.5
Mean		17.5	9.68	346	1453	0.23	5.9	661	0.6	4.8	0.9	4.6	0.7
Std. Dev.		8.9	2.39	72	165	0.10	6.7	257	0.5	2.1	0.6	2.4	0.3
N		12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12
Min.		10.3	5.40	220	1128	0.00	1.0	285	0.1	1.6	0.2	0.7	0.4
Max.		38.5	13.60	415	1671	0.38	26.4	1000	1.7	9.2	2.1	9.5	1.5

SBD = Teufe (Sub-bottom depth)

Sr* = normiert auf 100% CaCO₃

Tab.A14: Ergebnisse der Mikrosondenanalysen, BIOGENE PARTIKEL.

	Obj. Nr.	Ca %	Mg mg/kg	Sr mg/kg	Fe mg/kg	Mn mg/kg
Schliff 68 1.70 m	1-1	41.31	600	1600	0	1100
	1-2	41.48	600	1400	100	200
	1-4	39.64	600	1500	0	400
	1-6	39.70	600	1400	0	3000
	2-1	41.68	500	1700	600	0
	2-2	42.89	600	1400	0	100
	2-3	39.90	800	1600	0	1200
	2-4	42.67	200	1700	0	0
	2-5	42.19	600	1800	0	100
	2-7	40.05	600	1800	200	400
	3-1	40.03	600	1500	400	1600
	4-1	42.54	200	1900	100	0
	4-2	42.13	200	1400	0	200
	4-3	41.25	200	1800	200	200
	5-1	42.26	800	1600	0	2300
	5-6	41.33	700	1900	600	2200
	6-1	39.93	400	1900	500	2600
Mean	41.23	518	1641	159	918	
Schliff 69 50.15 m	1-1	42.59	300	1700	200	0
	1-2	41.96	300	1900	300	0
	1-3	36.36	700	1600	500	3200
	1-4	37.94	1100	1700	100	3500
	1-5	36.08	700	2000	200	3600
	1-6	40.35	800	1300	0	2100
	1-7	42.04	300	1600	300	100
	2-1	41.99	300	1400	200	200
	2-2	41.50	400	1600	200	800
	3-1	42.64	600	1300	0	100
	3-2	40.48	400	1300	200	0
	3-3	41.28	100	1700	600	200
	3-4	42.31	400	1400	0	0
	3-5	41.56	400	1600	300	1100
	4-1	42.42	300	1900	500	0
	4-2	42.33	300	2000	100	400
	4-3	42.21	200	1700	300	800
4-4	40.48	300	1100	200	800	
5-1	40.17	500	1600	0	800	
5-3	39.13	700	1200	0	1300	
6-1	42.21	200	1800	0	0	
6-2	38.15	400	1400	100	500	
6-3	41.72	200	1800	300	200	
Mean	40.78	430	1591	200	857	
Schliff 27 126.98 m	1-1	41.48	400	1600	0	300
	1-3	38.53	500	1200	300	1100
	1-4	41.27	300	1600	200	200
	1-5	40.44	400	1000	0	1000
	2-1	38.29	600	1500	100	2000
	2-4	42.24	400	1700	0	200
	2-5	41.22	300	1500	400	700
	2-6	41.69	500	1300	200	700
	3-1	40.55	500	1600	100	2300
	3-2	40.70	500	1700	0	1000
	3-3	42.07	800	1800	100	100
	3-4	42.77	300	2000	0	0
	4-1	42.44	600	2200	0	0
	4-2	42.54	400	1900	0	400
	5-1	40.57	700	1800	500	1100
	5-2	37.04	300	1200	0	1100
	5-3	41.11	200	1600	300	500
Mean	40.88	453	1600	129	747	
Schliff 15 227.53 m	1-6	38.49	700	2600	0	1000
	1-8	37.15	1100	1200	300	1400
	2-1	43.88	300	1200	0	600
	2-4	42.01	500	1500	0	800
	2-6	42.79	400	1300	0	1000
	3-1	42.58	200	1400	0	400
Mean	41.15	533	1533	50	867	

	Obj. Nr.	Ca %	Mg mg/kg	Sr mg/kg	Fe mg/kg	Mn mg/kg
Schliff 12 236.84 m	1-5	38.14	800	1300	200	900
	2-2	40.60	900	1100	400	1100
	2-4	41.59	1100	900	200	1700
	2-5	41.86	400	1700	200	900
	2-6	41.79	600	1500	100	1200
	2-7	42.41	1000	1000	600	2800
	2-9	41.78	1100	1200	0	3800
	3-1	41.86	1200	1200	1000	3100
	3-2	42.22	600	1700	200	1400
	3-7	41.65	700	1200	200	900
	3-8	41.40	800	1700	400	1700
	3-9	40.01	700	800	0	500
	3-12	37.89	700	1300	500	800
4-2	40.88	200	1300	300	400	
4-4	40.17	200	1500	400	300	
Mean	40.95	733	1293	313	1433	
Schliff 16 245.6 m	1-1	41.89	700	1200	0	900
	1-2	41.29	600	1300	0	1400
	1-4	40.67	600	1300	0	700
	1-8	41.78	600	1200	0	1700
	1-10	41.25	500	1400	0	1600
	1-12	41.47	400	1100	0	400
	2-1	43.24	1000	800	0	1100
	2-4	42.75	1100	1200	0	700
	2-6	41.22	1000	900	0	400
	3-1	42.60	900	1100	400	900
	3-5	41.99	900	1200	600	1000
	4-2	39.78	1000	800	400	1900
	4-4	35.62	700	800	600	1600
	4-6	39.86	900	1100	100	1700
	5-1	43.83	900	1300	0	1700
	5-3	41.71	900	900	200	2900
5-4	41.64	800	1100	800	1400	
5-6	42.44	700	1200	0	700	
6-1	43.50	800	1100	100	1000	
6-3	40.48	800	1000	100	2100	
6-6	42.78	500	1100	300	600	
Mean	41.51	776	1100	171	1257	
Schliff 14 254.87 m	1-1	42.18	500	900	0	1500
	1-2	42.15	600	900	200	2100
	1-3	41.88	400	1000	200	1100
	1-5	40.11	400	1100	0	1000
	2-1	40.76	700	1400	0	2400
	2-3	39.32	800	800	0	1400
	2-6	38.23	900	1200	100	2500
	3-1	40.99	400	1200	0	0
	3-2	40.99	900	900	200	3000
	3-3	38.84	700	1200	400	1000
4-1	42.05	500	1500	100	400	
5-2	36.64	900	900	200	1500	
5-8	40.11	600	800	700	1200	
5-10	38.52	800	1500	100	400	
7-1	40.03	500	1000	200	1500	
7-7	38.18	600	500	400	2800	
Mean	40.06	638	1050	175	1488	

alle Punktanalysen:					
Mean	40.94	583	1393	182	1086
Std.Dev.	1.70	255	354	210	920
Min.	35.62	100	500	0	0
Max.	43.88	1200	2600	1000	3800
N	115	115	115	115	115

Obj. Nr. = Objekt Nummer der Meßreihe

Tab. A15: Ergebnisse der Mikrosondenanalysen, ZEMENTE.

	Obj. Nr.	Ca %	Mg mg/kg	Sr mg/kg	Fe mg/kg	Mn mg/kg
Schliff 16 227.53 m	1-1	42.91	900	500	900	2400
	1-2	42.26	1200	500	1700	1600
	1-3	42.87	2500	500	1100	3000
	1-4	41.91	1000	100	800	3000
	1-7	42.21	900	700	800	2300
	2-2	42.30	400	400	1200	1800
	2-3	42.03	1200	600	1000	2300
	2-7	39.72	1000	500	600	1800
	3-2	43.29	800	400	800	2300
	3-3	40.99	900	400	400	1800
	Mean	42.05	1080	460	930	2230
Schliff 12 236.84 m	1-3	38.62	500	300	800	1300
	1-4	40.00	1100	700	0	2000
	1-6	40.55	900	400	1400	2600
	2-1	41.75	700	600	1000	1800
	2-3	35.24	500	600	1400	1600
	2-8	36.50	1100	200	1500	2500
	3-3	41.05	1000	700	1000	2100
	3-4	42.22	900	500	1300	2700
	3-6	42.84	1000	800	1600	3000
	3-10	41.22	1100	600	800	2200
	3-11	38.25	900	500	1100	1700
	3-13	43.37	700	500	800	2300
	4-1	36.60	1400	600	1300	2100
	4-5	38.67	1400	300	1000	2600
		Mean	39.78	943	521	1071
Schliff 18 245.60 m	1-3	43.93	700	500	400	1700
	1-5	40.29	1000	200	1000	2300
	1-6	36.88	700	0	1200	1600
	1-7	43.83	500	500	900	1700
	1-9	41.64	600	1200	400	500
	1-11	43.97	900	600	100	2100
	1-13	42.27	800	600	400	2200
	2-2	36.08	400	100	800	1200
	2-3	42.14	1000	400	400	2200
	2-5	41.24	700	400	1200	2300
	3-2	43.35	500	800	1400	1700
	3-3	42.76	400	300	400	1900
	3-4	43.06	800	100	1200	2300
	3-6	44.23	400	400	700	1400
	4-1	40.46	600	1300	0	1200
	4-5	37.27	900	200	1200	1400
	4-7	43.16	500	600	1100	1900
	4-8	41.28	1400	900	200	2200
5-2	37.43	700	600	800	1400	
5-5	34.65	900	800	800	1600	
6-2	44.50	1000	1800	200	400	
6-4	43.07	900	800	600	1400	
6-5	38.37	3300	700	600	1500	
	Mean	41.12	447	726	648	1176

	Obj. Nr.	Ca %	Mg mg/kg	Sr mg/kg	Fe mg/kg	Mn mg/kg
Schliff 14 254.87 m	1-4	41.49	400	800	100	1500
	2-2	39.75	800	1000	200	1900
	2-4	39.66	600	1200	400	1300
	2-5	39.68	700	1200	0	1600
	3-4	35.32	600	400	600	2700
	4-2	38.51	800	800	700	2500
	4-6	35.99	500	500	800	3300
	5-1	43.29	700	500	400	2300
	5-4	37.87	600	400	500	2300
	5-5	38.96	600	700	400	2400
5-6	39.62	600	500	800	2500	
5-7	39.79	300	500	600	2000	
7-2	40.65	1100	400	1000	3600	
7-3	37.09	900	500	1600	2600	
7-8	34.88	400	300	600	2600	
	Mean	38.84	640	647	580	2340

alle Punktanalysen:

Mean	40.42	858	571	790	2032
Std.Dev.	2.65	461	311	426	596
Min.	34.65	300	0	0	400
Max.	44.50	3300	1800	1700	3600
N	62	62	62	62	62

Obj. Nr. = Objektnummer der Meßreihe

Tab. A16: Ergebnisse der Isotopenmessungen (Bohrlokation 501/504 u. 505).

Lithol.	Proben	SBD m	$^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$	$\pm 2 \text{ s.e.}$	PDB d13C ‰	PDB d18O ‰	Alter Ma
O	504-3-1, 88-89	19.68	0.709138	0.000008	1.60	1.80	0.53
O		40.55			-0.06	-0.02	0.98
O		65.15					1.60
O		86.38			0.68	-0.87	2.10
O		112.16					2.50
O		136.52			0.13	-0.37	3.50
CH	34-2, 96-98	157.67	0.709031	0.000008	0.10	-1.00	4.40
CH		186.18			0.71	-1.09	4.40
CH	44-1, 35-37	198.35	0.709024	0.000008	0.80	-1.00	5.00
CH		218.37			0.46	-1.01	5.05
CH		230.32					5.24
L	504B-1cc, 1-3	262.01	0.708975	0.000006	0.70	-2.30	5.76
L	504B-2-1, 26-28	270.26			0.41	-2.68	5.89
L	2-1, 54-64	270.54	0.708944	0.000009	1.00	-2.60	5.89
CHiL	2-1, 78-80	270.78	0.708955	0.000008	1.10	0.20	5.90
L		270.85			0.67	-2.71	5.90
L	504B-1cc, 1-3	262.01	0.708995	0.000020	0.70	-2.10	5.76
L	2-1, 54-64	270.54	0.708959	0.000008	0.90	-2.80	5.89
L	2-1, 78-80	270.78	0.708953	0.000008	1.10	0.40	5.90
O	505-4-2, 58-60	21.58	0.709149	0.000008	1.00	0.10	0.35
O		68.8	0.709122	0.000007	0.29	0.38	1.21
O	15-3, 98-100	137.48	0.709069	0.000008	0.60	-0.40	2.17
O	20-3, 28-30	193.78			0.30	-0.50	3.53
CH	24-3, 18-20	231.68	0.709033	0.000007	0.00	-0.50	3.90
O PULVER	505-4-2, 58-60	21.58			1.00	0.60	0.35
O PULVER	20-3, 28-30	193.78	0.709049	0.000008	0.30	-0.50	3.53
O PULVER	24-3, 18-20	231.68			0.10	-0.40	3.90
O FOR	505-4-2, 58-60	21.58	0.709166	0.000010			0.35
O FOR	15-3, 98-100	137.48	0.709091	0.000010			2.17
O FOR	20-3, 28-30	193.78	0.709058	0.000008			3.53

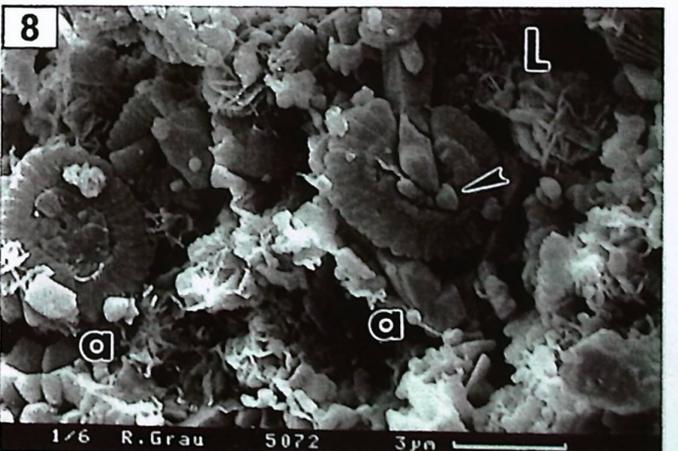
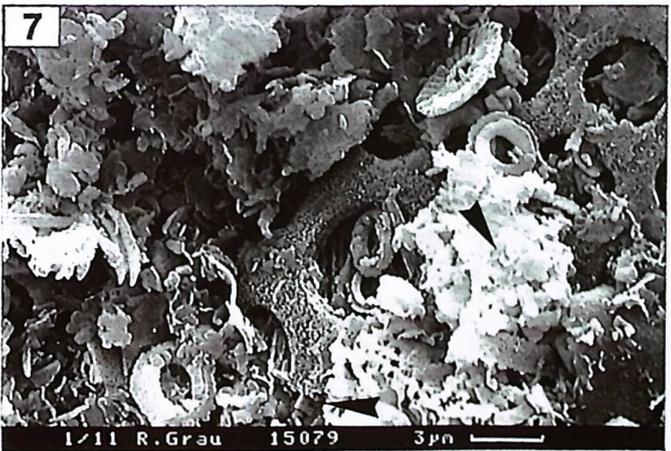
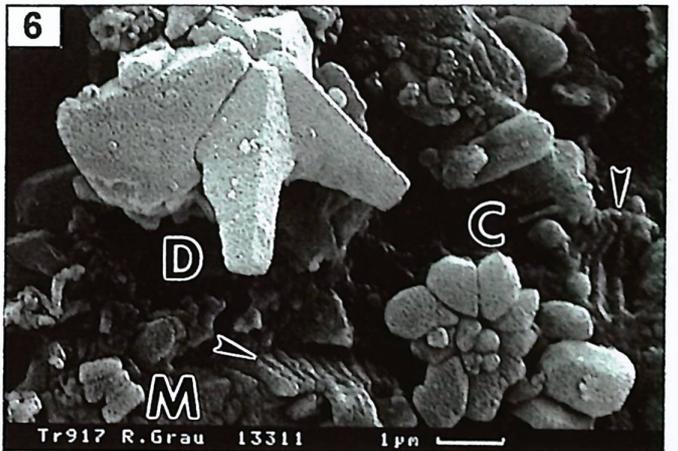
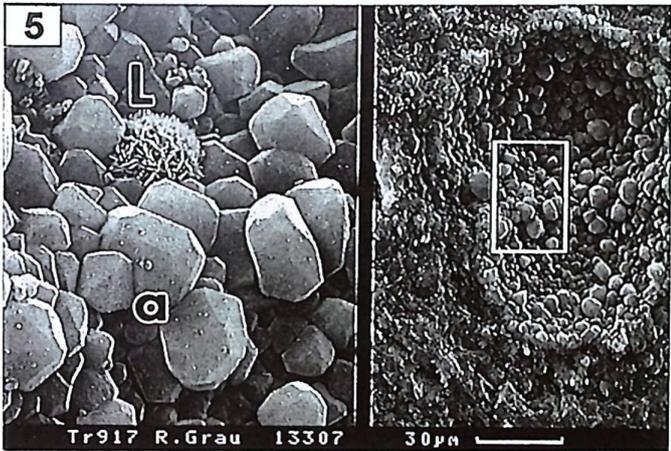
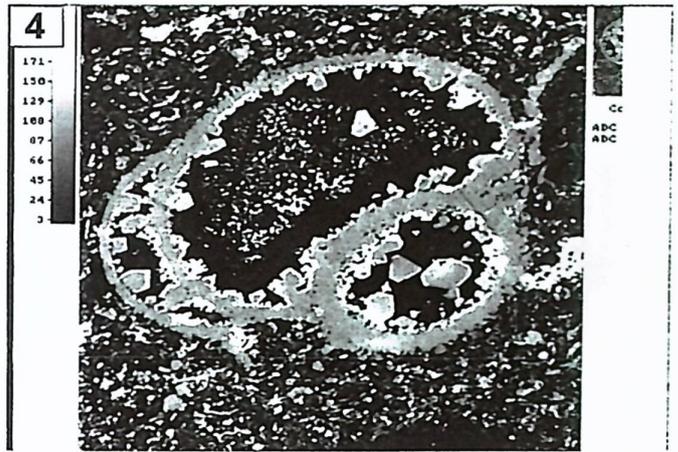
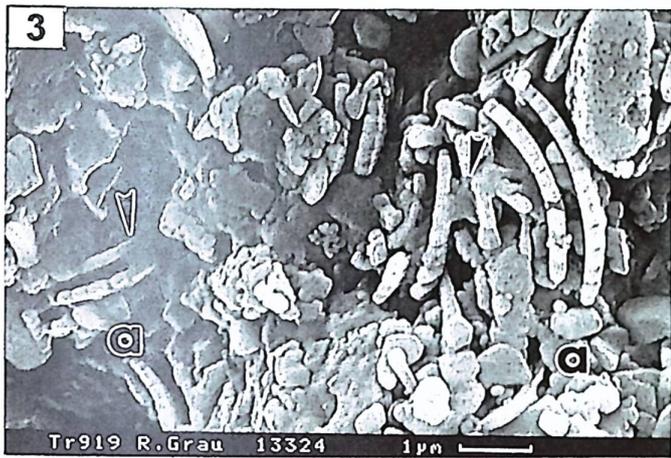
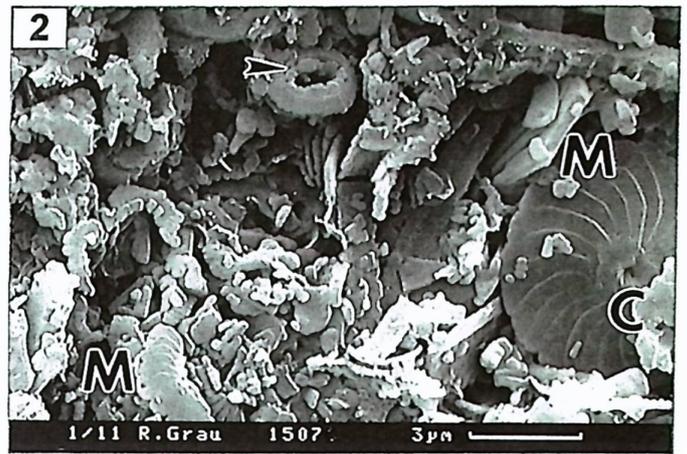
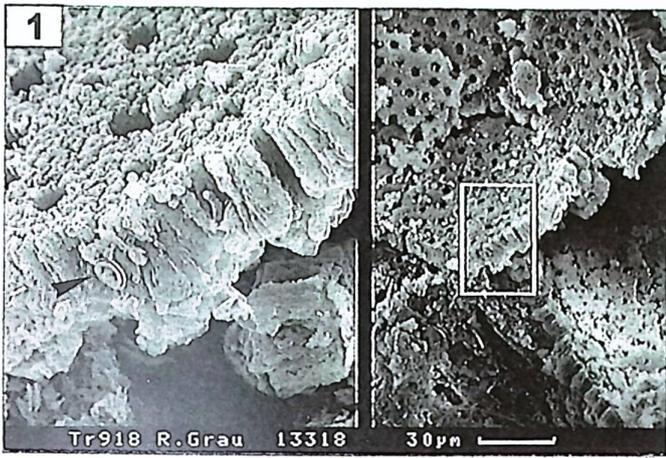
SBD = Teufe (Sub-bottom depth) CHiL = Kreide im Kalkstein (Chalk in Limestone)
O = Kalkschlamm (Ooze) L = Kalkstein (Limestone)
CH = Kreide (Chalk) FOR = Foraminiferen

Tafeln

Tafel 1

- (1) Fragmentierte Foraminiferenschale. Die ursprüngliche Ultrastruktur ist gut erhalten. Ebenfalls gut erhaltener Coccolith ohne Überwüchse oder Lösungsmarken (**Pfeil**). Maßstab bezieht sich auf die rechte Bildhälfte. REM, Probe 504-27-2, 108-110, 126.98 m.
- (2) Lockeres Gefüge der lithologischen Einheit I (Kalkschlamm). Viele Zemente von 0.2 - 2 μm und 2 - 4 μm neben Überwüchsen (**Pfeil**) und Micarb-Partikeln (**M**). Gut erhaltener Coccolith (**C**). REM, Probe 504-18-1, 131-133, 86.11 m.
- (3) Zemente (**a**) und Überwüchse (**Pfeile**) führen zur Vernetzung von primären Sedimentpartikeln. Es ergibt sich ein relativ dichtes Gefüge. REM, Probe 504-43-1, 127-129, 195.27 m.
- (4) Foraminiferenschale mit Internsediment und einem Saum aus euhedralen Calcizementen (max. 8 μm). Bildkante = 150 μm . BSE-Aufnahme (**Back-scattered electron image**), Probe 504A-1CC, 53-54, 227.53 m.
- (5) Umkristallisierte Foraminiferenschale. Im Inneren der Kammer wachsen große Zemente (**a**) von 8 - 20 μm Durchmesser und Opal-CT-Lepisphären (**L**). Maßstab bezieht sich auf die rechte Bildhälfte. REM, Probe 504A-4-1, 58-60 255.58 m.
- (6) Typische Formen von Überwüchsen. Discoasteriden (**D**) und Coccolithen (**C**) sind stark überwachsen. Die Überwüchse besitzen ideale Kristallflächen. Weiterhin sichtbar: Micarb-Partikel (**M**) und Abdrücke von Coccolithen (**Pfeile**) in porenfüllendem Quarzzement. REM, Probe 504A-4-1, 58-60 255.58 m.
- (7) Angelöstes Diatomeengerüst mit auffälliger blumenkohlartiger Oberfläche. Daneben gut erhaltene Coccolithen, viele Micarb-Partikel und Zemente von 0.2 - 2 μm (**Pfeile**). REM, Probe 504-33-2, 36-37, 152.66 m
- (8) Drucklösung an Coccolithen. Im Druckschatten entstehen Zemente (**Pfeil**). Als weitere authigene Phasen treten viele Überwüchse auf Coccolithen, kleine Zemente (**a**) und Opal-CT-Lepisphären (**L**) auf. REM, Probe 504A-4-1, 100-105, 256 m.

Tafel 1



Tafel 2

- (1) Durch Quarz- und Calcitzemente (EDS-Analyse) lithifizierter Kalkstein mit nur noch wenigen löungsresistenten Nannofossilien: überwachsener Discoaster (**D**) und Coccolithen (**C**). Viele Abdrücke von Coccolithen in den porenfüllenden Zementen (**Pfeile**). REM, Probe 504A-4-1, 58-60 255.58 m.
- (2) Verkieselte Kreide, die durch Zemente und Überwüchse gekennzeichnet ist. Opal-CT-Lepisphären imprägnieren einen Großteil der Poren. Coccolithen mit offenen und überwachsenen Zentralflächen sowie Brückenbildung zwischen distalem und proximalem Schild (**Pfeile**). Die Lepisphären besitzen eine grobe Struktur. Bis zur Unkenntlichkeit überwachsener Discoaster (**D**). REM, Probe 504B-2-1, 38-40, 270.38 m.
- (3) (l) Große euhedrale Zemente (8 - 20 μm) im Inneren einer Foraminiferenkammer. Vergrößerung der prismatischen Schalenoberfläche durch Weiterwachsen (**Pfeil**). Feinstrukturierte Opal-CT-Lepisphären (**L**). REM, Probe 504B-2-1, 54-55, 270.54 m.
- (4) Zemente von 4 - 8 μm Durchmesser in Vergesellschaftung mit überwachsenen Coccolithen und Opal-CT-Lepisphären, REM, Probe 504A-4-1, 58-60, 255.58 m.
- (5) Angeätzter verkieselter Kalkstein. Die Karbonatphasen wurden mit Säure vollständig weggelöst. Die Zemente bestehen überwiegend aus Quarz. Hohlraum eines weggeätzten Discoasters (**d**). Abdrücke von Coccolithen (**Pfeile**). REM, Probe 504A-4-1, 58-60 255.58 m.
- (6) Poröse Kreide ohne kieselige Phasen. Die einzelnen Sedimentkomponenten sind durch Calcitzemente miteinander verschweißt. Hoher Anteil an offenem Porenraum. REM, Probe 504B-2-1, 78-80, 270.78 m.
- (7) Lockeres Gefüge der lithologischen Einheit II (Bohrlokation 505). Die Sedimentpartikel sind überwiegend durch mechanische Kompaktion und Lösung fragmentiert. REM, Probe 505-7-6, 102-104, 56.52 m
- (8) Gut erhaltener Discoaster ohne Überwuchs. Als authigene Phasen treten nur wenige Zemente und einige Überwüchse (u.a. Brückenbildung) auf Coccolithen auf (**Pfeil**). Viele Micarb-Partikel. Die wenigen erhaltenen Bruchstücke von kieseligen Gehäusen zeigen Lösungsspuren (**a**). REM, Probe 505-23-5, 113-115, 226.13 m.

Tafel 2

