

BERICHTE

aus dem

INSTITUT FÜR MEERESKUNDE

an der

CHRISTIAN-ALBRECHTS-UNIVERSITÄT KIEL

Nr. 277

**Dokumentation und Massenbilanz des
Chlorbiphenyl-Eintrags der Oder
in die Südpommersche Bucht**

von

Thomas Blanz

1996

**Kopien dieser Arbeit können bezogen werden:
Institut für Meereskunde an der Universität Kiel
Abt. Meereschemie
Düsternbrooker Weg 20
D-24105 Kiel**

ISSN 0341 - 8561

Abstract

Under the EC sponsored research project ODER (Oder Discharge-Environmental Response) an investigation has been carried out in the coastal waters of Oder Haff, Achterwasser, Greifswalder Bodden, Oder Rinne, Arkona Basin and Bornholm Basin in order to estimate the PCB input via river Oder. For this purpose, ten sediment core samples were analysed for PCB content and composition. Sedimentological parameters such as water content, dry bulk density, grain size distribution, organic and anorganic carbon have been measured in parallel. Nine water samples have been collected in this region to determine the content of suspended particulate material and subsequently analysed for CB content and congener-specific composition. Particle free solution was analysed for CB composition and content in three of these nine samples.

The results showed that the content of sum of CB congeners decreased with increasing distance from river mouth to the deeper waters of the Baltic. Interestingly the congener-specific CB composition in all samples except that of northern Bornholm Basin was rather similar suggesting a common source of contamination. Analyses of sediment cores indicated fluctuation in the CB input to Oder Haff, Greifswalder Bodden, Oder Rinne and southern Bornholm Basin probably reflecting the varying use of PCBs in the past decades. This can be deduced from the minima and maxima of total CB content in sediment layers from top to bottom. Even though ^{210}Pb dating has been carried out at different sediment cores of the same sites, the dating of CB minima and maxima has been prevented by poor correlation of the cores. For future high resolution time series a different sampling technique than the one used in these investigations is strongly advised.

Congener-specific CB composition in the samples revealed that most of the congeners in coastal water preferentially partitioned to suspended particulate matter (SPM) within four weeks after the onset of plankton bloom in the region. Principal Component Factor Analysis of the CB composition (X/153 ratio) showed positive correlation between the composition of CBs in SPM and sediment. It was clear from this analysis that SPM was the major source of CB contamination to the sediment. Comparison of the composition of lower chlorinated biphenyls in solution and suspended material in one hand and that of sediment on the other hand suggested congener-specific alteration. In this respect, the similar composition of CBs in SPM and sediment indicated very poor or no microbial degradation in the sediment.

Mass balance calculations revealed a total input of 970 ± 208 kg PCB to the Oder Haff, Achterwasser, Greifswalder Bodden, Oder Rinne and Arkona Basin and Bornholm Basin

ABSTRACT

in the past 65 years, from the time PCB were first produced in Europe. Calculations showed that about 825 kg of PCB was introduced during this time from river Oder, thus qualifying river Oder as the major source of contamination to the southern Baltic sea. Other sources such as atmospheric transport etc. are only minor in nature.

Further research is needed to confirm the accurate estimation of PCB input from river Oder as well as to predict any time trend in contamination. A thorough analysis of CB content in more samples of solution, SPM and sediment will refine the balance sheet produced in this work.

Zusammenfassung

Im Rahmen des von der EU geförderten Forschungsprojekts ODER (Oder Discharge-Environmental Response) wurden erste Untersuchungen zum Eintrag polychlorierter Biphenyle (CB) von der Oder in die Arbeitsgebiete Oder Haff, Achterwasser, Greifswalder Bodden, Oder Rinne sowie Arkona- und Bornholm-Becken durchgeführt. Hierzu wurden an zehn Sedimentkernen sedimentologische Parameter sowie erstmals Vertikalprofile für die CB-Gehalte und -Verteilung bestimmt. An insgesamt neun Wasserproben wurden der Gehalt an suspendiertem Material und organischem Kohlenstoff sowie die partikulären CB-Gehalte und -Verteilungen ermittelt. Für drei weitere Wasserproben wurden die gelösten CB-Konzentrationen und -Verteilungen analysiert.

Die Daten belegen eine Abnahme des CB-Eintrags mit der Entfernung von der Oder bei einem nahezu identischen CB-Verteilungsmuster. Ausnahme bildet hier mit höheren CB-Gehalten das nördliche Bornholm-Becken, dessen CB-Belastung offensichtlich auf eine andere Quelle als die Oder zurückzuführen ist. Der CB-Eintrag unterlag in der Vergangenheit eindeutig temporären Schwankungen, die sich für das Oder Haff, den Greifswalder Bodden, die Oder Rinne und das südliche Bornholm-Becken belegen lassen. Eine zeitliche Zuordnung der Eintragsminima und -maxima ließ sich aufgrund von Korrelationsschwierigkeiten mit den ^{210}Pb -datierten Kernen nicht durchführen. Darum ist für zukünftige, derart hochauflösende Zeitreihen eine andere als die hier verwendete Beprobungstechnik dringend anzuraten.

Mit Unterstützung von Faktorenanalysen konnte der folgende Ablauf des CB-Eintrags modelliert werden:

Die in der Wassersäule gelösten CB lagern sich innerhalb von vier Wochen nach Einsetzen der Algenblüte zu ca. 90 % an Partikel an; niedrigst chlorierte CB werden innerhalb dieses Zeitraums weitgehend abgebaut bzw. sind nicht mehr nachweisbar. Von den partikulären CB zu den CB an der Sedimentoberfläche ist höchstens ein geringfügiger Abbau der niedrigchlorierten CB zu verzeichnen; innerhalb des Sediments findet kein Abbau statt.

Für das Gebiet des Oder Haffs, des Achterwassers, des Greifswalder Boddens, der Oder Rinne, des Arkona- und des südlichen Bornholm-Beckens wurde für die vergangenen 65 Jahre seit Beginn der CB-Produktion ein Eintrag von $970 \text{ kg} \pm 208 \text{ kg}$ CB ermittelt. Auf der Basis von Annahmen, die in zukünftigen Arbeiten zu verifizieren sind, wurde für den gleichen Zeitraum ein Transport von ca. 825 kg CB durch die Oder bestimmt. Dies bestätigt die Oder als Hauptlieferanten der CB-Belastungen in der südlichen Ostsee und die un-

tergeordnete Rolle anderer potentieller Quellen, wie den atmosphärischen Eintrag, in die untersuchten Gebiete.

In zukünftigen Arbeiten ist großer Wert auf eine eindeutige Korrelation zwischen sedimentologischen Daten und der ^{210}Pb -Datierung zu legen. Gezielte Untersuchungen an gelösten, partikulären und sedimentierten CB müssen die Grundlagen liefern, um die hier vorgestellte erste Massenbilanz für CB im Ostseeraum zu verbessern.

INHALTSVERZEICHNIS

ZUSAMMENFASSUNG

1 EINFÜHRUNG

1.1 ODER-PROJEKT (Oder Discharge-Environmental Response)	01
1.2 Fragestellung	01
1.3 Polychlorierte Biphenyle.....	03

2 ARBEITSGEBIET

2.1 Geologische Entwicklung der zentralen Ostsee und der südlichen Bodden- und Haffgewässer.....	08
2.2 Hydrographische Verhältnisse.....	10

3 METHODIK

3.1 Probenahme	14
3.2 Chemische Untersuchungen	20
3.3 Sedimentologische Untersuchungen.....	23
3.4 Statistische Methoden	24

4 GASCHROMATOGRAPHIE

4.1 Eindimensionale Gaschromatographie: Identifizierung und Quantifizierung einzelner Chlorbiphenyle	26
4.2 Multidimensionale Gaschromatographie (MDGC).....	29

5 ERGEBNISSE

5.1 Gelöste Chlorbiphenyle in der Wassersäule	30
5.2 Chlorbiphenyle am suspendierten partikulären Material	32
5.3 Ergebnisse der Sedimentkerne	38
5.3.1 Oder Haff	38
5.3.2 Achterwasser.....	47

5.3.3 Greifswalder Bodden.....	49
5.3.4 Oder Rinne	52
5.3.5 Arkona-Becken.....	55
5.3.6 Bornholm-Becken	59
6 DISKUSSION	
6.1 Räumliche und zeitliche Verteilung der CB.....	64
6.2 Abbauverhalten der CB - ein Modell aufgrund von Faktoranalysen für die zentrale Ostsee	73
6.3 Bestandsaufnahme und Bilanzierung der rezenten und historischen CB-Einträge in das Oder Haff und ihre Massenbilanz	83
7 SCHLUBFOLGERUNGEN	89
8 DANKSAGUNG	91
9 LITERATURVERZEICHNIS	92

ANHANG

1 EINFÜHRUNG

1.1 ODER-PROJEKT (Oder Discharge-Environmental Response)

Das küstennahe Gebiet der südlichen Ostsee im Bereich der Pommerschen Bucht ist in hydrographischer, geochemischer und ökologischer Hinsicht ein bisher wenig untersuchtes Meeresgebiet. Die Küstenzone ist starken anthropogenen Einflüssen durch Industrie, Landwirtschaft, Tourismus und Schifffahrt ausgesetzt. Die natürliche Tendenz zur Stagnation der vertikalen Wasserzirkulation verknüpft mit der Einleitung weitgehend ungeklärter Industrie- und Kommunalabwässer entlang der Oder verursachen eine starke Belastung und Überdüngung der Flachwasserbereiche nahe der Odermündung, die zu hohen biologischen Produktivitäten führt. Sedimente in den Flachwasserbereichen der Bodden- und Haffküste sind deshalb mit Schwermetallen, Radioisotopen sowie organischen Schadstoffen belastet und häufig schon in geringen Sedimentteufen anoxisch. Stürme, Grundfischerei und Baggerarbeiten in Schifffahrtswegen sorgen durch Resuspension immer wieder für den Kontakt dieser Stoffe mit der Wassersäule und verteilen sie neu.

Das Forschungsprojekt ODER (Oder Discharge-Environmental Response), das seit dem 01.01.1993 durch das Umweltprogramm der Europäischen Union gefördert wird, untersucht Wassersäule und Sedimentablagerungen im Mündungsbereich der Oder. Ziel des Projekts ist es, anthropogene Umweltbelastungen zu erfassen und eine detaillierte Bestandsaufnahme und Bilanzierung der Sediment- und Schadstoffdynamik im Bereich der Odermündung zu erstellen. Der Projektgruppe gehören neben Geologen und Meereschemikern der Universität Kiel Wissenschaftler der Universitäten Edinburgh, Stockholm, Göteborg, Greifswald und dem Institut für Ostseeforschung in Warnemünde sowie der Firma Energiesysteme Nord aus Kiel an.

1.2 Fragestellung

Der Schwerpunkt der vorliegenden Arbeit gilt der Verteilung von polychlorierten Biphenylen (CB) am gelösten und partikulären Material in der Wassersäule sowie in den oberflächennahen Sedimenten. Rezente und historische CB-Einträge und -Zusammensetzungen sollen an Proben aus der Wassersäule und aus dem Sediment des Oder Haffs und der Boddengewässer, der Oder Rinne, des Arkona- und des Bornholm-Beckens erkannt und bilanziert werden. Der Eintrag dieser chlorierten Kohlenwasserstoffe (CKW) wird durch den Transport über die Oder und die küstennahen Bereiche gesteuert.

Ziel der Arbeit war:

- Die Bestimmung der einzelnen Chlorbiphenyle (CB) sowie der eingetragenen industriellen PCB-Gemische.
- Die Untersuchung des Abbaus von Chlorbiphenylen (CB) in oxischen bzw. anoxischen Sedimenten, die zu einer Anreicherung von hochchlorierten Biphenylen führt.
- Die Bestandsaufnahme und Bilanzierung der rezenten und historischen Chlorbiphenyl-Einträge in das Oder Haff und die Erstellung einer Massenbilanz für das gesamte Arbeitsgebiet.

Hierzu wurden zunächst die folgenden methodischen Arbeitsschritte ausgeführt:

- Erfassung wichtiger sedimentologischer Parameter: Wassergehalt, Trockenraumgewicht, Korngrößenverteilung, organischer Kohlenstoff (C_{org}) und Kalziumkarbonat ($CaCO_3$).
- Messung und Quantifizierung von Chlorbiphenylen (CB) am gelösten und partikulären Material aus der Wassersäule.
- Messung und Quantifizierung von Chlorbiphenylen (CB) in oberflächennahen Sedimenten.
- Datierung der untersuchten Sedimentkerne, ein wesentlicher Bestandteil, der von einem der Partner im ODER-Projekt durchgeführt wurde (EDINBURGH).

Diese Arbeit versteht sich als eine erste Untersuchung zur CB-Problematik im Oder-Mündungsbereich. Sie will versuchen, den Istzustand zu dokumentieren und Lösungsansätze für offene Fragen zu liefern. Vor allem aber soll sie Fehlstellen aufzeigen, die in dem kurzen Projektzeitraum nicht geschlossen werden konnten und die in weiteren, gezielten Untersuchungen zu schließen sind.

1.3 Polychlorierte Biphenyle

Polychlorierte Biphenyle (PCB), die neben den Dioxinen am häufigsten untersuchten anthropogenen Schadstoffe in der Umwelt, sind organische chlorierte Kohlenwasserstoffe. Sie wurden 1966 von JENSEN das erste Mal in der Ökosphäre nachgewiesen.

Seit 1929 wurden PCB in großen Mengen industriell hergestellt. Die Quellen von PCB in der Umwelt sind technische Gemische, wie Aroclor (Fa. Monsanto, USA), Clophen (Fa. Bayer, BRD) oder Phenoclor (Fa. Prodelec, Frankreich). Diese technischen Gemische wurden industriell durch Chlorierung von Biphenyl mit Hilfe von Katalysatoren produziert. Mitte der 60er Jahre wurde der Produktionshöhepunkt mit jährlich 100.000 Tonnen weltweit erreicht (SCHULZ 1990). Die geschätzte Gesamtproduktion liegt bei $1,2 \cdot 10^6$ Tonnen (TANABE 1988). 1978 wurde die Produktion in Amerika und 1983 in Deutschland eingestellt (SAFE 1991).

Aufbau und Nomenklatur der polychlorierten Biphenyle

Polychlorierte Biphenyle bestehen aus einem Gemisch von homologen und/oder isomeren chlorierten Biphenylen. Das CB-Grundgerüst besteht aus zwei Benzolringen (Biphenyl), die über eine frei drehbare Einfachbindung untereinander verbunden sind (Abb. 1 a). Die maximal zehn Wasserstoffatome können durch Chlor substituiert werden. Daraus ergibt sich eine theoretische Anzahl von 209 verschiedenen möglichen Kongeneren. Je nach Chlorierungsstufen fallen bei der Produktion verschiedene Gemische mit unterschiedlichem Chlorierungsgrad an. Die Chlorgehalte der Gemische liegen zwischen 21 % und 68 %. Die Konsistenz bewegt sich zwischen flüssig und zähflüssig. Aufgrund von Behinderungen wurden in technischen Gemischen allerdings nur ca. 130 von den 209 möglichen Kongeneren nachgewiesen (SCHULZ et al. 1989). Die Angabe über die Stellung der Chlorsubstituenten am Biphenyl (Abb. 1 b) erfolgt durch die Anwendung der IUPAC-Regeln (HUTZINGER et al. 1974). BALLSCHMITER & ZELL (1980) führten ein systematisches Nummernsystem ein, wobei die Chlorbiphenyle nach steigendem Chlorierungsgrad geordnet und durchnummeriert wurden (Nr. 1 bis Nr. 209). Dieses Nummernsystem, korrigiert durch SCHULZ et al. (1989), wurde für diese Arbeit übernommen.

Zur Unterscheidung werden im folgenden einzelne Isomere als Chlorbiphenyle (CB), technische Gemische als polychlorierte Biphenyle (PCB) bezeichnet.

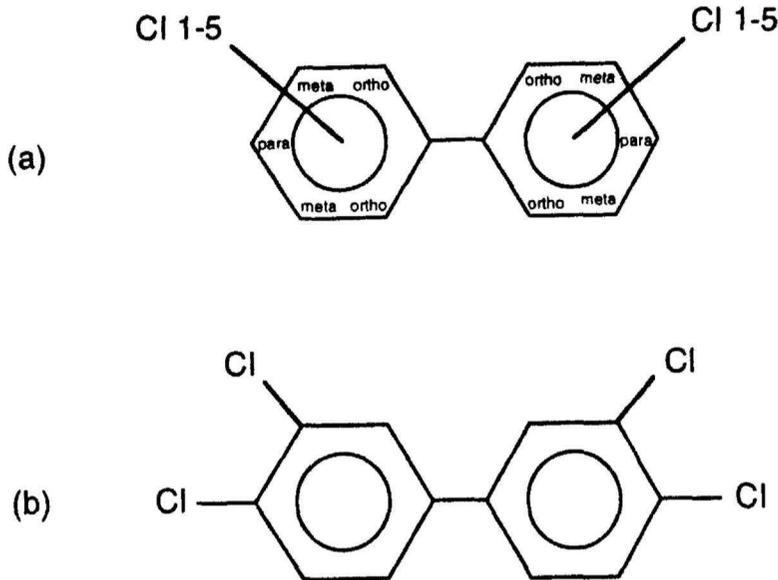


Abb. 1: (a) Grundstruktur des PCB-Moleküls und
(b) Struktur von 3, 3', 4, 4'-Tetrachlorbiphenyl (CB Nr. 77)

Eigenschaften und Verwendung von PCB

Die meisten CB-Kongeneren fallen als Einzelsubstanz in Form weißer Kristalle an. Die technischen Gemische (PCB) sind hingegen farblose Flüssigkeiten, die bei hohem Chlorierungsgrad harzig werden. Technische Gemische fallen nicht als reine Substanzen aus, sondern enthalten einige hochtoxische Nebenprodukte, z. B. die polychlorierten Dibenzofurane (PCDF).

Allgemein gilt, daß mit steigendem Chlorgehalt der Chlorbiphenyle Viskosität, Dichte, Fettlöslichkeit, Persistenz und Akkumulationstendenz zunehmen und die Flüchtigkeit sowie die ohnehin geringe Wasserlöslichkeit abnehmen. Den Vorteilen bei der Anwendung von PCB - billig herstellbar, nicht brennbar, chemisch stabil, nicht korrosiv, elektrisch isolierend, wenig flüchtig und von geringer akuter Toxizität - stehen folgende schwerwiegende Nachteile gegenüber:

- **Persistenz:** CB werden überwiegend extrem langsam, manche gar nicht in der Umwelt abgebaut.
- **Akkumulierbarkeit:** Sie lagern sich in der gesamten Nahrungskette an.
- **Ubiquität:** Sie tendieren zur allgegenwärtigen Verteilung in den Umweltkompartimenten.
- **Chronische Toxizität:** Die auf Dauer im Körper angelagerten CB bewirken Stoffwechselstörungen der Leber, Hautschäden und eine Beeinträchtigung des

Immunsystems. Dazu kommt mit hoher Wahrscheinlichkeit ein krebserzeugendes Potential.

- Brandverhalten: Bei Temperaturen über 1000° C kann aus CB hochtoxisches Dioxin erzeugt werden.

Mit Beginn der Herstellung wurden PCB als Isolier- und Kühlflüssigkeiten, Schmiermittel, Flammschutz und als Weichmacher für Lacke, Harze und Kunststoffe in sogenannten "offenen Systemen" eingesetzt. Erst ab 1972 wurden sie in Deutschland nur noch in "geschlossenen Systemen", als Isolier- und Kühlflüssigkeiten in Transformatoren und Kondensatoren, in hydraulischen Flüssigkeiten für Hubwerkzeuge, in Hochdruckpumpen, automatischen Getrieben im Untertagebau und in Wärmeaustauscheranlagen eingesetzt (HUTZINGER et al. 1974). Ab 1983 mußten sie auch dort durch PCB-freie Mittel ersetzt werden, dennoch sind auch heute in zahlreichen Altanlagen PCB-haltige Schmier- und Kühlmittel enthalten.

Toxizität und Metabolismus

CB zeichnen sich durch eine geringe akute Toxizität und eine hohe chronische Toxizität aus (BGA 1983). Auch bei geringer, aber kontinuierlicher CB-Belastung tritt eine hohe Anreicherung in Mensch und Tier auf. Die Aufnahme in den menschlichen Organismus erfolgt hauptsächlich über die Nahrung, ist aber auch durch Inhalation und durch Hautresorption möglich. Der Hauptteil der CB wird im Fettgewebe deponiert, der restliche Teil verteilt sich in Leber, Milz, Thymus sowie in den Nervengewebe (BGA 1983). So erkrankten 1968 unzählige Japaner durch PCB-vergiftetes Reisöl an der sogenannten Yusho Krankheit (MÜLLER & KORTE 1973). Als Folge traten Chlorakne, Leberschäden, Immundefekte und eine erhöhte Krebssterblichkeit auf.

Die Toxizität der einzelnen CB variiert aufgrund sterischer Faktoren sehr stark. Planare CB (z. B. Nr. 77, 81, 126, 169) besitzen die höchste Toxizität (PARKINSON & SAFE 1987). Sie haben eine ähnliche Struktur wie das "Seveso-Dioxin", 2,3,7,8 Tetrachlordibenzo-p-dioxin (TCDD), das als das giftigste anthropogene Gift weltweit gilt. Die planaren CB sind in ihrer toxischen Wirkung den chlorierten Dioxinen und Furanen vergleichbar (TANABE 1988, SAFE 1991). Von den 209 möglichen CB-Kongeneren können nur 20 eine planare Konfiguration (aromatischen Ringe auf einer Ebene) annehmen, da ihre ortho-Positionen unbesetzt sind (Abb. 1 b).

Nicht alle CB-Kongeneren werden gleichmäßig metabolisiert. Die Metabolisierbarkeit ist abhängig von der Struktur der Kongenere. Die Kongenere mit vicinalen H-Atomen in meta,

para Position werden leichter metabolisiert. Der Abbau von CB verläuft in Gegenwart von Cytochrom P-448 und P-450 über Epoxide zu Phenolen. Cytochrom P-448 greift generell planare Verbindungen, Cytochrom P-450 ausschließlich räumliche Verbindungen an (PARKE 1985).

Verteilung und Vorkommen in der Umwelt

PCB sind ubiquitäre Umweltgifte, die sich über die gesamte Bio- und Ökosphäre der Erde verteilen. Von 1929 bis 1983 wurden über 1 Millionen Tonnen PCB produziert, zwei Drittel davon in den USA (TANABE 1988). Nach einer Schätzung von TANABE et al. (1987) ist bis heute erst ein Drittel der produzierten Menge in die Umwelt gelangt. Der Rest wird mittelfristig freigesetzt und ebenfalls in die Umwelt gelangen. CB befinden sich in der Luft, auf den Kontinenten im Boden, in und auf Pflanzen, in Gewässern, in der Wassersäule und den Sedimenten der Ozeane sowie in Mensch und Tier. Obwohl CB nur auf sehr begrenzten Flächen direkt in die Umwelt eingetragen wurden, sorgt die Verfrachtung mit den globalen Strömungen von Luft und Wasser für ein Vorkommen von CB in selbst den entferntesten Regionen wie z. B. in der Antarktis (ATLAS & GIAM 1981, HARGRAVE et al. 1988, GREGOR & GUMMER 1989). CB werden meist an Partikel gebunden, mit denen sie weiter transportiert werden. Der Eintrag von CB in die offenen Ozeane erfolgt hauptsächlich über den Partikeltransport der Atmosphäre (BOUCHERTALL & DUINKER 1986, DUINKER & BOUCHERTALL 1989). Die Luftbewegungen in der Troposphäre sind so intensiv, daß abgesehen von lokalen Belastungsgebieten regional ständig eine gleichmäßige CB-Verteilung vorherrscht. Der Nordatlantik, umgeben von den PCB-Hauptproduzenten, stellt mit 50 % bis 80 % der bisher abgelagerten CB die Hauptsenke dar (NAS 1979). In küstennahen Bereichen wie der Nord- und Ostsee ist der atmosphärische Eintrag gegenüber dem Einstrom stark belasteter Flüsse zu vernachlässigen (GAUL 1984, BOON et al. 1985, DUINKER 1986, KNICKMAYER & STEINHART 1988, KNICKMAYER et al. 1990, VAN ZOEST & VAN ECK 1990, LOHSE 1991, BRÜGMANN et al. 1991/92, JONSSON 1992, VAN ZOEST & VAN ECK 1993, BROMAN et al. 1994, KJELLER & RAPPE 1995). In der Nordsee erreichen die CB-Belastungen im Sediment maximal 4 ng/g TG (KNICKMAYER et al. 1990, LOHSE 1991, VAN ZOEST & VAN ECK 1993, BROMAN et al. 1994), in der Ostsee liegen sie mit über 10 ng/g TG doppelt so hoch (JONSSON 1992, SÄRKKÄ et al. 1993, KJELLER & RAPPE 1995). In Wattgebieten und Flußästuaren der Nordsee wurden wesentlich höhere CB-Gehalte nachgewiesen (100 ng/g TG) (DUINKER et al. 1984, EDER et al. 1987, DUURSMA et al. 1989).

Ein Großteil der CB im Fluß bzw. Meerwasser adsorbiert am suspendierten partikulären Material (SPM). Die Verteilungen von CB zwischen der Wasserphase und dem SPM stehen im Gleichgewicht (DUINKER 1986) und sind abhängig von der Fraktion des organischen Kohlenstoffs in den Partikeln. Der Anteil am organischen Kohlenstoff nimmt in Flußästuarien mit steigendem SPM-Gehalt ab (DUINKER 1986). Nur bei SPM-Gehalten $< 1 \text{ mg/dm}^3$ liegt der überwiegende Teil der CB gelöst vor (DUINKER 1986). Hierbei werden höher chlorierte Biphenyle eher an Partikel adsorbiert als niedrig chlorierte (DUINKER 1986). Die Wasserlöslichkeit nimmt mit steigendem Chlorierungsgrad ab (HAWKER & CONNELL 1988).

2 ARBEITSGEBIET

Das Arbeitsgebiet im Umfeld der Südpommerschen Bucht wird stark geprägt durch den Ausstrom der Oder. Sie ist einer der am stärksten belasteten Flüsse in Mitteleuropa (HELCOM 1993). Ihre Fracht wird jedoch vor dem Erreichen der Ostsee während der Passage des Mündungsbereiches im Oder-Ästuar gefiltert und reduziert (LAMPE 1993). Um eine detaillierte Bilanzierung des Schadstoffeintrages von der Oder bis hin in die zentrale Ostsee (Arkona- und südliches Bornholm-Becken) zu erstellen, wurden die folgenden fünf Arbeitsgebiete ausgewählt (Abb. 2):

- Kleines und Großes Oder Haff
- Peenestrom/Achterwasser
- Greifswalder Bodden
- Südpommersche Bucht/Oder Rinne
- Arkona-Becken und südliches Bornholm-Becken.

2.1 Geologische Entwicklung der zentralen Ostsee und der südlichen Bodden- und Haffgewässer

Die Ostsee ist ein humides Nebenmeer (SEIBOLD 1970) mit ausgebildeten Schwellen- und Becken-Bereichen. Nach der letzten Inlandvereisung (10.000 J. v. h.), der Weichselzeit, bildete sich aus dem Schmelzwasser der Baltische Eisstausee, der das erste Stadium der Ostsee darstellte. In ihrem zweiten Stadium (10.000 - 9.250 J. v. h.) wurde die Ostsee zu einer Meeresstraße (Yoldiameer) zwischen der Nordsee und dem Weißen Meer. Im dritten Stadium (9.250 - 8.000 J. v. h.) bildete sich durch Landhebung erneut ein Binnenmeer (Ancylussee). Danach entstand durch eustatische Hebung des Meeresspiegels die Verbindung zur Nordsee, und die Ostsee nahm ihre heutige Gestalt an (DIETRICH & KÖSTER 1974) (Stadien: Littorinameer: 8.000 - 2.000 J. v. h., Limneameer: 2.000 - 500 J. v. h., Myameer: seit ca. 500 J. v. h. (RÜHBERG et al. 1995)).

Das Arkona- und das Bornholm-Becken werden als die zentrale Ostsee bezeichnet (WATTENBERG 1949), das Verbindungsglied zwischen der westlichen und der östlichen Ostsee. Das Arkona-Becken bildet eine fast ebene Fläche mit Wassertiefen zwischen 35 m und 45 m. Nördlich von Bornholm ist es durch flache Schwellen vom nördlichen Bornholm-Becken getrennt (Abb. 2). Südwestlich und südlich von Bornholm trennt eine gut ausgebildete Schwelle - bestehend aus der Oderbank, dem Adlergrund und der Rönnebank - das Arkona-Becken vom südlichen Bornholm-Becken. Letzteres ist im

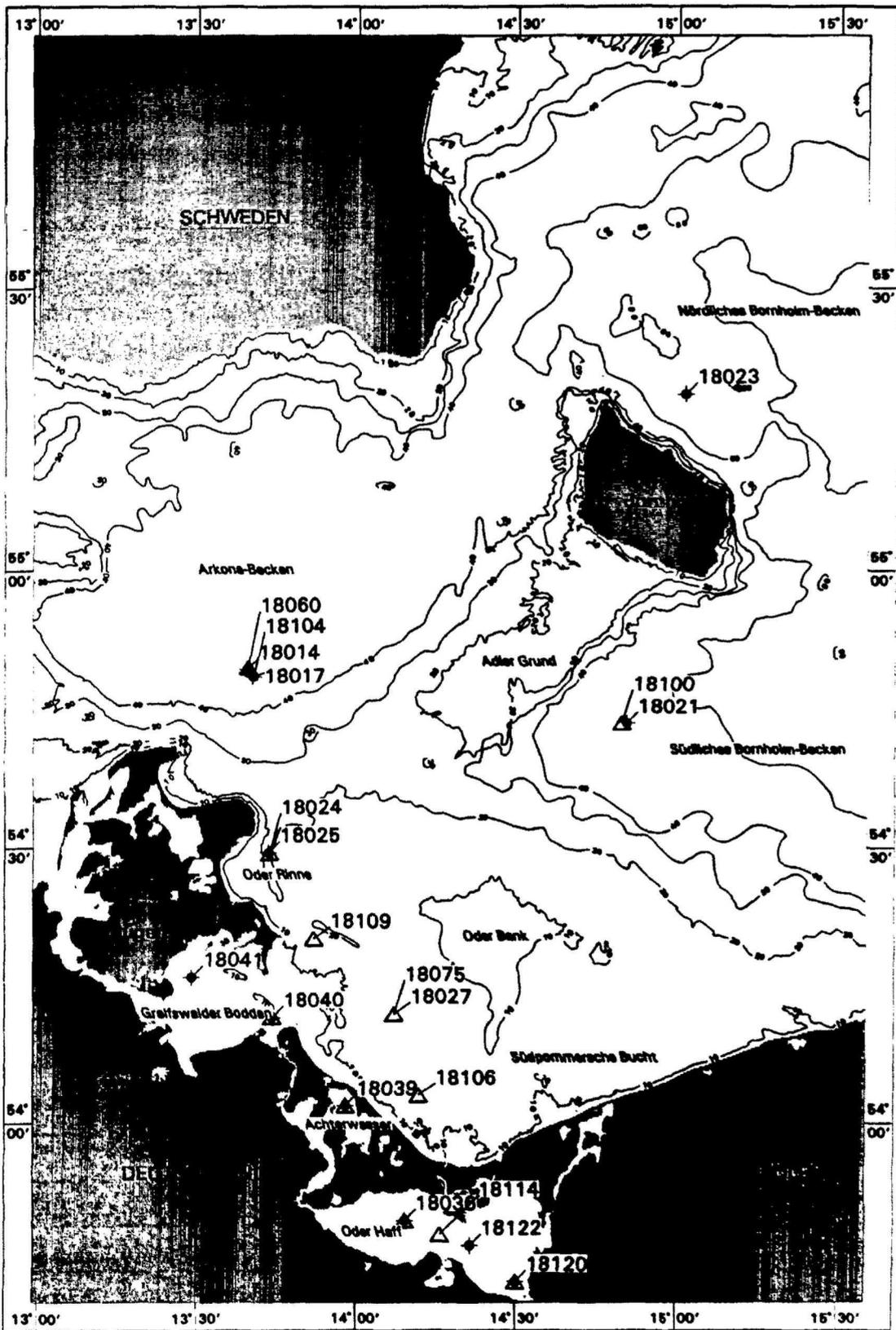


Abb. 2: Lageplan des Arbeitsgebiets: Kleines und Großes Oder Haff, Peenestrom/Achterwasser, Greifswalder Bodden, Südpommersche Bucht/Oder Rinne, Arkona-Becken und Bornholm-Becken (Δ = Wasserstation, \bullet = Kernstation).

Durchschnitt 10 m bis 20 m tiefer als das Arkona-Becken. Die eigentliche Formgebung der Bodden- und Haffgewässer erfolgte erst durch die letzte große Meeresspiegelschwankung im Ostseeraum, der Littorinatransgression, sowie durch die postlittorine Entwicklung. Seit ca. 4.000 Jahren setzte ein bis in die Gegenwart reichender Küstenausgleich ein, der etappenweise zur Bildung von Haken und Nehrungen sowie Seesandebenen mit verdünnten Strandwällen führte. Als Folge dieser Entwicklung entstanden die Bodden und Haffe aus den Buchten der littorinen Ostsee (NIEDERMEYER et al. 1994).

2.2 Hydrographische Verhältnisse

Kleines und Großes Oder Haff

Das Oder Haff, Ästuar der Oder, unterteilt sich in das westliche, deutsche Kleine Haff und das östliche, polnische Große Haff. Es besitzt eine Gesamtfläche von 646 km², die mittlere Wassertiefe beträgt 3,8 m. Die Oder, 860 km lang mit einem Gesamteinzugsgebiet von 137.000 km², gilt mit einer Fließrate von 560 m³/sec bzw. 16 - 17 km³/Jahr in das Oder Haff als die bedeutendste Süßwasserzufuhr für das Arkona- und das südliche Bornholm-Becken (SIEGEL et al. 1994). 85 % des gesamten Oderwassers entwässern durch das östliche Oder-Ästuar über die polnischen Flüsse Swina und Dziwna in die Südpommersche Bucht (LAMPE 1993). Die restlichen 15 % (2,5 km³/Jahr) entwässern im westlichen Oder-Ästuar über den Peenestrom mit dem Achterwasser in den Greifswalder Bodden und anschließend in die Südpommersche Bucht (LAMPE 1993). Daten von CORRENS (1973 b) ist zu entnehmen, daß durch das gesamte Oder Haff im Laufe eines Jahres eine Wassermenge transportiert wird, die das 7 - 8 fache seines Volumen ausmacht.

Der Wasseraustausch des Oder Haffs mit der Ostsee zeichnet sich durch ständiges Pulsieren von Ein- und Ausstromphasen in Abhängigkeiten von Wind- und Wetterlage aus. Der Einfluß des Süßwasserzuflusses verstärkt sich, wenn der Abfluß bei Binnenhochwasser durch längeranhaltende hohe Außenwasserstände gehemmt ist (CORRENS 1973 a). Dadurch schwankt der mittlere Salzgehalt des zentralen Oder Haffs je nach Ein- bzw. Ausstromphase zwischen 0,5 und 2. Unabhängig davon ist eine Abnahme des Salzgehalts von Ost nach West feststellbar. Erheblich kurzfristige Schwankungen (0,5 in der Stunde) sind im polnischen Oder Haff anzutreffen. Der Übergang zwischen den verschiedenen Wasserkörpern vollzieht sich nicht allmählich, sondern sprunghaft. Aufgrund der hydrographischen Situation ist von Mai bis September eine weitgehende Aussüßung des Gewässers sowie ein völlig durchmischter Wasserkörper (SCHOKNECHT & CORRENS 1973) zu beobachten. Im Oktober setzt durch Einstrom von Ostseewasser eine Versalzung ein, die im Winter bestehen bleibt und erst im Frühjahr

durch starken Festlandabfluß abgebaut wird. Die Wassertemperatur wird im entscheidenden Maße durch das Zusammenspiel der einzelnen Glieder des Wärmehaushalts bestimmt. Dabei erfolgt der Wärmegewinn vor allem durch die Globalstrahlung. Bei den Wärmeverlustgrößen dominiert die Verdunstung gefolgt von der effektiven Ausstrahlung. Es tritt eine deutlich raschere Erwärmung des Haffs- und des Achterwassers gegenüber der Ostsee im Frühjahr sowie eine schnellere Abkühlung in den flachen Küstengewässern gegenüber dem angrenzenden Seegebiet im Herbst infolge des geringen Wärmehalts des Haffs hervor. Die Schwankungen im Tagesgang sind in den Bodden- und Haffgewässern größer als im Seegebiet. Thermische Schichtungen bilden sich nur an ruhigen Strahlungstagen hauptsächlich in den Sommermonaten. Der Jahresgang der mittleren Wassertemperatur für das Oder Haff und den Peenestrom (Achterwasser) schwankt durchschnittlich von ca. 0° C im Winter bis zu 20° C im Sommer (CORRENS 1977).

Peenestrom / Achterwasser

Der Peenestrom (58 km²) stellt eine schmale, max. 2 km breite, sehr flache (ca. 5 m), 45 km lange Verbindung zwischen dem westlichen Kleinen Oder Haff und dem Greifswalder Bodden dar und trennt die Insel Usedom vom Festland (Abb. 2). Das Achterwasser ist ein Teilwasserkörper, welcher sich östlich auf der Hälfte der Länge des Peenestromes befindet. Er hat eine Länge von ca. 17 km und eine Breite von ca. 6 km. Der Peenestrom hat bei den meisten Wetterlagen einen ausgeglichenen Salzgehalt von ca. 2 - 3 (LAMPE 1993). Bei starken Nord- oder Nordost-Winden wird jedoch salzreiches Ostseewasser in die Peenemündung gedrückt (Einstromphase), der Salzgehalt nimmt dann Werte von bis zu 7 an (CORRENS 1973 b). Die Abnahme des Salzgehalts kann stromaufwärts pro km bis zu 1 betragen. Innerhalb von 24 Stunden nach Änderung der Wetterlage ist ein "Normalzustand" wieder möglich (Ausstromlage). Der Wechsel von salzreichen Einstrom zu Süßwasserausstrom läßt sich auch für das Gebiet des Achterwasser mit Salzgehaltsschwankungen von 0,45 - 4,6 belegen (HASSAN & LAMPE) 1990.

Greifswalder Bodden

Der Greifswalder Bodden ist ein zwischen Rügen und dem vorpommerschen Festland gelegenes 510 km² großes Küstengewässer im westlichen Randbereich der Oderbucht (CORRENS 1977, REINIKE 1989). Er stellt ein flaches und etwa kreisförmiges lagunäres Randbecken mit einer Ost-West-Erstreckung von 25 km und einer Nord-Süd-Ausdehnung von 24 km dar, dessen Wasservolumen bei einer mittleren Tiefe von 5,8 m (Maximaltiefe: 13,8 m) 2.960 x 10⁶ m³ beträgt. Der Greifswalder Bodden geht im Osten in die Ostsee über, im Westen ist er über den Strelasund ebenfalls mit dieser verbunden, trotzdem muß

er als ein im wesentlichen von der offenen Ostsee abgeschlossener Teilwasserkörper betrachtet werden (NIEDERMEYER et al. 1994). Der mittlere Salzgehalt des Boddens beträgt 6,85, unterliegt jedoch saisonalen Schwankungen. Zudem weisen Extremwertuntersuchungen scheinbar periodische Salzgehaltsschübe mit folgenden Höchstwerten je Zeitintervall nach: 8,9 alle 0,5 Jahre, 10,2 alle 5 Jahre, 11,2 alle 50 Jahre (LAMPE 1990). In den Wintermonaten treten im Vergleich zum Sommer höhere Salzgehaltswerte auf. Im Greifswalder Bodden sind im Mittel keine vertikalen Salzgradienten zwischen Oberflächen- und Tiefenwasser zu beobachten. Wasserstand und Strömungen werden wie im Oder Haff durch die hydrographische Situation in der Südpommerschen Bucht direkt beeinflusst (LAMPE 1990). Die Wassertemperaturen steigen im Vergleich zur Ostsee im Frühjahr schneller und sinken im Herbst auch schneller. Die sommerlichen Temperaturen des Boddenwassers können, je nach Sommerqualität, größeren Schwankungen von bis zu 2,5° C erreichen (SCHNESE 1973). Durchschnittlich treten im Greifswalder Bodden ca. 50 Eistage pro Winter auf. Die Eisbildung setzt bei Wassertemperaturen zwischen 2° und 4° C sowie Tagesmitteltemperaturen von -3° bis -4° C nach 5 bis 7 Tagen ein.

Arkona-Becken, südliches Bornholm-Becken und die Südpommersche Bucht

Das Arkona- und das Bornholm-Becken bilden die zentrale Ostsee (WATTENBERG 1949). Der sie trennende Adlergrund, ein glazialer NE-SW ausgerichteter Sandrücken mit einer Größe von ca. 60 km Länge, 20 km Breite und ca. 15 m Wassertiefe, verhindert den Wasseraustausch zwischen den beiden Becken, wie auch Daten von BRAND & SHIMMIELD (1994) beweisen.

Im allgemeinen verhindern solche morphologische Schwellen den Transport von salzreichen, schweren Nordseewassers (Salzgehalt ca. 33) aus dem Skagerrak in die zentrale Ostsee oder noch weiter nach Osten. Nur bei bestimmten meteorologischen Bedingungen ist ein Salzwassereinbruch in die zentrale Ostsee möglich (NEHRING 1990). Durch das Fehlen des salzreichen Meerwassers kommt es zu einer vertikalen Zweiteilung in eine salzarme sauerstoffreiche Oberschicht und eine salzreichere sauerstoffarme Unterschicht. So treten beispielsweise im stagnierenden Tiefenwasser des Gotlandbeckens (125 m bis 240 m Tiefe) anoxische Bedingungen mit zunehmender Schwefelwasserstoffkonzentration auf. Dieses Phänomen läßt sich auch kurzfristig in küstennahen Bereichen und in der zentralen Ostsee beobachten (NEHRING et al. 1993).

Die Oder Bank ist die größte submarine Erhebung in der Südpommerschen Bucht. Sie ist ein glazialer Sandmoränenrücken, dessen Nordteil sich mit einer Ausdehnung von mehr als 25 km nach Süden zu einem weit vorspringenden Ausläufer von 2 km bis 3 km Breite

verjüngt. Der Hauptstrom des Oder Ausstroms teilt sich nach Norden. Aufgrund der vorherrschenden Windrichtung aus östlichen Richtungen fließt der Hauptaussstrom zwischen der Küstenlinie Rügens (fossile Oder Rinne, KOLP 1982) und der Oder Bank nach Westen in das Arkona-Becken und ein Teil des Stroms in den Greifswalder Bodden (SIEGEL et al. 1994). Im Winter ist die Hauptstromrichtung aufgrund der vorherrschenden westlichen Windrichtung nach Osten gerichtet, deshalb wird der Ausstrom östlich an der Oder Bank vorbei in das südliche Bornholm-Becken abgeleitet. Die Oder ist somit die bedeutendste Süßwasserzufuhr für das Arkona- und das südliche Bornholm-Becken (SIEGEL et al. 1994).

3 METHODIK

3.1 Probenahme

Während der zweijährigen Projektphase des ODER-Projekts wurde das auf sieben verschiedenen Expeditionen (Oder-Projekt Cruise report: POSEIDON-199, ALKOR-42, BORNHÖFT, LITTORINA-2, ALKOR-55, ALKOR-63, PENCK) gesammelte Probenmaterial aus den unterschiedlichen Arbeitsgebieten (Abb. 2) mit akustischen, meereschemischen und meeresgeologischen Methoden untersucht und beprobt. Jede der Expeditionen hatte ein bestimmtes Arbeitsgebiet zum Ziel, dessen Saisonalität untersucht wurde. Für den Kieler Schwerpunkt wurden Proben aus der Wassersäule und den oberflächennahen Sedimenten gewonnen.

Probenahme von gelösten CB in der Wassersäule mit Hilfe der Kieler in-situ-Pumpe

Proben für gelöste CB aus der Wassersäule wurden während der ersten Expedition (ALKOR-42) aus dem Arkona-Becken, dem Bornholm-Becken, im Bereich der Oder Rinne und im Ausstrom der Oder in die Südpommersche Bucht filtriert (Tab. 1). Da alle folgenden Expeditionen nach der Algenblüte stattfanden, wurde auf eine weitere Probenahme von gelösten CB unter der Annahme verzichtet, daß die CB zu diesen Zeiten überwiegend an Partikel gebunden vorliegen (UTSCHAKOWSKI 1995).

Um die in der Wassersäule gelösten und partikulären CB zu gewinnen, wurde ein im Institut für Meereskunde in Kiel entwickelte, automatisierte, frei programmierbare in-situ-Pumpe eingesetzt (PETRICK et al., *subm.*). Diese aus sechs verschiedenen Hauptkomponenten bestehende in-situ-Pumpe (Abb. 3) erlaubt es, gelöste CB in der Wassersäule und CB am partikulären Material, deren Konzentrationen im allgemeinen mit einigen pg/dm^3 (SCHULZ et al. 1988, SCHULZ 1990) in der Wassersäule für eine Analyse ohne vorherige Anreicherung zu gering sind, in großen Mengen kontaminationsfrei zu filtrieren.

Um eine Trennung der partikulären von gelösten CB zu erzielen, wird das Meerwasser zunächst durch einen Glasfaserfilter in der Filtereinheit (Abb. 3) gepumpt, in dem alle Schwebstoffe aufgefangen werden. Danach fließt das Wasser schwebstofffrei durch die Glassäule mit dem Adsorptionsmittel, das der Anreicherung der gelösten CB dient. Als Adsorptionsmittel wurde ein Amberlit-XAD-2-Harz verwendet, welches die Eigenschaft besitzt, organische Stoffe aus hunderten Litern anzureichern (GOMEZ-BELINCHON et al. 1988, IOC 1993). Dieses Amberlit-XAD-2-Harz wurde vorher im Labor mit Acetonitril

Tab. 1: Stationen zur Probennahme der gelösten (g) und partikulären (p) CB
(ISPK = in-situ-Pumpe Kiel, KP = Kreiselpumpe)

Station	Gerät	Entnahmedatum	g/p	Arbeitsgebiet	Geographische		Pumptiefe (m)
					Breite (N)	Länge (E)	
18020	ISPK	03/93	g	Bornholm-Becken	54 ° 43,50	14 ° 50,00	15,0
18024	ISPK	03/93	g	Oder Rinne	54 ° 29,50	13 ° 43,50	05,0
18024	ISPK	03/93	g	Oder Rinne	54 ° 29,50	13 ° 43,50	15,0
18027	ISPK	03/93	g	Oder Ausstrom	54 ° 12,00	14 ° 07,00	05,0
18036	KP	08/93	p	Oder Haff	53 ° 49,23	14 ° 09,11	01,0
18039	KP	08/93	p	Achterwasser	54 ° 01,90	13 ° 57,97	01,0
18040	KP	08/93	p	Greifswalder Bodden	54 ° 11,61	13 ° 44,07	01,0
18060-A	ISPK	11/93	p	Arkona-Becken	54 ° 49,70	13 ° 39,50	15,0
18060-B	ISPK	11/93	p	Arkona-Becken	54 ° 49,70	13 ° 39,50	30,0
18075	ISPK	11/93	p	Oder Ausstrom	54 ° 12,00	14 ° 07,00	05,0
18090-A	ISPK	04/94	p	Arkona-Becken	54 ° 49,51	13 ° 39,15	15,0
18090-B	ISPK	04/94	p	Arkona-Becken	54 ° 49,51	13 ° 39,15	35,0
18100-A	ISPK	04/94	p	Bornholm-Becken	54 ° 43,56	14 ° 49,57	10,0
18100-B	ISPK	04/94	p	Bornholm-Becken	54 ° 43,56	14 ° 49,57	40,0
18106	ISPK	04/94	p	Oder Ausstrom	54 ° 03,07	14 ° 11,72	05,0
18109	ISPK	04/94	p	Oder Rinne	54 ° 20,26	13 ° 51,85	05,0
18114	ISPK	06/94	p	Oder Haff	53 ° 45,50	14 ° 56,00	01,0
18120	ISPK	06/94	p	Oder Haff	53 ° 42,50	14 ° 30,00	01,0

gekocht und anschließend auf seine Reinheit geprüft. Die XAD-Säulen wurden nach der Probenahme verschlossen und bis zur Extraktion kühl und dunkel gelagert.

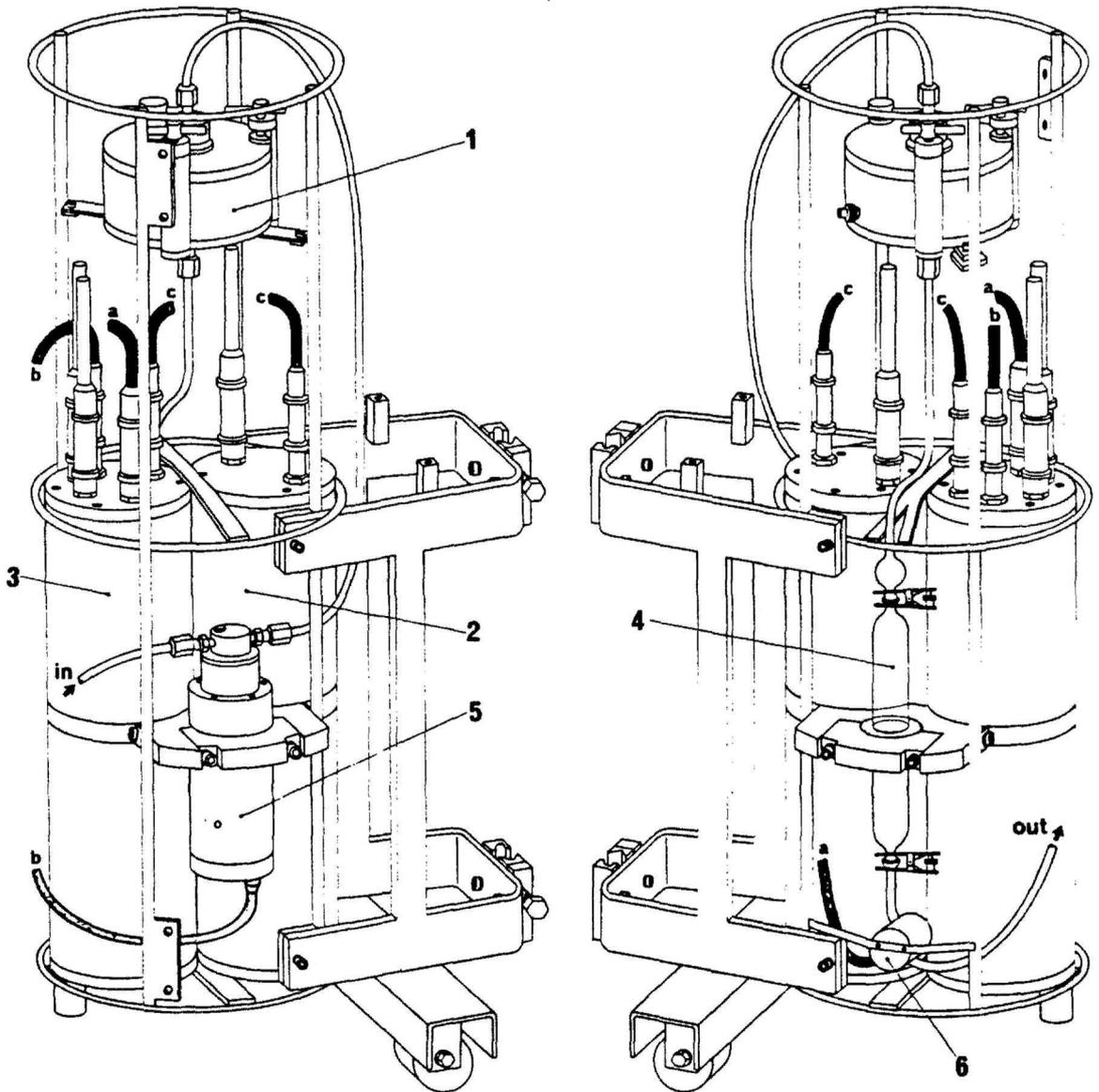


Abb. 3: Kieler in-situ-Pumpe aus PETRICK et al. (submitted). Front- und Rückansicht mit folgenden Komponenten: 1. Filterhalter, 2. Batterieeinheiten, 3. Elektronik, 4. XAD-Säule, 5. Pumpe, 6. Flußmesser.

Probenahme von partikulären CB in der Wassersäule mit Hilfe der Kieler in-situ-Pumpe

Um eine Aussage über den Schwebstoffanteil (suspendiertes partikuläres Material = SPM) und den organischen Kohlenstoff in der Wassersäule zu bekommen, wurde Wasser aus den unterschiedlichsten Tiefen der Wassersäule gepumpt und anschließend filtriert (Abb. 4).

Auf den Ausfahrten LITTORINA-2, ALKOR-55 und ALKOR-63 stellten die Batterieeinheiten der in-situ-Pumpen diese aufgrund eines technischen Defekts zu früh selbständig ab. Daher wurde zu wenig Wasser filtriert, so daß die Proben nicht zu verwenden waren. Zum Zeitpunkt der Bornhöft Expedition waren keine in-situ-Pumpen verfügbar. Darum wurde behelfsweise eine kleine Kreiselpumpe (Tab. 1) eingesetzt. Sie erwies sich im Verlauf der Expedition als unzureichend, da sie aufgrund der hohen Steigung an der Bordwand und der hohen Anzahl an Partikeln maximal 1,5 Liter Wasser filtrieren konnte.

Für die Filtrierung der partikulären CB (Tab. 1) wurde ein Glasfaserfilter, der vorher im Labor in einem Muffelofen (450° C) ausgeglüht wurde, eingesetzt. Anstelle einer gefüllten Glassäule mit dem Adsorptionsmittel, die bei der Probenahme der gelösten CB verwendet wurde, wurde eine leere Glassäule eingesetzt. Die Glasfaserfilter wurden nach der Filtration sofort bis zur Aufarbeitung im Labor bei -20° C tiefgefroren.

Probenahme von oberflächennahen Sedimenten

Sedimentproben wurden für alle Arbeitsgruppen gewonnen. In Abhängigkeit von der Auslegung der Schiffskräne und -winden kamen an einigen Stationen Großkastengreifer (GKG) zum Einsatz (Tab. 2), an denen sedimentologische Parameter von verschiedenen Arbeitsgruppen bestimmt werden konnten. An anderen Stationen, deren vergleichsweise flache Wassertiefen eine Beprobung mit größeren Schiffen nicht erlaubte, wurden nacheinander bis zu 10 Rumohrlote (Innendurchmesser 8 cm) eingesetzt, um dem Bedarf aller Projektteilnehmer gerecht zu werden. Die Eindringtiefen der Rumohrlote lagen meist um 10 cm höher als der Kerngewinn. Die Kerngewinne der an der selben Station entnommenen Rumohrlote konnten dabei untereinander um bis zu 25 cm variieren. Ein Verdriften des Schiffes, das entweder mit Anker- oder Maschinenkraft auf Position gehalten wurde, ist im Bereich einiger 10er Meter während der Beprobung möglich, da die Stationen bis zu drei Stunden dauerten.

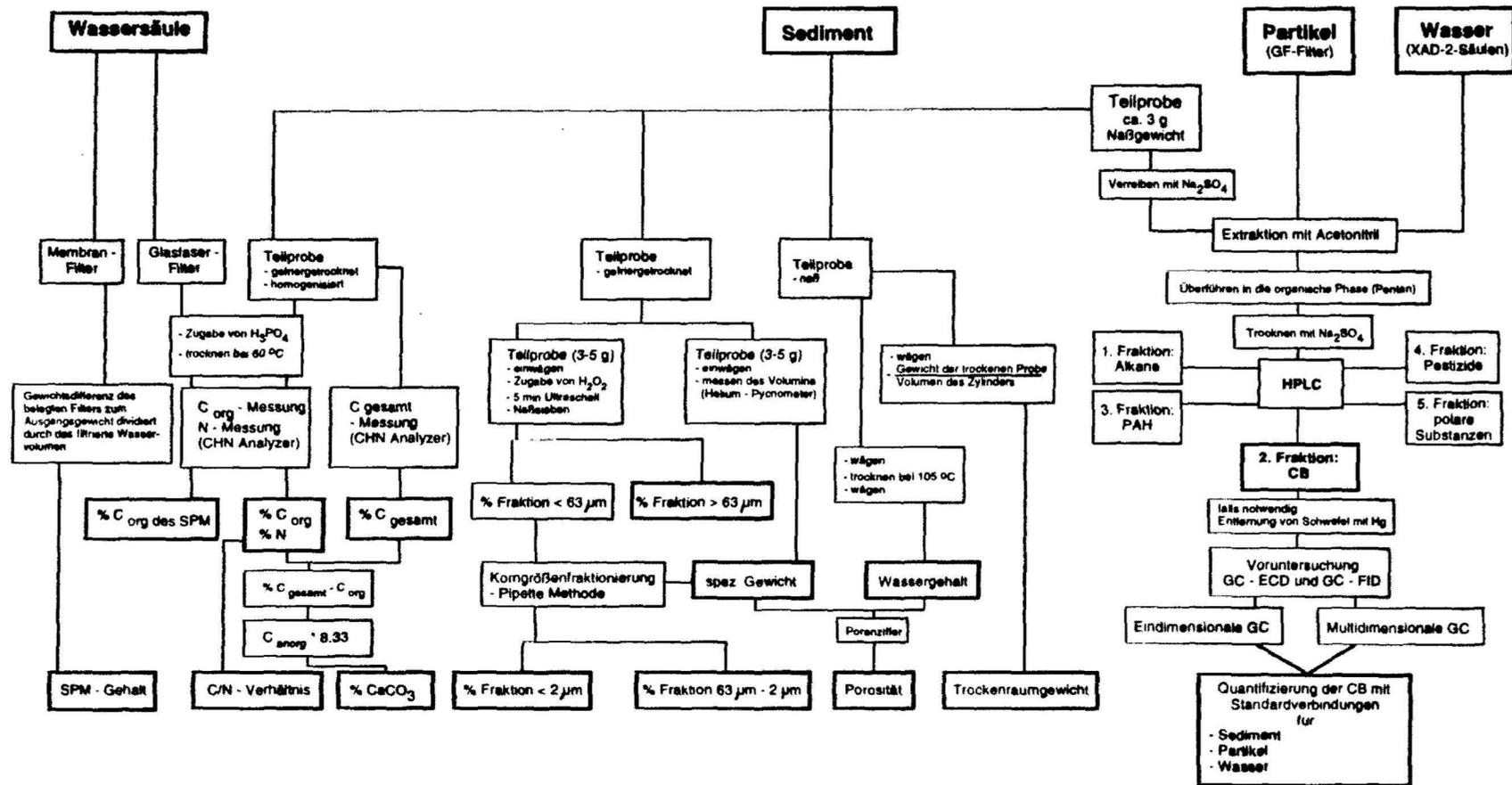


Abb. 4: Übersichtsdiagramm der Analysengänge zur Bestimmung von sedimentologischen und sedimentphysikalischen Parametern sowie zur Quantifizierung von CB in der Wassersäule und im Sediment.

Tab. 2: Kernstationen aus den verschiedenen Arbeitsgebieten
(GKG = Großkastengreifer, RL = Rumohrlot)

Kern	Gerät	Arbeitsgebiet	Geographische		Wassertiefe (m)
			Breite (N)	Position Länge (E)	
18014-2	GKG	Arkona-Becken	54 ° 49,53	13 ° 39,34	47,0
18014-8	RL	Arkona-Becken	54 ° 49,78	13 ° 38,85	46,0
18021-6	RL	Bornholm-Becken	54 ° 43,48	14 ° 50,43	54,3
18021-7	RL	Bornholm-Becken	54 ° 43,46	14 ° 50,34	54,1
18021-9	GKG	Bornholm-Becken	54 ° 43,47	14 ° 50,24	54,1
18023-2	GKG	Bornholm-Becken	54 ° 18,79	15 ° 01,42	70,3
18023-5	RL	Bornholm-Becken	54 ° 18,61	15 ° 01,45	70,3
18023-6	RL	Bornholm-Becken	54 ° 18,61	15 ° 01,46	70,3
18025-1	GKG	Oder Rinne	54 ° 29,51	13 ° 43,30	23,0
18025-7	RL	Oder Rinne	54 ° 29,51	13 ° 43,00	23,0
18025-8	RL	Oder Rinne	54 ° 29,52	13 ° 43,02	23,0
18036-10	RL	Oder Haff	53 ° 49,23	14 ° 09,11	05,0
18036-11	RL	Oder Haff	53 ° 49,23	14 ° 09,11	05,0
18036-12	RL	Oder Haff	53 ° 49,23	14 ° 09,11	05,0
18039-8	RL	Achterwasser	54 ° 01,90	13 ° 57,97	03,7
18039-10	RL	Achterwasser	54 ° 01,90	13 ° 57,97	03,7
18039-11	RL	Achterwasser	54 ° 01,90	13 ° 57,97	03,7
18041-11	RL	Greifswalder Bodden	54 ° 16,05	13 ° 29,00	07,8
18041-12	RL	Greifswalder Bodden	54 ° 16,05	13 ° 29,00	07,8
18041-13	RL	Greifswalder Bodden	54 ° 16,05	13 ° 29,00	07,8
18104-1	RL	Arkona-Becken	54 ° 48,70	13 ° 40,46	45,0
18104-2	RL	Arkona-Becken	54 ° 48,71	13 ° 40,44	44,8
18104-3	RL	Arkona-Becken	54 ° 48,67	13 ° 40,49	44,7
18120-7	RL	Oder Haff	53 ° 42,50	14 ° 30,00	05,7
18120-8	RL	Oder Haff	53 ° 42,50	14 ° 30,00	05,7
18120-9	RL	Oder Haff	53 ° 42,50	14 ° 30,00	05,7
18122-7	RL	Oder Haff	53 ° 46,50	14 ° 21,40	06,4
18122-8	RL	Oder Haff	53 ° 46,50	14 ° 21,40	06,4
18122-9	RL	Oder Haff	53 ° 46,50	14 ° 21,40	06,4

Die Sedimentkerne wurden sofort nach ihrer Entnahme an Bord beschrieben. An den GKG wurden Radiographie-Präparate (BOUMA 1969) zur besseren Information über das Sedimentgefüge genommen. Danach wurden die Rumohrlote oder GKG in Zentimeter-Abstand von der Oberfläche bis 30 cm Teufe für die institutsübliche Bestimmung von Wassergehalt, Trockenraumgewicht, Korngrößenverteilung, spezifischen Gewicht, organisch/anorganischem Kohlenstoff sowie für die Analyse von chlorierten Biphenylen beprobt (Abb. 4). Bei der Sedimententnahme für die Bestimmung der CB wurde mit einem

ausgeglühten Spatel gearbeitet, um etwaige Kontaminationen zu verhindern. Alle Sedimentproben, die nicht für die Bestimmung von Wassergehalt/Trockenraumgewicht verwendet werden sollten, wurden sofort nach der Entnahme bei -20°C tiefgefroren.

Die Kernbeschreibungen sowie ein detaillierter Probenplan der anderen beteiligten Arbeitsgruppen sind in den einzelnen Fahrtberichten der Expeditionen dokumentiert (Oder-Projekt Cruise report: POSEIDON-199, ALKOR-42, BORNHÖFT, LITTORINA-2, ALKOR-55, ALKOR-63, PENCK). Altersdatierungen, die Bestimmung der verschiedenen Schwermetalle (NEUMANN et al., subm.) und deren Gehalte sowie die Benthos-Verteilung anhand von Diatomeen und Foraminiferen wurden von anderen Bearbeiter des ODER-Projekts durchgeführt (EC INTERIM REPORT PL 1994, EC INTERIM REPORT PL 1995).

3.2 Chemische Untersuchungen

Vorbereitung zur Extraktion im Labor

Die Extraktion der CB aus den Proben wurde unter Einsatz der Lösungsmittel Acetonitril, Hexan, Pentan, Dichlormethan und Aceton durchgeführt. Alle Lösungsmittel wurden zunächst einer speziellen Reinigung unterzogen, indem sie über eine 1,5 m lange Füllkörperkolonne als Rückfluß unter Stickstoffschutz in einen Vorratszylinder destilliert wurden. Dies ist nötig, weil sie häufig mit Substanzen kontaminiert sind, auf die der Electron Capture Detector (ECD) des Gaschromatographen anspricht (DUINKER & HILLEBRAND 1978, DUINKER et al. 1991). Um Kontaminationen aus der Raumluft zu vermeiden, wurde die Destillationsanlage mit reinem Stickstoff 5.0 gespült. Zur Blindwertskontrolle wurden jeweils 50 ml Lösungsmittel entnommen, am Rotationsverdampfer auf 50 μl aufkonzentriert (Faktor 1.000) und 2 μl davon auf den Gaschromatographen mit ECD injiziert. Im resultierenden Chromatogramm durften im Bereich der CB keine Signale (Peaks) erscheinen, andernfalls wurde nochmals destilliert. Die Lösungsmittel Dichlormethan und Aceton, die nicht unbedingt die Reinheit vom Acetonitril und Pentan besitzen müssen, wurden in gereinigte Glasflaschen mit Teflondichtung (DUINKER et al. 1991) bei -20°C in einer Kühltruhe gelagert. Acetonitril und Pentan wurden möglichst direkt aus der Vorlage der Destille entnommen, da immer neue Kontaminationsquellen während der Lagerung in Glasflaschen bzw. in der Kühltruhe eine stetige Verschlechterung ihrer Qualität zur Folge hatten. Alle verwendeten Glasgeräte wurden anfangs in einem Reinigungsbad (Mucasol®) gesäubert, anschließend mit destilliertem Wasser abgespült und im Trockenschrank bei 250°C getrocknet. Im Laufe der Zeit zeigte sich allerdings bei häufiger auftretenden Kontaminationsquellen, daß ein

Ausheizen im Muffelofen bei 450° C von wesentlichem Vorteil ist. Aufgrund der sehr niedrigen Gehalte der CB in den Wasser- und Sedimentproben wurde die Aufbereitung in einem "clean-lab" durchgeführt, das eine partikelfreie, gefilterte Raumluft garantiert und Kontaminationsquellen ausschließt.

Extraktion und Aufarbeitung der Proben zur Chlorbiphenyl-Bestimmung

Die Extraktion der Proben erfolgte an einer nach EHRHARDT (1988) modifizierten Soxhlet-Apparatur. Die XAD-Säulen wurden direkt in die Extraktionsapparatur eingesetzt, die Filterproben aufgetaut in eine Extraktionshülse gelegt und ebenfalls eingesetzt. Bei den Sedimentproben hingegen wurden in einem mit Pentan gereinigten Achatmörser ca. 3 g Naßsediment abgewogen. Eine Fraktionierung der Korngröße gemäß LOHSE (1988) (1. Teilprobe < 20 µm, 2. Teilprobe > 20 µm) wurde nicht vorgenommen, da eine künstliche Selektion der CB im Zuge der Korngrößenfraktionierung nicht mit letzter Sicherheit ausgeschlossen werden kann (STEFFEN 1992).

Das Naßsediment wurde mit Natriumsulfat bis zur vollständigen Trocknung zerrieben (Abb. 4). Das Natriumsulfat wurde im Vorwege über Nacht bei 450° C geglüht, in eine Glasflasche mit Glasstopfen abgefüllt und vor dem Gebrauch auf den Blindwert überprüft. Das trockene Sediment-Pulver-Gemisch wurde danach vorsichtig in eine Extraktionshülse umgefüllt. Alle Proben wurden mit ca. 80 ml bis 100 ml Acetonitril vier Stunden lang extrahiert und danach in der Kühltruhe gekühlt. Die kalten Extraktionsflüssigkeiten wurden am Rotationsverdampfer einrotiert; wenn die Hälfte des Extrakts eingedampft war, wurden 2 ml bis 5 ml Wasser dazugeben und weiter eingeeengt, bis das gesamte Acetonitril verdampft war.

Der verbliebene wässrige Extrakt wurde dreimal mit Pentan ausgeschüttelt und anschließend mit Natriumsulfat getrocknet, das Pentan wurde auf unter 200 µl eingeeengt. In dieser Lösung befinden sich alle organischen Stoffe der Probe, auch polycyclische Aromate und hochsiedende Aliphate. Diese Stoffe sind z. T. ebenfalls ECD-aktive Substanzen (PAH), sie verursachen hohe Signale und können den ECD-Detektor kontaminieren, seine Empfindlichkeit heruntersetzen und die Quantifizierung der einzelnen CB unmöglich machen.

Aus diesem Grunde müssen die störenden Gruppen von den CB mit Hilfe einer Hochdruck-Flüssigkeits-Chromatographie (HPLC) abgetrennt werden. Mit ihr ist eine Separierung einzelner Substanzgruppen möglich (PETRICK et al. 1988). Die Trennung in die einzelnen Fraktionen wurde anhand von Standards überprüft.

1. Fraktion: Alkane, Alkene
2. Fraktion: Chlorierte Biphenyle, HCB, DDE
3. Fraktion: Polycyclische Aromatische Kohlenwasserstoffe
4. Fraktion: Pestizide
5. Fraktion: Polarere Substanzen

Alle Fraktionen wurden bis auf unter 100 μl am Rotationsverdampfer einrotiert, anschließend in kleine Glasampullen gefüllt und unter einem Stickstoffstrom um die Hälfte aufkonzentriert und eingeschmolzen. Die 2. Fraktion der Sedimentproben (CB) mußte vor der Injektion auf den Gaschromatographen noch mit gereinigtem Quecksilber versetzt werden, um den vorhandenen Schwefel als Quecksilbersulfid zu binden und auszufällen, da elementarer Schwefel sehr stark ECD-aktiv ist. Von allen fünf Arbeitsschritten wurde ein sogenannter Gesamtprozedurblindwert ohne Probe bestimmt und analysiert, um zu überprüfen, ob sich die Extraktionsapparatur, die HPLC, die Glasgeräte und die Lösungsmittel noch in einwandfreiem Zustand befanden (Abb. 5). Die Nachweisgrenze betrug für alle CB 1 pg/g Naßgewicht im Sediment.

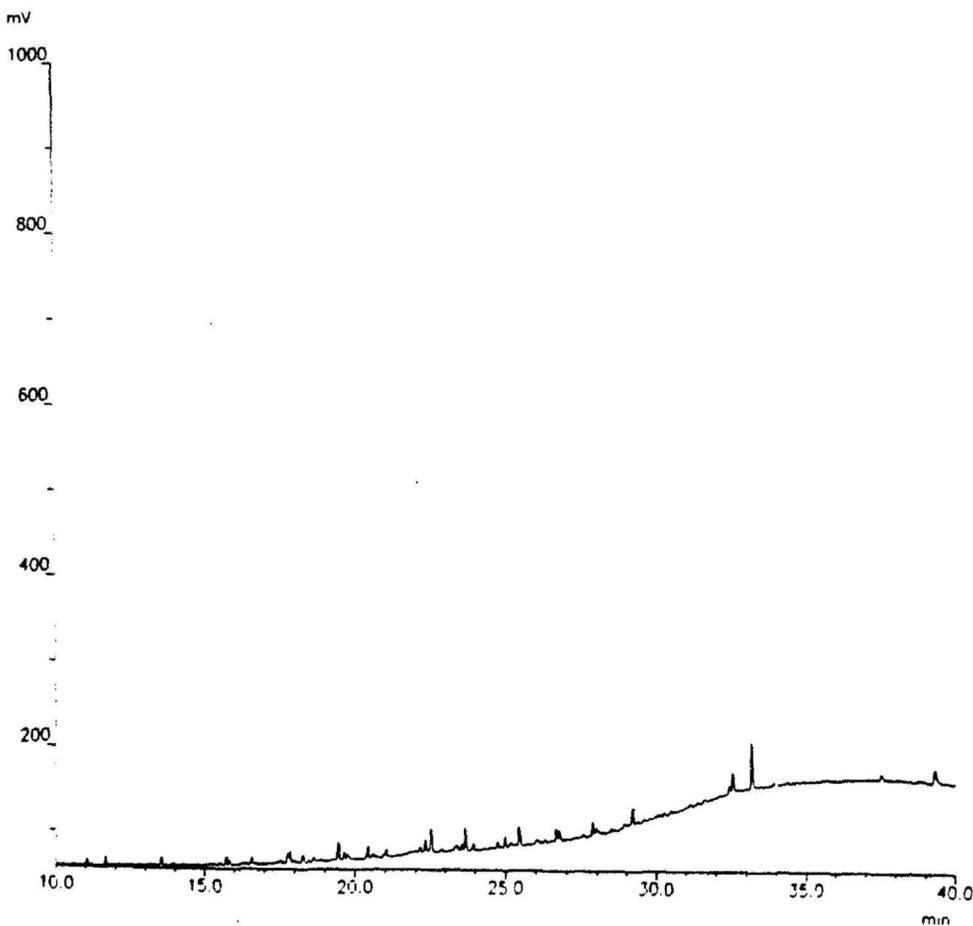


Abb. 5: Gesamtprozedurblindwert
(partielles Gaschromatogramm, jeder Peak < 0,1 pg).

3.3 Sedimentologische Untersuchungen

Korngrößenverteilung

Die Korngrößenverteilung wurde mit der Pipette-Methode (MÜLLER 1964) ermittelt (Abb. 4). Die Korngrößenklassifikation erfolgte nach SHEPARD (1954).

Mindestens 3 g bis 5 g gefriergetrocknetes Sediment wurden mit Wasserstoffperoxid versetzt und nach 6 Stunden im Ultraschallbad dispergiert. Durch Naßsieben wurde die Probe dann in ihre Grobfraction (> 0,063 mm) und ihre Feinfraction (< 0,063 mm) getrennt. Die abgeschlämmte Grobfraction wurde mit destilliertem Wasser vom Sieb gespült, aufgefangen, getrocknet und gewogen. Aus diesem Gewicht wurde der Sandgehalt der Gesamtprobe errechnet. Mit der Pipette-Analyse wurde der Anteil der Tonfraction (< 0,002 mm) von der Feinfraction (< 0,063 mm) in einer Suspension ermittelt. Der Siltgehalt ergibt sich rechnerisch aus der Differenz der Ton- und Sand-Gewichtsprozent von 100 Gewichtsprozent.

Organischer und anorganischer Kohlenstoff

Der Anteil an organisch und anorganisch gebundenen Kohlenstoff in den Sedimentproben wurde mit einem Elemental Analyzer 1108 CHN-O von der Fa. Carlo Erba Instruments bestimmt (Abb. 4). Zur Messung der Kohlenstoffgehalte wurde gefriergetrocknetes Sediment mit einem Achatmörser homogenisiert und in zwei Teilproben unterteilt. An einer Teilprobe wurde der gesamte Kohlenstoff, an der zweiten der organisch gebundene Kohlenstoff gemessen. Weitere Details zur Messung werden in CARLO ERBA INSTRUMENTS (1988) und BLANZ (1992) beschrieben.

Natürlicher Wassergehalt und Trockenraumgewicht

Der natürliche Wassergehalt (Abb. 4) wurde für die Berechnung der CB-Gehalte auf 1 g Trockengewicht verwendet und berechnet sich wie folgt:

$$W = W_w / W_s * 100 (\%)$$

W = natürlicher Wassergehalt (%)

W_w = Gewicht des Wassers (g)

W_s = Gewicht der trockenen Sedimentprobe (g)

Das Trockenraumgewicht ist unverzichtbar für die Bestimmung von Akkumulationsraten (THIEDE et al. 1982). Da nicht an allen Probenhorizonten ein definiertes Volumen (HOLLER & KASSENS 1989) entnommen wurde, wurden die Trockenraumgewichte (TRG) modellhaft berechnet, unter der Annahme einer 100 % igen Wassersättigung und mit Hilfe der Dichte des Sediments (BOHRMANN 1991).

$$\text{TRG} = D_s / [(W_w * D_s) / (W_s * G_w) + 1]$$

- TRG : Trockenraumgewicht (g/ccm)
- D_s : Dichte der Trockensubstanz (g/ccm)
- W_w : Gewicht des Wassers (g)
- W_s : Gewicht der trockenen Sedimentprobe (g)
- G_w : Dichte des Meerwassers (g/ccm)

Spezifisches Gewicht

Das spezifische Gewicht wurde zur Berechnung der Fallzeiten für die Pipette-Methode (Korngrößenverteilung) und zur Berechnung des Trockenraumgewichts bestimmt (Abb. 4). Es ist das Divisionsergebnis der Masse der Trockensubstanz geteilt durch das Volumen der Trockensubstanz. Das spezifische Gewicht wurde mit einem Penta Pycnometer (Heliumpycnometer, Fa. Quanta Chrome 1987) gemessen.

3.4 Statistische Methoden

Faktorenanalyse

Die im Rahmen dieser Arbeit durchgeführten statistischen Untersuchungen erfolgten mit Hilfe des Statistik Softwarepakets SYSTAT® 5.2 für Macintosh.

Ziel der Faktorenanalyse ist es, Variablen eines komplexen Datensatzes (hier: sedimentologische Daten und CB) aufgrund bestehender korrelativer Beziehungen sogenannten Faktoren zuzuordnen und somit zu Variablenbündeln zu gruppieren. Um den Zusammenhang von Variablen aufzuzeigen, wurde mit Hilfe der Faktorenanalyse eine Datenreduktion durchgeführt. Aus der Korrelationsmatrix der Variablen werden wenige, voneinander unabhängige Faktoren berechnet (DAVIS 1986). Der Anteil der Gesamtvarianz, die Kommunalität, wird für die jeweilige Variable über eine Regression aus der Korrelationsmatrix berechnet. Die Faktorenanalyse weist neben den Faktoren die Faktorladungen als Maß für die Korrelation zwischen der Variablen und dem Faktor aus.

Außerdem werden die Faktoreigenwerte für den jeweiligen Faktor erfaßt. Die Faktorenanalyse dient somit zur Aufdeckung zunächst vielleicht versteckter Zusammenhänge von Variablen und kann die anschließende Interpretation der Ausgangsdaten wesentlich vereinfachen. Man spricht in diesem Falle auch von einer explorativen Faktorenanalyse (BACKHAUS et al. 1990).

Es wurden zur Interpretation der Daten maximal drei Faktoren bestimmt und nur Faktorladungen größer als 0 oder kleiner als 1 herangezogen.

4 GASCHROMATOGRAPHIE

4.1 Eindimensionale Gaschromatographie: Identifizierung und Quantifizierung einzelner Chlorbiphenyle

Die Identifizierung von CB erfolgte anhand von Retentionszeiten. Drei technische Gemische (Aroclor 1242, Aroclor 1254 und Aroclor 1260), deren Einzelkomponenten bekannt sind (SCHULZ et al. 1989), wurden in den Gaschromatographen injiziert (Abb. 6). Die Identifikation erfolgte durch den Vergleich der absoluten oder relativen Retentionszeiten mit den jeweiligen Retentionszeiten des Standards. Zur Quantifizierung der CB wurde ein erweiterter quantitativer Standard 1 : 50 (erw. quant. Std. 1 : 50) mit 35 bekannten Einzelkomponenten (Anhang Tab. 1) und ein neuerer zweiter Standard (Abb. 7) mit 22 bekannten Einzelkomponenten (Anhang Tab. 1) verwendet. Aus der Peakhöhe der Einzelkomponenten und ihrer dazugehörigen, bekannten Gehalte läßt sich der sogenannte Response-Faktor (RF) errechnen.

$$\text{RF} = \text{Peakhöhe} / \text{Menge}$$

Jedem einzelnen identifizierten CB wird ein Response-Faktor zugewiesen. CB, deren Peaks zwischen zwei Peaks der o. g. Einzelkomponenten liegen, wird der Response-Faktor der vorangehenden bestimmten Einzelkomponenten zugewiesen.

Da sich die Empfindlichkeit des Gaschromatographen durch eine hochbelastete oder ungenügend vorgetrennte Probe ändern kann, wurden die Standards täglich injiziert und gemessen, um die Empfindlichkeit des Gaschromatographen und die Retentionszeiten zu kontrollieren. Die Menge der einzelnen CB einer Probe ergeben sich aus der Multiplikation von Response-Faktor, Peakhöhe und der Konzentration der injizierten Probe.

In allen Chromatogrammen wurden die einzelnen CB im Vergleich zu den Retentionszeiten der technischen Gemische identifiziert. Die Quantifizierung erfolgte durch Vergleich mit den Standardgemischen, gegebenenfalls wurden die Peakform und die Basislinie manuell korrigiert. Um eventuelle Verunreinigungen der Proben festzustellen, wurden diese zuerst auf einen Carlo Erba 5160 mit ECD und Flammen-Ionisations-Detektor (FID) und einer 25 m SE-54 Säule splitlos injiziert (Abb. 4). Genauere Ausführungen zum ECD und ihrer splitlosen Injektion finden sich bei DUINKER & HILLEBRAND (1983). Die eigentliche Identifizierung und Quantifizierung erfolgte an einem Siemens-Sichromat-1 ECD (Abb. 4) mit PTV (Programmierbarer Temperaturverdampfer). Der Siemens Sichromat 1 enthält eine SE-54, 50 m lange Kapillarsäule. Mit dieser Säule ist es MULLIN et al. (1984)

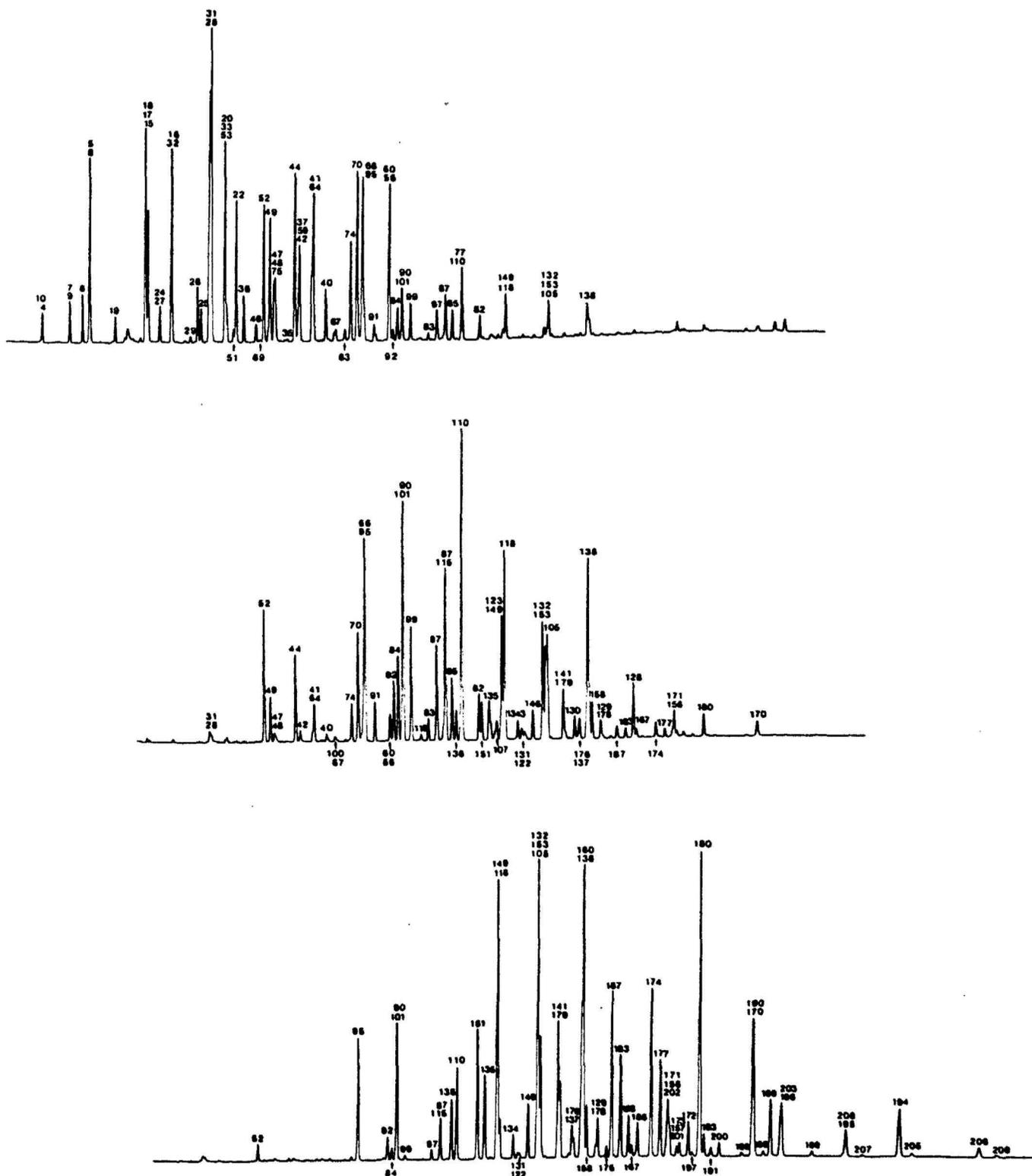


Abb. 6: Chromatogramme von Aroclor 1242, 1254 und 1260. Die "Peaks" sind mit den systematischen Nummern der jeweiligen CB versehen (aus SCHULZ 1990).

gelungen, die Retentionszeiten der 209 CB zu bestimmen. Die Probenaufgabe erfolgte durch on-column-Injektion. Weitere Einzelheiten gibt SCHULZ (1990).

Als Auswerte- und Steuersystem wurde einerseits das ältere Trivector-2000-System, das PC-Trilab-System (Version 1.26y) und andererseits das neu herausgebrachte Chromstar der Fa. SES GmbH (Bechenheim) benutzt.

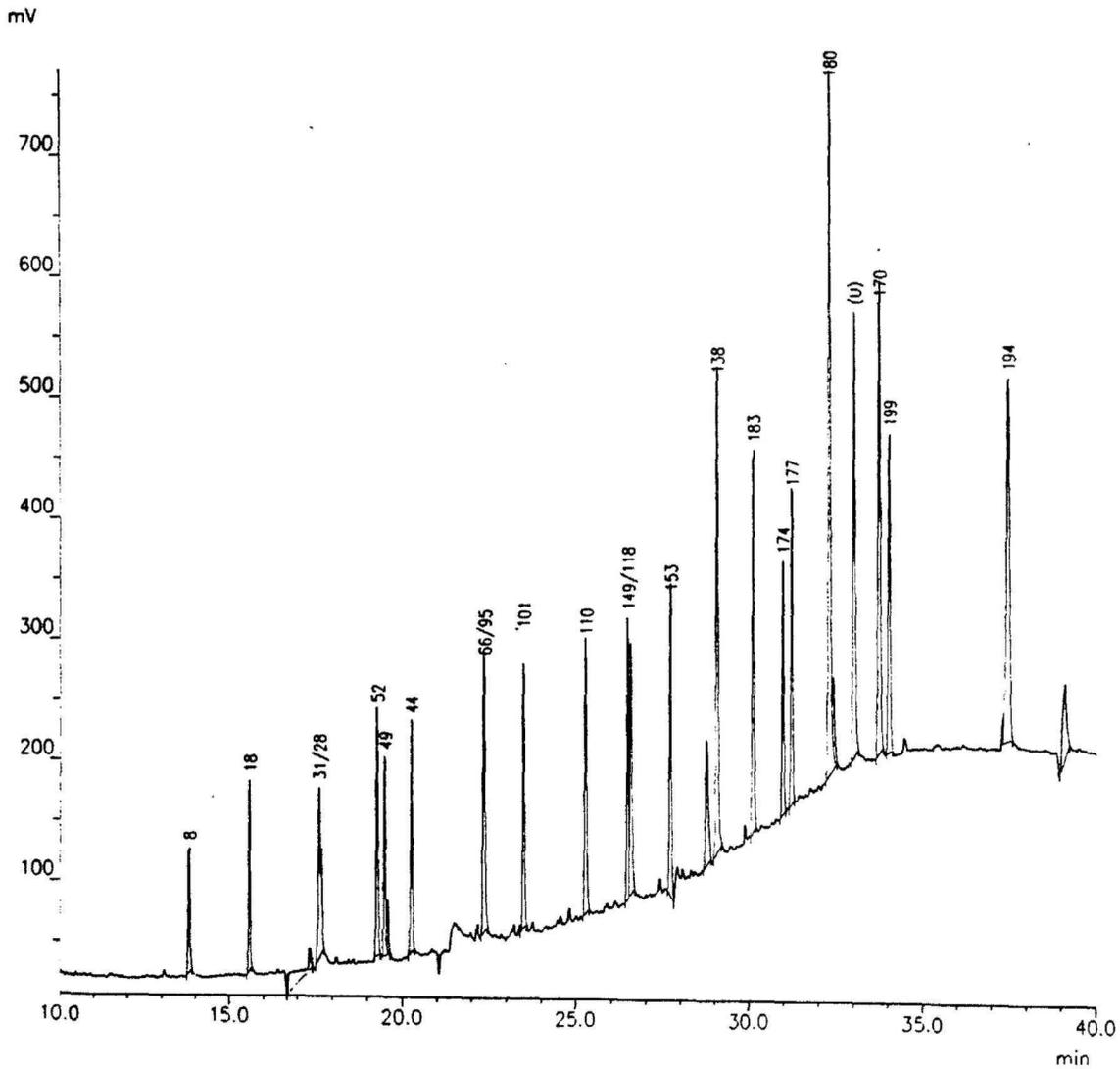


Abb. 7: Chromatogramm des CB-Standards Kiel (Nr. 2). Nummern über den Peaks geben die CB-Numerierung wieder.

4.2 Multidimensionale Gaschromatographie (MDGC)

In der herkömmlichen Gaschromatographie wurde mit einer unpolaren Kapillarsäule (eindimensionale GC) gearbeitet. Nachteil dieser Messung ist, daß Peaks, die aus mehreren Kongeneren bestehen und sich überlagern, nicht genügend aufgelöst werden können, d. h. eine Trennung nicht möglich ist. SCHULZ (1990) stellte fest, daß von den 132 CB in den technischen Gemischen nur 59 als Einzelpeaks eluieren. Mit Einführung der Multidimensionalen Gaschromatographie (MDGC) lassen sich alle 209 Kongenere einzeln auflösen (DUINKER et al. 1988 b, SCHULZ et al. 1989).

In der Multidimensionalen Gaschromatographie sind zwei Säulen unterschiedlicher Polarität in getrennt beheizbaren Öfen hintereinander geschaltet. Der aus dem Hauptchromatogramm ausgewählte Teil wird über ein ventillooses pneumatisches System auf die zweite Säule übertragen. Das zweite Chromatogramm zeigt dann in dem sogenannten Cut aufgeschlüsselt wenige ausgewählte Peaks der Gemische. Als Auswerte- und Steuersystem wurde das Trivector-2000-System benutzt.

Weitere Einzelheiten zur Multidimensionalen Gaschromatographie geben DUINKER et al. (1988 b), SCHULZ et al. (1989) und SCHULZ (1990).

5 ERGEBNISSE

5.1 Gelöste Chlorbiphenyle in der Wassersäule

Da die untersuchten Extrakte der gelösten Chlorbiphenyle aus der Wassersäule trotz sorgfältiger Vortrennung hohe Konzentrationen unbekannter ECD-aktiver Substanzen enthielten und viele CB-Peaks deshalb überlagert waren, konnten nur an wenigen Proben gelöste CB identifiziert und quantifiziert werden. Aufgrund dieser Überlagerungen konnten die CB der Proben aus dem Arkona-Becken und dem Bornholm-Becken nicht quantifiziert werden (Abb. 8). Lediglich in den Chromatogrammen von zwei Stationen aus der Oder Rinne (18024: 5 m und 15 m Probentiefe) und aus dem Ausstrombereich der Oder in die Südpommersche Bucht (18027: 5 m Probentiefe) konnten die CB bei schwachen ECD-aktiven Überlagerungen einigermaßen "normal" ausgewertet werden. Dabei wurden nur Peaks, die eindeutig anhand ihrer Retentionszeiten zu erkennen und darüber hinaus gut von anderen Peaks abgetrennt waren, zur Auswertung herangezogen. Die Nachweisgrenze ($0,05 \text{ pg/dm}^3$) war abhängig einerseits von der extrahierten Wassermenge, andererseits von dem Blindwert der Methode.

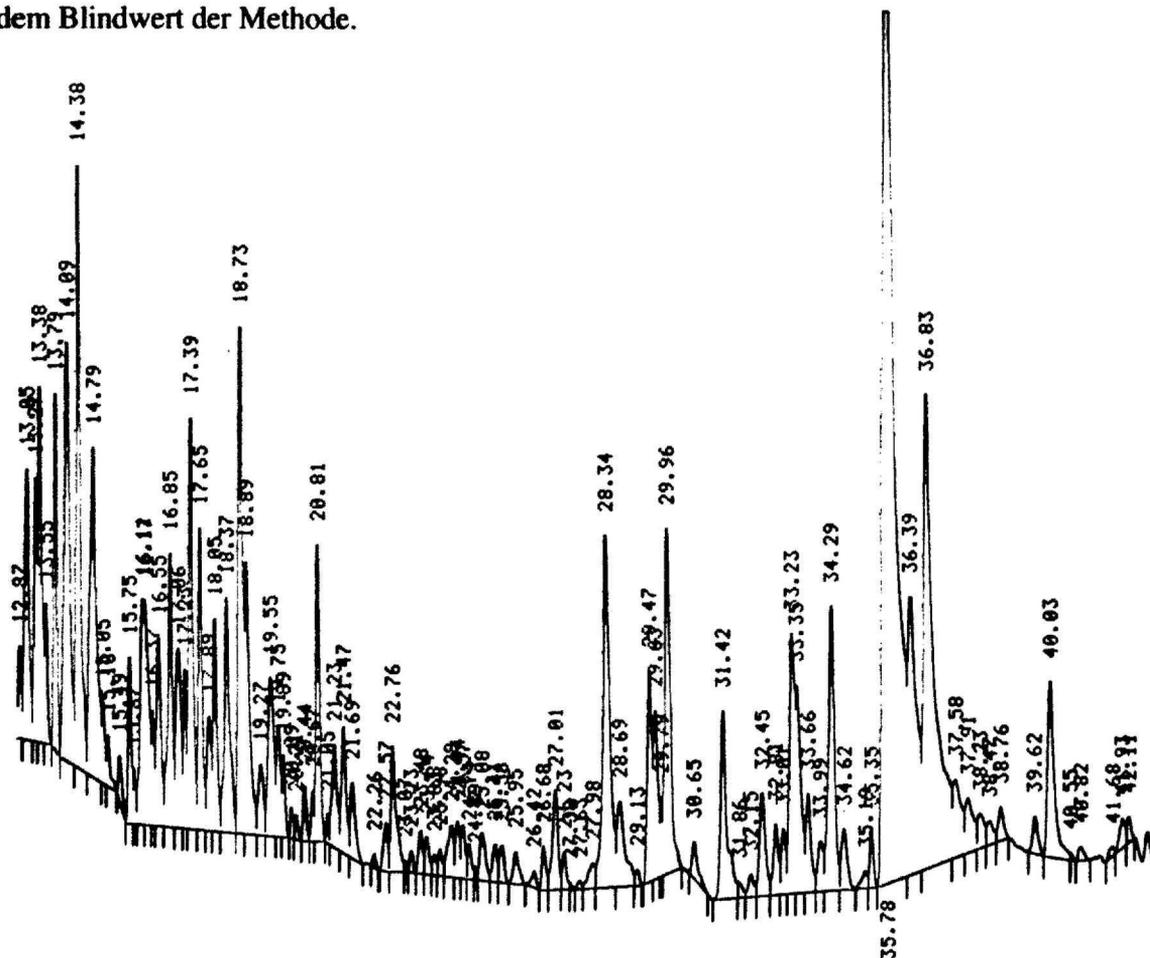


Abb. 8: Chromatogramm der Wasserprobe der Station 18024, 5 m Wassertiefe. ECD-aktive Substanzen überlagern die CB-Signale.

Im Bereich des Ausstroms der Oder (18027) in die Südpommersche Bucht liegen die Konzentrationen geringfügig höher als im Bereich der Oder Rinne (18024) (Abb. 9), die aufgrund ihrer nördlicheren Position weiter von der Eintragsquelle (Oder) entfernt ist. Die Konzentrationen in der Oder Rinne liegen in 15 m Wassertiefe höher als in 5 m Wassertiefe. Die CB-Gehalte der drei Tiefenintervalle schwanken zwischen 20 pg/dm^3 und 68 pg/dm^3 . Diese Konzentrationen liegen ähnlich niedrig, wie sie von SCHULZ-BULL et al. (1995) für die Ostsee beschrieben worden sind. Allerdings konnten SCHULZ-BULL et al. (1995) ca. 30 an der Gesamtkonzentration beteiligte Biphenyle nachweisen, während hier nur der Nachweis von 20 CB gelang.

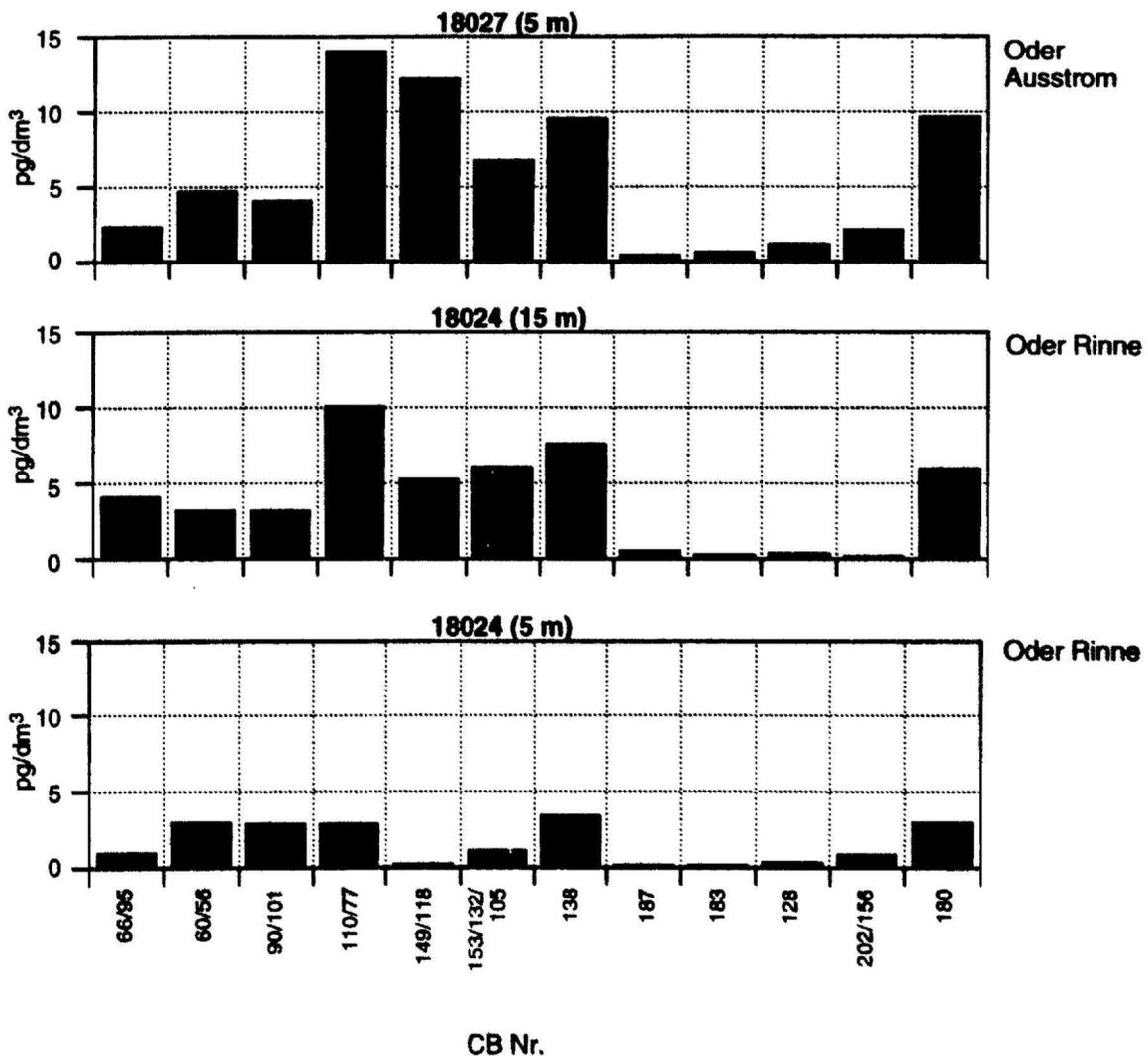


Abb. 9: Konzentrationen gelöster CB (pg/dm^3) von unterschiedlichen Stationen und Wassertiefen.

5.2 Chlorbiphenyle am suspendierten partikulären Material

Trotz der Schwierigkeiten während der Probenahme konnte für jedes Arbeitsgebiet mindestens eine repräsentative Partikelprobe gewonnen werden. Um charakteristische Unterschiede in der Zusammensetzung der CB jedes einzelnen Arbeitsgebiets zu erkennen, wird auch hier der prozentuale Anteil (in Mol %) an ihrer Gesamtsumme (DUINKER et al. 1988 a) errechnet. Diese Darstellung ermöglicht den Vergleich aller analysierten Partikelproben, unabhängig von Herkunft und Konzentration. Die Ergebnisse der einzelnen Arbeitsgebiete werden im folgenden gegenübergestellt.

In allen quantifizierten Partikelproben aus den verschiedenen Arbeitsgebieten konnten weit über 50 niedrig-, mittel- und hochchlorierte Biphenyle identifiziert werden (Abb. 10). Die Zusammensetzungen der einzelnen Proben aus den unterschiedlichen Arbeitsgebieten unterscheiden sich nur unwesentlich in den einzelnen Komponenten (Abb. 11). Die CB-Konzentrationen unterscheiden sich jedoch deutlich in den verschiedenen Arbeitsgebieten. Die größte CB-Vielfalt sowie die höchsten Konzentrationen wurden im Bereich des Oder Haffs (Stationen 18120, 18114) gefunden. Dort liegen die Konzentrationen zwischen 700 pg/dm^3 und 800 pg/dm^3 , in der Odermündung (18106) hingegen bei ca. 50 pg/dm^3 bis 70 pg/dm^3 , während im Bornholm-Becken (18100) nur 10 pg/dm^3 bis 15 pg/dm^3 vorliegen. Diese Konzentrationsunterschiede sind unter anderem abhängig von den SPM-Konzentrationen, die von 22 mg/dm^3 im Oder Haff bis zu $0,6 \text{ mg/dm}^3$ im Bornholm-Becken reichen. Ähnliche Konzentrationen wurden auch von DUINKER & SCHULZ-BULL (1993) für die Ostsee belegt.

In zwei Proben aus dem Arkona-Becken (ALKOR-63, Station: 18090: 15 m und 35 m Probenentnahmetiefe) konnten keine partikulären CB analysiert werden, da zum Zeitpunkt der Probenahme die Algenblüte in den Wassertiefen noch nicht eingesetzt hatte und die CB noch in gelöster Form im Wasser vorlagen (SPM Gehalt von $0,5 \text{ mg/dm}^3$).

Die Verteilung von organischen Verbindungen zwischen gelöster und partikulärer Form beeinflusst die Transportprozesse dieser Stoffe, ihre chemischen und mikrobiellen Transformationen und die Bioverfügbarkeit für Organismen (DUINKER & BOON 1986, HARDING 1986). Die organischen Verbindungen haben große Varianzen in ihren physikalisch-chemischen Eigenschaften, wie Dampfdruck und Wasserlöslichkeit. Für die einzelnen CB geben die Oktanol-Wasser-Verteilungskoeffizienten (K_{ow}) einen Hinweis auf die Wasserlöslichkeit (RAPAPORT & EISENREICH 1984). Für alle 209 CB wurden diese von HAWKER & CONNELL (1988) berechnet. Die Werte liegen zwischen $\log K_{ow} = 4,4$ und $\log K_{ow} = 8,2$.

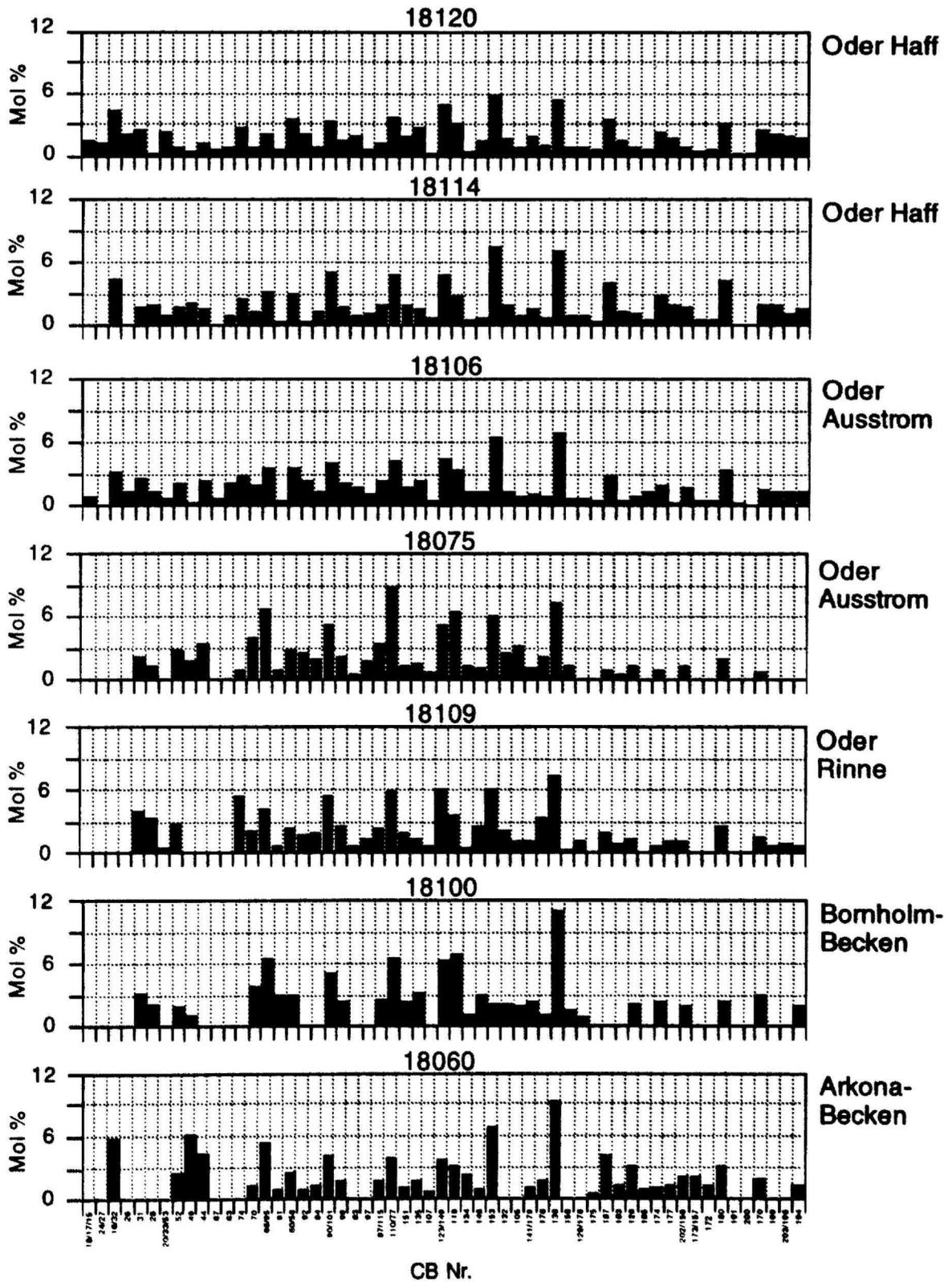


Abb. 10: Zusammensetzung der partikulär gebundenen CB (Mol %) in den verschiedenen Arbeitsgebieten.

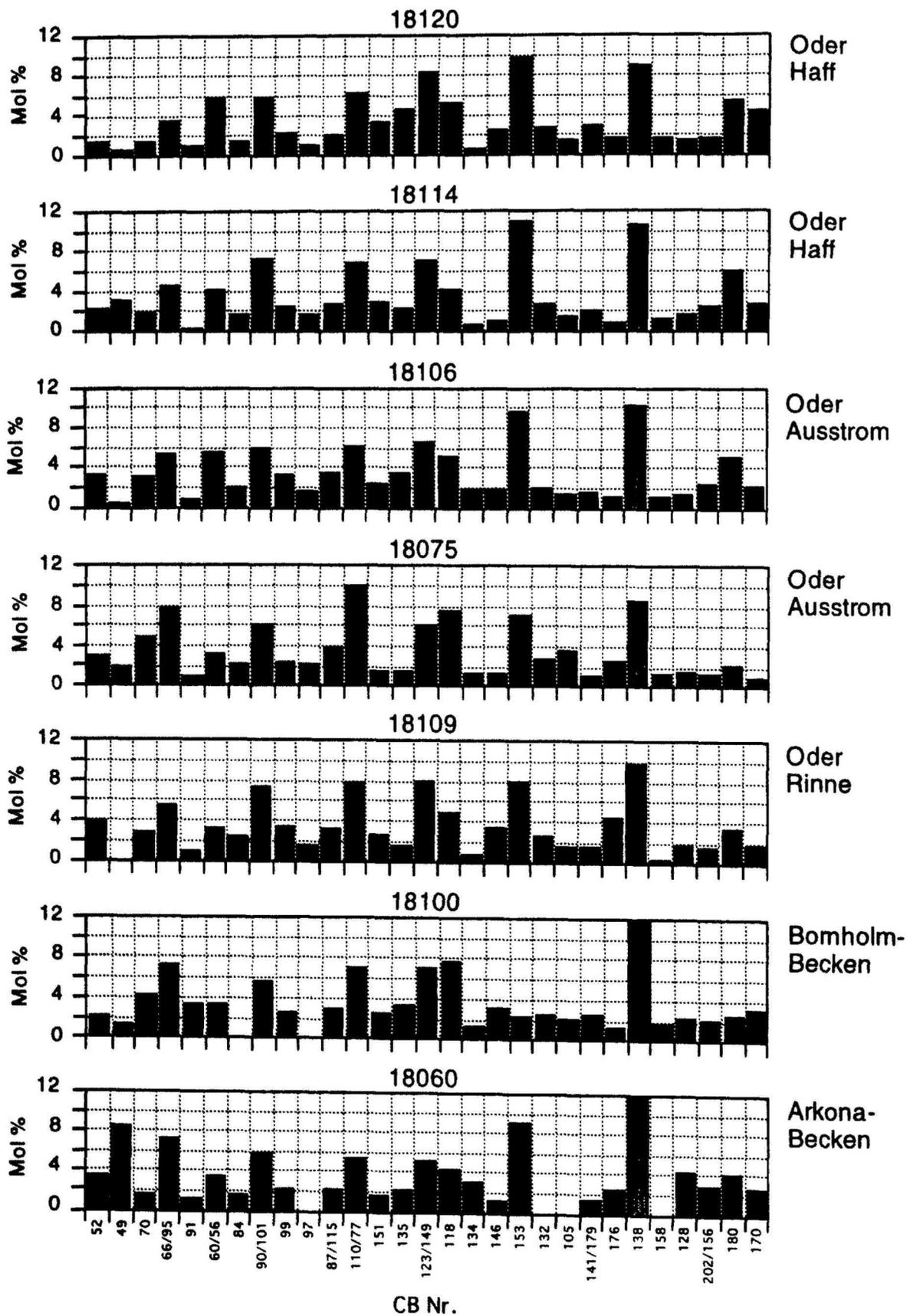


Abb. 11: Zusammensetzung bestimmter parikular gebundener CB (Mol %) in den Arbeitsgebieten.

Unter der Annahme, daß die Verteilung der CB zwischen Wasserphase und SPM einem Gleichgewichtssystem unterliegt, wurde von DUINKER (1986) ein Verteilungskoeffizient K_d eingeführt und wie folgt definiert:

$$K_d = (C_{is}/C_{iw})$$

C_{is} = Gehalt des CB i im SPM

C_{iw} = Gehalt des CB i im Wasser

Das Modell postuliert, daß der Verteilungskoeffizient K_d sich proportional zum Oktanol-Wasser-Verteilungskoeffizienten K_{ow} verhält, d. h. mit steigendem Chlorierungsgrad nehmen die Werte für K_d zu. Folglich werden höherchlorierte CB stärker von Partikeln adsorbiert als niedrigchlorierte CB. Da es sich um ein Gleichgewichtssystem handelt, ist auch eine Desorption der CB möglich, wenn die Konzentration des gelösten CB sinkt.

Untersuchungen von SCHULZ-BULL et al. (1995) haben für die Ostsee im Winter eine gute Korrelation zwischen $\log K_{ow}$ und $\log K_d$ ergeben. Für die Frühjahrssituation (März/April) konnten sie jedoch keine Korrelation feststellen.

In der vorliegenden Arbeit wurde der Verteilungskoeffizient K_d , errechnet aus den Frühjahrs-Wasserdaten von SCHULZ-BULL et al. (1995) und den eigenen Partikeldaten, dem Oktanol-Wasser-Verteilungskoeffizienten K_{ow} (HAWKER & CONNELL 1988) gegenübergestellt. Eine Korrelation zum Oktanol-Wasser-Verteilungskoeffizienten K_{ow} im Sinne von DUINKER (1986) läßt sich, analog zu SCHULZ-BULL et al. (1995), für den Verteilungskoeffizienten Wasser/Partikel (Abb. 12) nicht nachweisen.

Nach CHOU & GRIFFIN (1986) ist die Adsorption von neutralen, relativ apolaren Stoffen an Festkörpern linear mit deren Gehalt an organischem Kohlenstoff korreliert. Dies wird durch den auf den Gehalt an organischem Kohlenstoff normierten Verteilungskoeffizienten K_{oc} wiedergegeben. BRIGGS (1973), KENEGA & GORING (1980), KARICKHOFF et al. (1979), HASSETT et al. (1983) und McDUFFIE (1981) haben nachgewiesen, daß der $\log K_{oc}$ für eine Reihe von Verbindungen, z. B. CB, linear zum $\log K_{ow}$ korreliert.

Auch diese Korrelation läßt sich mit den hier ermittelten Daten nicht bestätigen (Abb. 13). Dies bedeutet, daß organischer Kohlenstoff nicht die alleinige Trägersubstanz für die CB in den untersuchten Partikelproben ist. Weiterhin läßt sich die Verteilung der CB in Wasser und Partikeln offensichtlich nicht ausschließlich über die Wasserlöslichkeit und den Gehalt

an organischem Kohlenstoff beschreiben, sie ist hingegen von weiteren Faktoren, wie z. B. den kinetischen Effekten, biologischen Produktivitäten etc., beeinflusst.

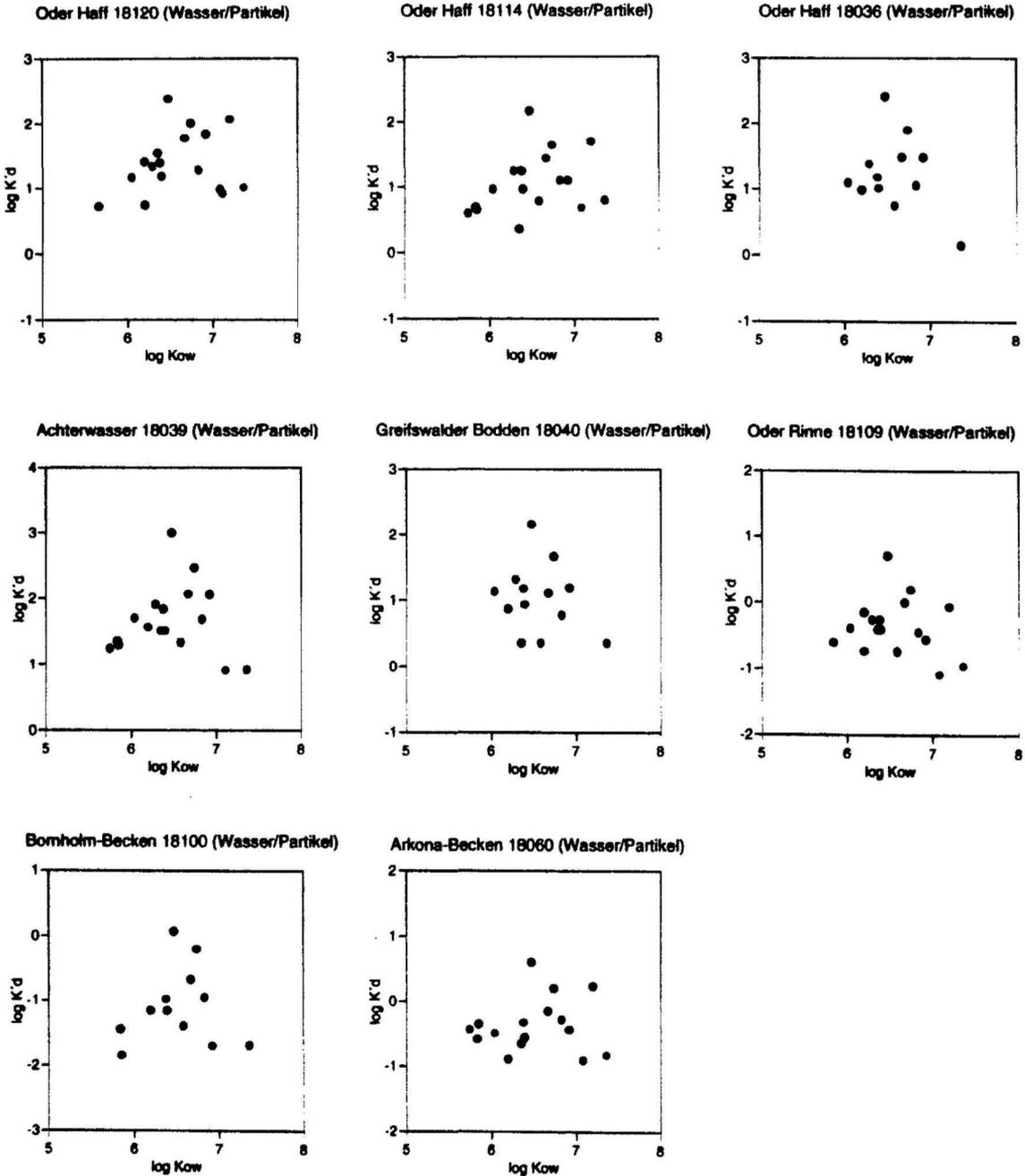


Abb. 12: Beziehung zwischen $\log K_{ow}$ und $\log K_d$ für individuelle Kongenere im Wasser und an Partikeln aus den Arbeitsgebieten.

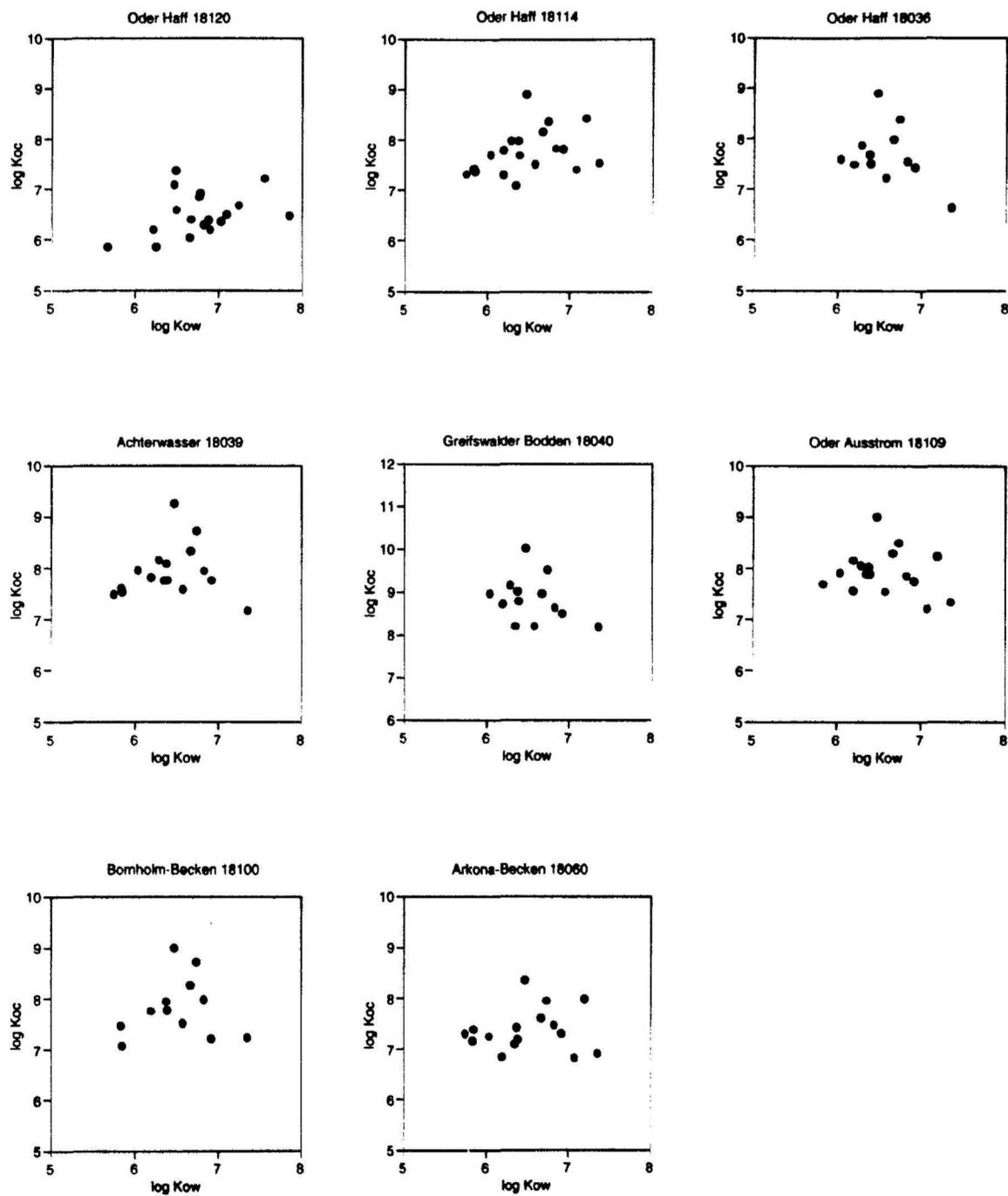


Abb. 13: Beziehung zwischen $\log K_{ow}$ und $\log K_{oc}$ für individuelle Kongenere im Wasser und an Partikeln aus den Arbeitsgebieten.

5.3 Ergebnisse der Sedimentkerne

Im folgenden werden die Ergebnisse der sedimentologischen Untersuchungen sowie der CB-Messungen für die verschiedenen Arbeitsgebiete Oder Haff, Achterwasser, Greifswalder Bodden, Oder Rinne, Arkona-Becken und Bornholm-Becken dargestellt.

5.3.1 Oder Haff

Im Oder Haff wurden insgesamt drei Stationen beprobt (Abb. 2). Die Station 18120 liegt direkt im Einstrom der Oder in das Oder Haff, die Station 18122 liegt im mittleren Oder Haff und die Station 18036 im westlichen Oder Haff.

Sedimentkern 18120

Im Kern 18120, der direkt im Einstrombereich der Oder in das Oder Haff gewonnen wurde, nimmt der natürliche Wassergehalt von 814 % an der Oberfläche (0,5 cm) auf ca. 200 % bei einer Teufe von 30 cm kontinuierlich ab (Abb. 14). Die größte Wassergehaltsabnahme von ca. 300 % findet in den oberen 3 cm statt.

18120: Oder Haff

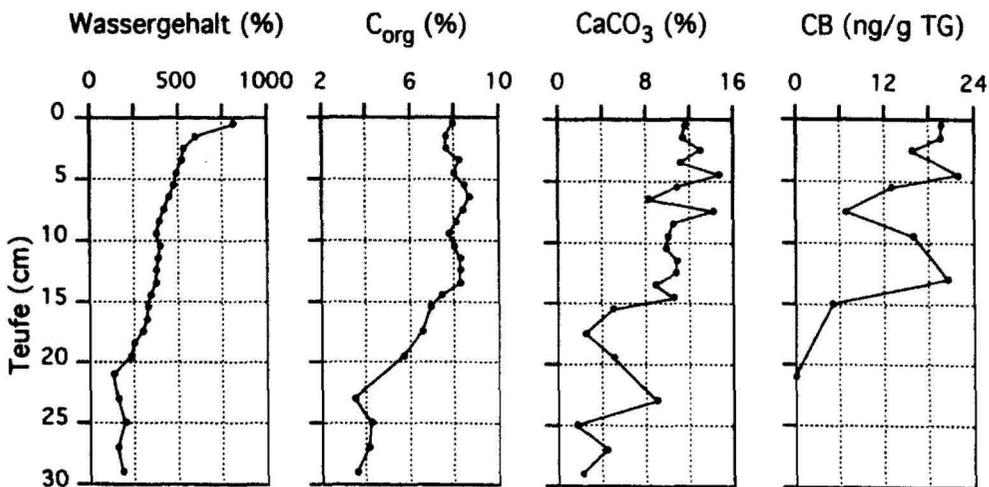


Abb. 14: Vertikale Verteilung sedimentologischer Parameter und der CB-Gehalte im Kern 18120 aus dem Oder Haff.

Der **organische Kohlenstoff** variiert zwischen maximal 8,7 % und minimal 3,5 % (Abb. 14) mit den höchsten Konzentrationen in den ersten 15 cm. Die **CaCO₃-Gehalte** schwanken sehr stark zwischen maximal 15 % und minimal 2 % (Abb. 14) mit den

höchsten Konzentrationen ebenfalls in den ersten 15 cm (10 % und 15 %). Ab 15 cm nimmt der CaCO_3 -Gehalt bis auf 2 % bei 29,5 cm Teufe ab, unterbrochen von einem hohen Wert von 8,9 % bei 23 cm Teufe. Die Korngrößenverteilung wurde für diesen Kern, wie auch für den Kern 18122, aufgrund zu geringer Probenmengen nicht ermittelt.

In den Teufenbereichen 0 - 15 cm sind weit über 60 verschiedene, **niedrig bis hochchlorierte Biphenyle** identifiziert worden. Für die Auswertung wurden allerdings nur jene CB verwendet, die in allen Teufenbereichen des Kerns eindeutig identifiziert und quantifiziert wurden (Abb. 15). Für die Gesamtgehalte spielen die nicht berücksichtigten CB eine untergeordnete Rolle, da sie weniger als 3 % ausmachen. Es konnten zahlreiche niedrig- ($n_{\text{Cl}}=3$) über mittel- bis hochchlorierte ($n_{\text{Cl}}=8$) Biphenyle eindeutig quantifiziert werden. Dieses gilt ebenfalls im weiteren für alle anderen analysierten Sedimentkerne.

Veränderungen in den **CB-Gesamtgehalten** mit der Teufe sollen einen ersten Eindruck der Entwicklung des CB-Eintrags ermöglichen. Der CB-Gesamtgehalt liegt oberflächennah bei ca. 20 ng/g TG (0,5 cm) (Abb. 14). Ähnlich hohe Werte erreichen die CB-Gehalte mit zwei tieferen ausgeprägten Maxima (21,8 ng/g TG bei 4,5 cm, 20,5 ng/g TG bei 13 cm). Zwischen diesen drei Maxima liegen zwei deutliche Minima bei 2,5 cm (15 ng/g TG) und 7,5 cm (6,8 ng/g TG). Zwischen 13 cm und 21 cm fällt der CB-Gehalt unter die Nachweisgrenze.

Um charakteristische Unterschiede in der Zusammensetzung der CB in den verschiedenen Teufenabschnitten zu erkennen, wird der prozentuale Anteil (in Mol %) an ihrer Gesamtsumme errechnet. Diese Darstellung ermöglicht den Vergleich aller analysierten Proben, unabhängig von Herkunft, Gehalt und Abstammung aus unterschiedlichen Kompartimenten (DUINKER et al. 1988 a).

Die **Zusammensetzung der einzelnen CB** ändert sich über den gesamten Kernabschnitt (0 - 14 cm) kaum (Abb. 16). Die Muster, also die Verteilung, jedes einzelnen Teufenintervalls sieht fast identisch aus, es gibt keine Ab- oder Zunahmen bestimmter CB mit der Teufe. Auffällig ist der Wert für die Komponente 60/56 mit 16 Mol % in der Teufe 7 - 8 cm. Das Chromatogramm gibt hier keinen Hinweis auf eine Fehlmessung. In allen Teufenbereichen dominieren die CB 110/77 und 138 (> 6 Mol %). Die folgenden 10 Hauptkomponenten (> 3 Mol %) bestimmen ca. 60 % vom Gesamtgehalt des Kerns: 16/32, 66/95, 60/56, 90/101, 83, 110/77, 123/149, 153, 138, 180.

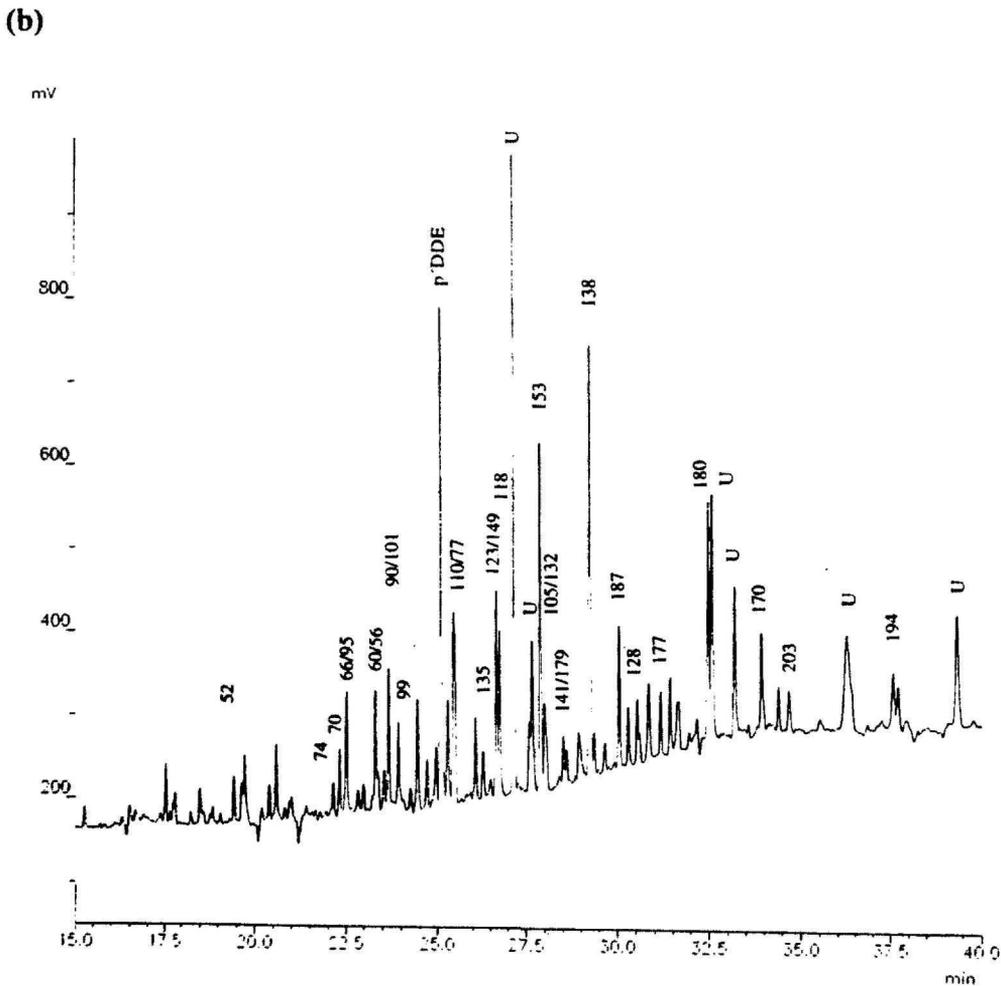
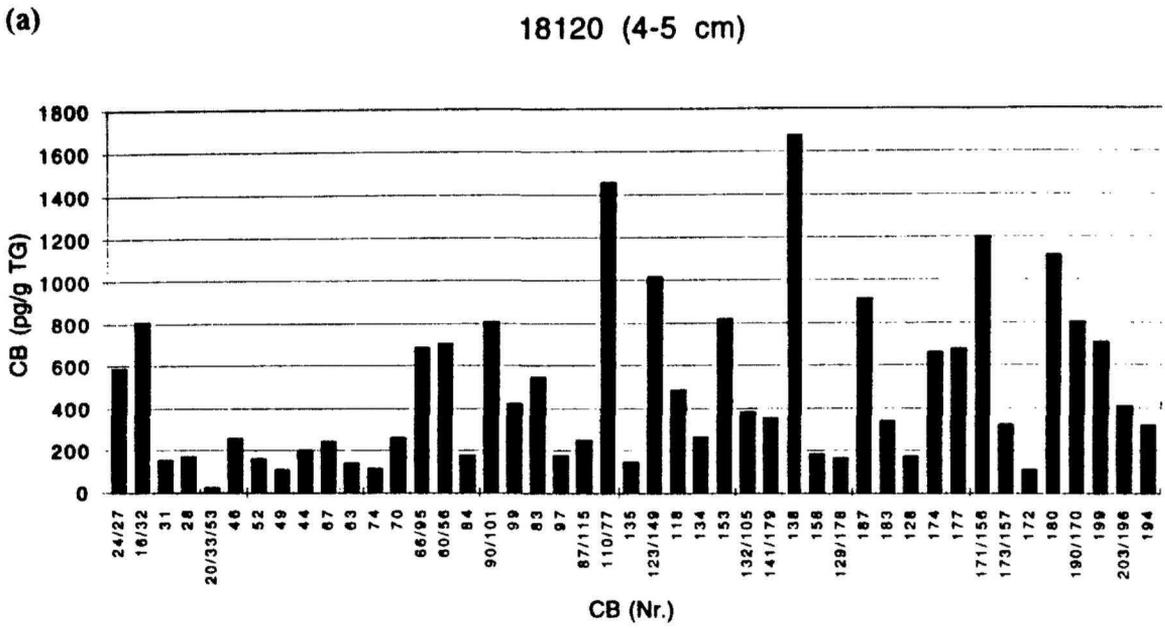


Abb. 15: CB-Muster (a) und Chromatogramm (b) des Sedimentkerns 18120 aus dem Oder Haff in 4 - 5 cm Tiefe.

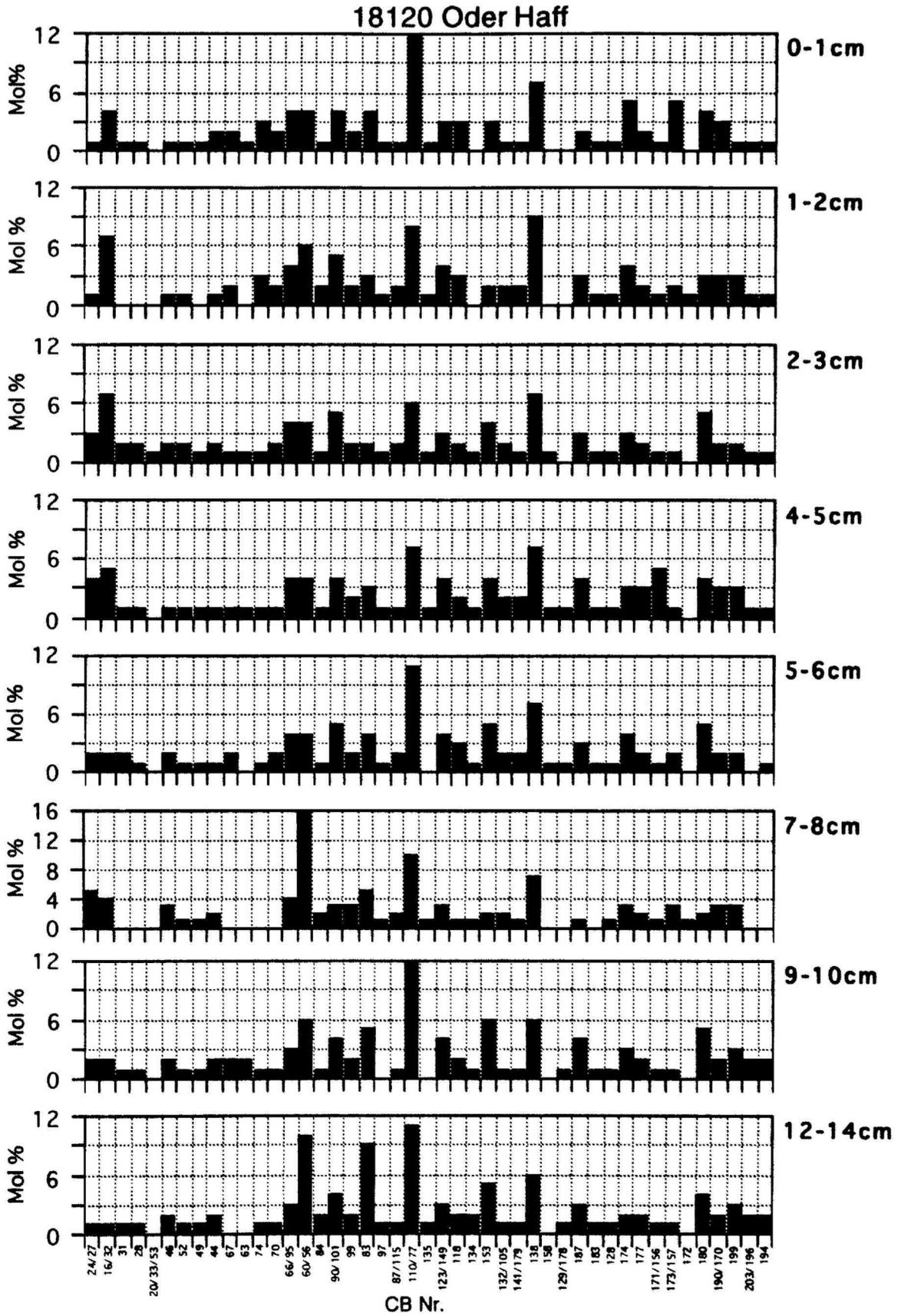


Abb. 16: CB-Zusammensetzung (Mol %) des Kerns 18120 aus dem Oder Haff in acht unterschiedlichen Tiefen.

Sedimentkern 18122

Im Kern 18122 aus dem mittleren Oder Haff nimmt der **Wassergehalt** von 850 % oberflächennah (0,5 cm) auf 190 % bei 7,5 cm ab (Abb. 17). Danach steigt er wieder auf ca. 500 % bei 14,5 cm an, nimmt ohne größere Tendenz von dort auf 200 % bei 29 cm Teufe ab. Der **organische Kohlenstoff** weist an der Oberfläche (0,5 cm) mit 9 % die höchste Konzentration auf (Abb. 17), fällt kontinuierlich auf 2,3 % bei 9,5 cm herab und steigt bis 14,5 cm etwas steiler, von 14,5 cm bis 27 cm etwas flacher auf insgesamt 8,5 % an. Die höchsten **CaCO₃-Gehalte** befinden sich in den ersten 12,5 cm (Abb. 17). Dort schwanken sie sehr stark zwischen 27 % (Maximum bei 2,5 cm) und 11,7 % bei 10,5 cm. Ab 12,5 cm nimmt der CaCO₃-Gehalt stark ab und pendelt sich bis in 27 cm Teufe zwischen 5 % und 7 % ein.

18122: Oder Haff

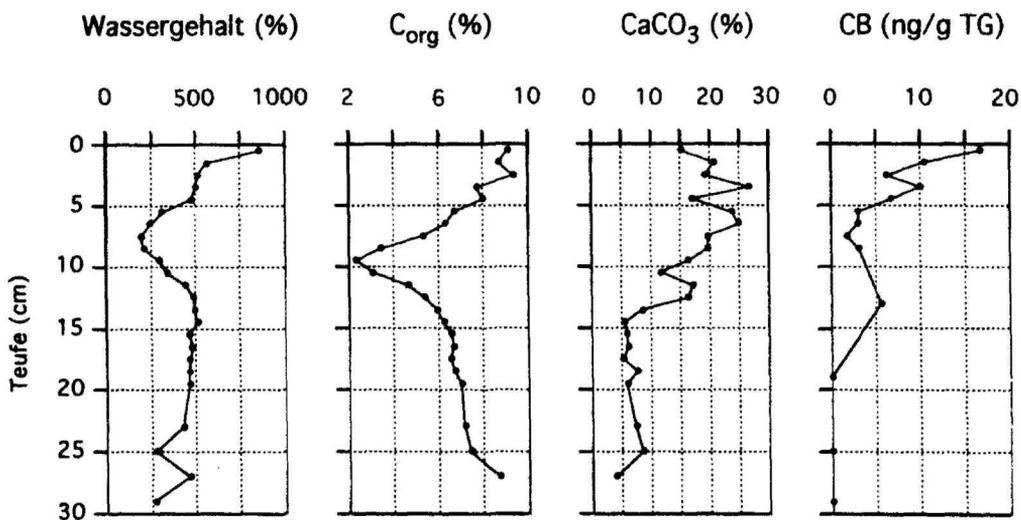


Abb. 17: Vertikale Verteilung sedimentologischer Parameter und der CB-Gehalte des Kerns 18122 aus dem Oder Haff.

Der **CB-Gesamtgehalt** zeigt im Kern 18122 (Abb. 17) einen ähnlichen Trend wie im Kern 18120. Wiederum folgt einem hohen Gehalt an der Oberfläche (0,5 cm: 17 ng/g TG) ein deutliches Minimum (2,5 cm: ca. 6 ng/g TG). Nach einem weiteren Maximum bei 3,5 cm (ca. 10 ng/g TG) folgen niedrige CB-Gehalte (Minimum mit ca. 1,8 ng/g TG bei 7,5 cm). Bis 13 cm steigen die CB-Gehalte nochmals an (ca. 5 ng/g TG), anschließend wird bei 19 cm die Nachweisgrenze erreicht. In den darunterliegenden Teufen von 25 cm und 31 cm wurden keine CB identifiziert.

Wie auch in den anderen Kernen wurden insgesamt weit über 60 niedrig-, mittel- bis hochchlorierte Biphenyle identifiziert, aber nur jene zur Bearbeitung herangezogen, die auch in allen anderen Teufenbereichen dieses Korns vorkommen. Die **CB-Muster** der Teufenbereiche sehen recht ähnlich aus, differieren allerdings bei manchen Kongeneren voneinander (Abb. 18). Die folgenden 10 Hauptkomponenten (> 3 Mol %) bestimmen ca. 60 % des Gesamtgehalts des Korns pro Teufenintervall: 66/95, 60/56, 90/101, 83, 110/77, 123/149, 153, 138, 187 und 180. Eine markante Zu- oder Abnahme einzelner CB konnte nicht festgestellt werden, allerdings variieren die Verhältnisse geringfügig. In den Teufenintervallen 5 - 6 cm und 6 - 7 cm ist die Identifizierung der niedrigchlorierten Biphenyle vermutlich durch noch vorhandene schwefelhaltige Verbindungen unterbunden worden.

Sedimentkern 18036

Im Sedimentkern 18036 aus dem westliche Oder Haff liegt der höchste **Wassergehalt** mit 1.600 % an der Oberfläche (Abb. 19). Er fällt innerhalb von 2 cm auf 1.000 % und pendelt sich dort bis 5,5 cm ein. Bis 10,5 cm gibt es wiederum eine starke Abnahme auf 350 %, dieser Wert wird bis zu einer Teufe von 30 cm ungefähr beibehalten. Der **organische Kohlenstoff** pendelt zwischen der Oberfläche und 10,5 cm zwischen 9 % und 12 % (Abb. 19). In 11,5 cm besitzt er sein Minimum von 3,7 % und steigt langsam bis zum Kernende auf ca. 10 % an. Die **CaCO₃-Gehalte** schwanken zwischen der Oberfläche und 10,5 cm von 15 % bis 27 % (Abb. 19). In 12,5 cm besitzt der Kern sein CaCO₃-Maximum mit 41 %, fällt innerhalb von 2 cm auf 5 % ab und bleibt relativ konstant zwischen 3 % und 5 %, mit Ausnahme der Teufen 17,5 cm mit 10,5 % und 24,5 cm mit 15 %. Bei der **Korngrößenverteilung** dominieren die Silt- und Tongehalte (Abb. 19). Die Tongehalte schwanken zwischen 15 % und 40 %, der Siltanteil macht im Durchschnitt 50 % bis 70 % der Gesamtprobe aus. Der Sandgehalt spielt eine untergeordnete Rolle. Er schwankt zwischen 1 % und 5 %, abgesehen von einem ausgeprägten Maximum von 70 % zwischen 10,5 cm und 12,5 cm. Die CaCO₃- und Sandmaxima bei 12,5 cm sind auf ein großes Schillbruchstück zurückzuführen.

Die höchsten **CB-Gehalte** mit ca. 24 ng/g TG befinden sich in den ersten 2 cm des Korns (Abb. 19). Im weiteren Verlauf der CB-Gesamtgehalte kann man den CB-Verlauf der beiden erwähnten Oder Haff-Kerne wiedererkennen, die Minima und Maxima fallen jedoch weitaus weniger deutlich aus. Das erste Minimum von 9 ng/g TG ist bei 2,5 cm zu verzeichnen, bei 4,5 cm folgt ein kleiner Anstieg auf 12 ng/g TG, danach nimmt der Gehalt, unterbrochen von einem etwas höheren Wert bei 8,5 cm, nahezu kontinuierlich ab und erreicht bei 15 cm und 27 cm die Nachweisgrenze.

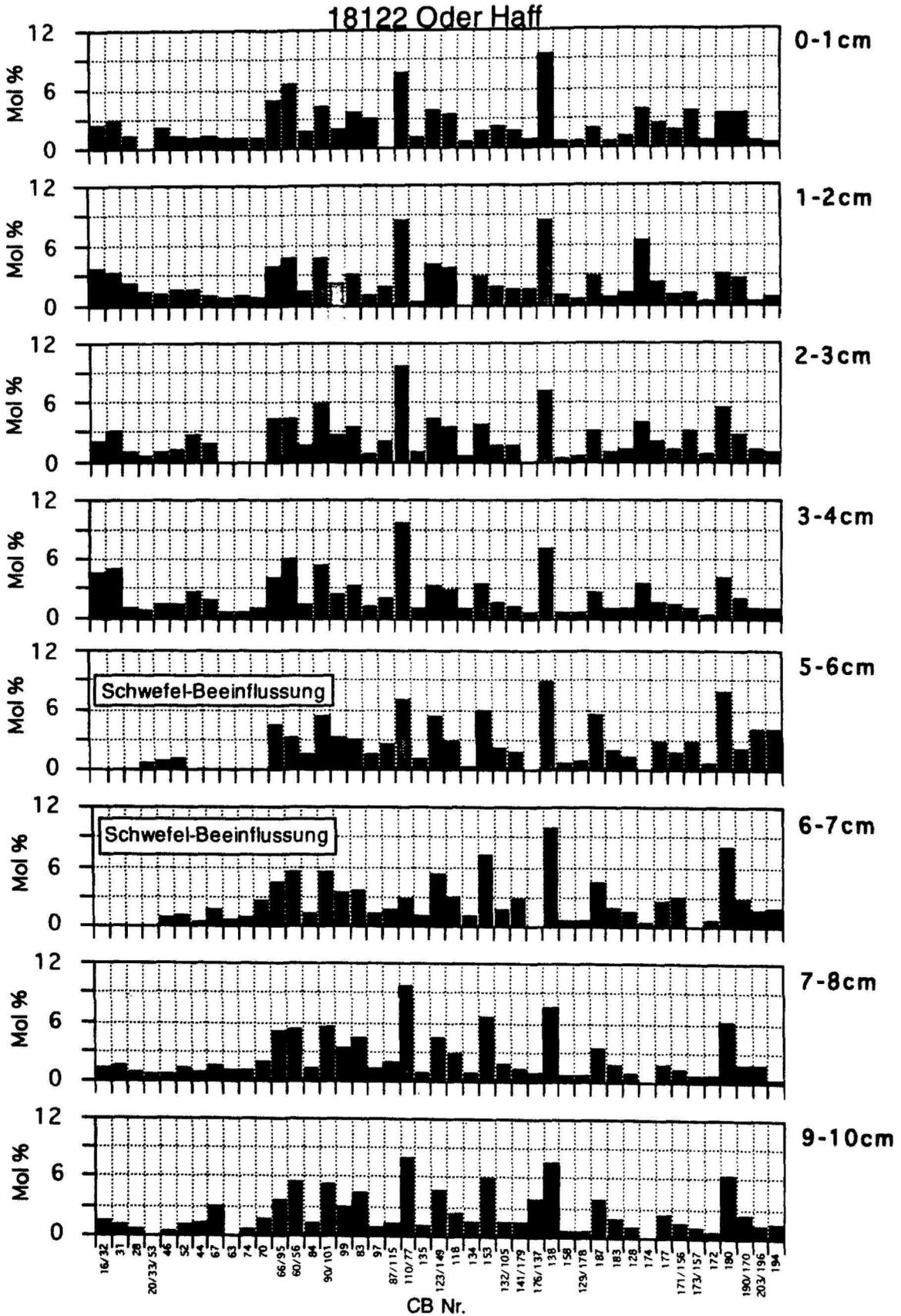


Abb. 18: CB-Zusammensetzung (Mol %) des Kerns 18122 aus dem Oder Haff in acht unterschiedlichen Teufen. In 5 - 6 cm und in 6 - 7 cm Schwefel-Beeinflussung.

Wiederum wurde ein breites Spektrum von niedrig-, mittel- bis hochchlorierten Biphenylen identifiziert, aber nur diejenigen herangezogen, die auch in allen Teufenbereichen auftreten. In allen Teufenintervallen dominieren prozentual die niedrig- bis mittelchlorierten Biphenyle. Die **CB-Muster** und Verteilungen unterscheiden sich kaum in den einzelnen Teufenintervallen (Abb. 20). 8 Hauptkomponenten (70, 66/95, 110/77, 123/149, 118, 153, 138 und 180) machen 50 % des Gesamtanteils der CB aus. Eine Zu- oder Abnahme einzelner CB ist nicht feststellbar.

18036: Oder Haff

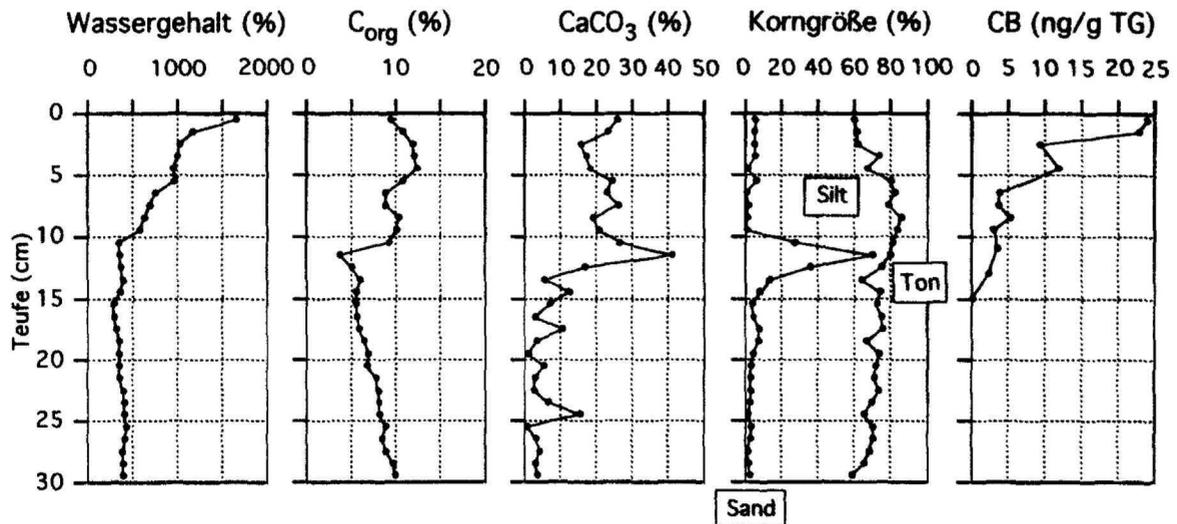


Abb. 19: Vertikale Verteilung sedimentologischer Parameter und der CB-Gehalte im Kern 18036 aus dem westlichen Oder Haff.

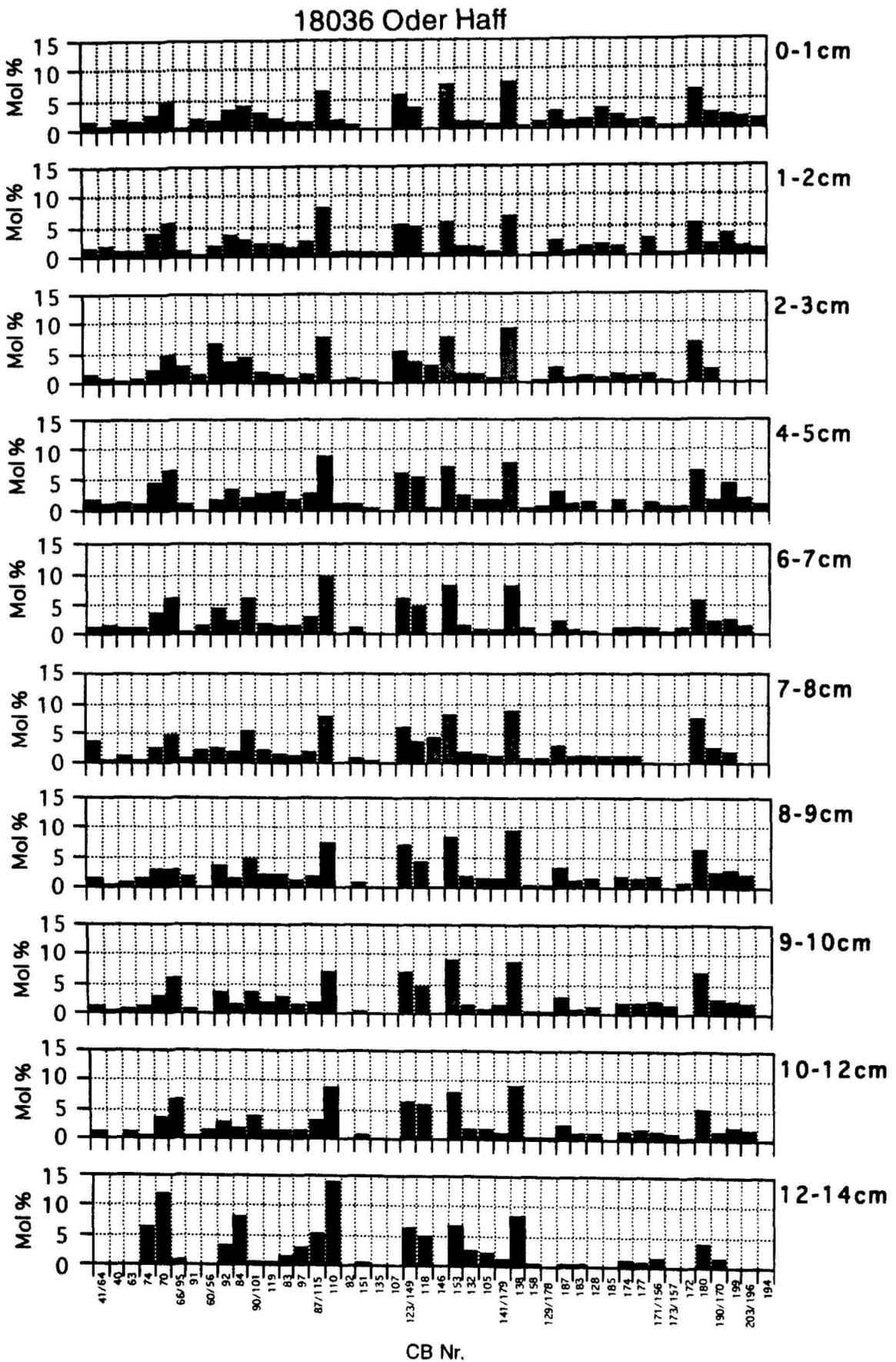


Abb. 20: CB-Zusammensetzung (Mol %) des Kerns 18036 aus dem Oder Haff in zehn verschiedenen Teufen.

5.3.2 Achterwasser

Im Achterwasser wurde der Kern 18039 aus dem zentralen Bereich gewonnen.

Sedimentkern 18039

Im Kern 18039 nimmt der **Wassergehalt** von 1.500 % oberflächennah auf ca. 500 % bei 13,5 cm ab (Abb. 21). Darunter bleibt er bis zum Kernende bei 29,5 cm nahezu unverändert zwischen 420 % und 480 %. Die oberflächennahen hohen Gehalte an **organischem Kohlenstoff** von 10 % nehmen bis in die Teufe von 17,5 cm auf ca. 5,8 % ab und steigen von dort bis 29,5 cm wieder auf ca. 7 % an (Abb. 21). Die höchsten **CaCO₃-Gehalte** befinden sich in den oberen 8 cm, in denen sie von 13 % an der Oberfläche auf 20 % bei 8 cm zunehmen. Ab 8 cm sinkt die Konzentration bis in eine Teufe von 14,5 cm auf 1 % ab. Ab 14,5 cm bis zum Kernende schwanken die Gehalte unregelmäßig von 0,3 % bis 8 %. Die Korngrößenverteilung konnte aufgrund zu geringer Probenmengen an dieser Station nicht bestimmt werden.

18039: Achterwasser

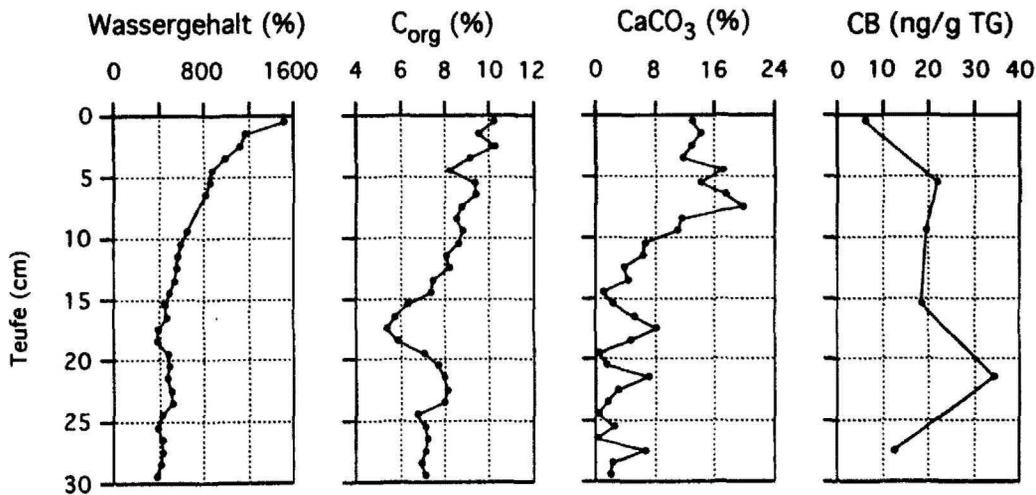


Abb. 21: Vertikale Verteilung sedimentologischer Parameter und der CB-Gehalte im Kern 18039 aus dem Achterwasser.

Im Vergleich zu den Profilen aus dem Oder Haff zeigt der Kern 18039 einen anderen Verlauf der **CB-Gehalte**. Der niedrigste CB-Gehalt befindet sich mit ca. 6 ng/g TG an der Oberfläche (Abb. 21). Von dort steigt der Gehalt auf ca. 22 ng/g TG in 5,5 cm Teufe an und ändert sich danach nur minimal bis 15,5 cm. Bei 20,5 cm wird mit ca. 35 ng/g TG ein Maximum erreicht, danach fällt der CB-Gehalt auf ca. 10 ng/g TG in 27,5 cm ab. Die CB-Nachweisgrenze wurde in diesem Kern nicht erreicht.

Es wurden wiederum mehr als 60 verschiedene niedrig-, mittel- und hochchlorierte Biphenyle identifiziert, allerdings nur die quantifiziert, die in allen Teufenbereichen vorkommen. Die **Zusammensetzung der einzelnen CB** ändert sich kaum über den gesamten Kernabschnitt (0 - 28 cm) (Abb. 22), obwohl ihre Gesamtgehalte stark schwanken (Abb. 21). Es gibt weder eine markante Zu- noch eine Abnahme von bestimmten CB. Der Hauptanteil der CB wird von den niedrig- bis mittelchlorierten Biphenylen gebildet. Die 10 Hauptkomponenten 52, 70, 66/95, 90/101, 87/115, 110/77, 123/149, 118, 153 und 138 besitzen zwischen 50 % und 60 % am Gesamtanteil.

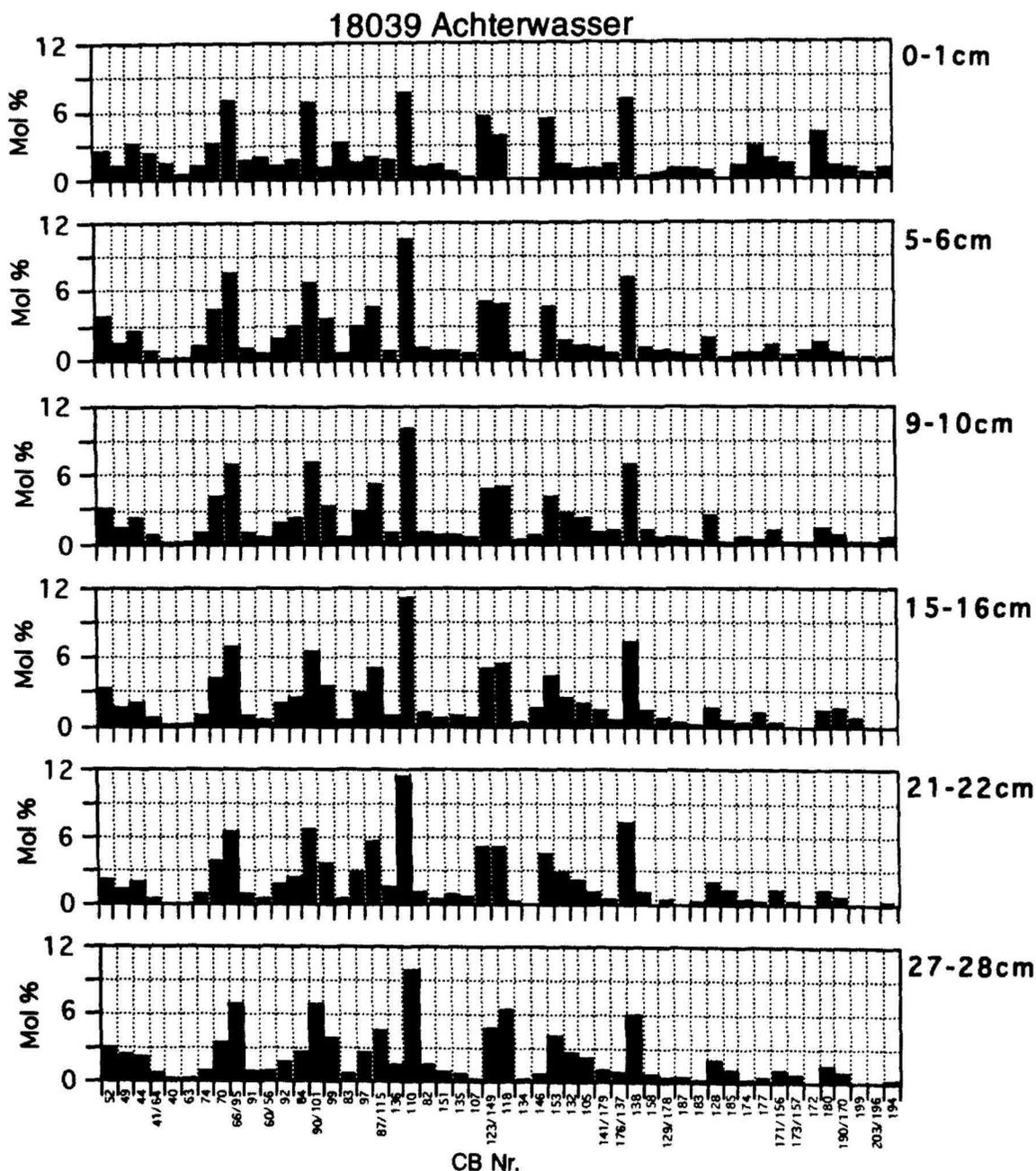


Abb. 22: CB-Zusammensetzung (Mol %) des Kerns 18039 aus dem Achterwasser in sechs unterschiedlichen Teufen.

5.3.3 Greifswalder Bodden

Im westlichen Bereich des Greifswalder Bodden wurde der Kern 18041 gewonnen.

Sedimentkern 18041

Im Kern 18041 nimmt der **Wassergehalt** kontinuierlich von 480 % oberflächennah bis auf 290 % in 13,5 cm ab (Abb. 23). Von 13,5 cm bis 16,5 cm verringert sich der Wassergehalt sehr stark auf 60 %. Nach diesem Minimum steigt er langsam wieder an und erreicht im unteren Kernbereich (29,5 cm) einen Gehalt von 300 %. Der **organische Kohlenstoff** hat seine höchsten Gehalte von ca. 6 % zwischen der Oberfläche und 6,5 cm (Abb. 23). Ab 6,5 cm geht der Gehalt allmählich zurück und erreicht sein Minimum von 2,3 % bei 15,5 cm. Von 15,5 cm bis zum Kernende erhöht sich der Gehalt recht langsam bis auf ca. 5,5 %. Die **CaCO₃-Gehalte** an der Oberfläche sind mit 1 % die niedrigsten des Kerns (Abb. 23). Schrittweise erhöhen sich die Gehalte bis auf 7,8 % in 22,5 cm Teufe. In 23,5 cm erreichen die CaCO₃-Gehalte ein 1. Maximum von 17,3 %, gehen abrupt zurück auf 2 %, um in 28,5 cm und 29,5 cm ein 2. größeres Maximum von 24 % zu erreichen. Die **Korngrößenverteilung** ändert sich in diesem Kern kaum (Abb. 23). Die Sandgehalte liegen konstant bei ca. 1 %. Der Tongehalt schwankt zwischen 10 % und 20 %, die Siltgehalte liegen zwischen 80 % und 88 %.

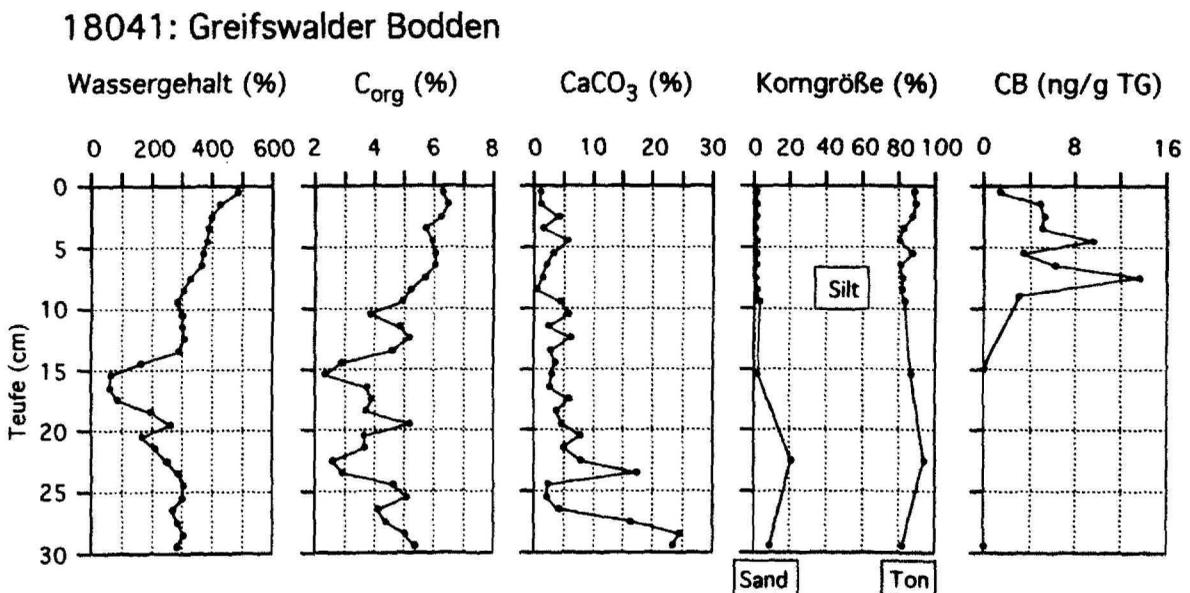


Abb. 23: Vertikale Verteilung sedimentologischer Parameter und der CB-Gehalte im Kern 18041 aus dem Greifswalder Bodden.

Die **CB-Gehalte** weisen an der Oberfläche mit ca. 1,4 ng/g TG ein auffallendes Minimum auf. Der weitere Verlauf ähnelt denen der Oder Haff-Kerne, die CB-Gehalte steigen bis zu einem 1. Maximum von ca. 9,5 ng/g TG bei 4,5 cm an (Abb. 23). Im weiteren Verlauf wird nochmals ein Minimum erreicht (ca. 3,3 ng/g TG in 5,5 cm), dem ein ausgeprägtes Maximum von ca. 13,5 ng/g TG in 7,5 cm Teufe folgt. Danach nimmt der Gehalt sehr stark ab. In 8,5 cm wurden nur noch 3 ng/g TG nachgewiesen und in 15 cm und 29 cm ist die CB-Nachweisgrenze erreicht.

Die **CB-Muster** in den verschiedenen Teufenintervallen sind relativ gleich, allerdings mit zwei Ausnahmen (Abb. 24). In dem Teufenintervall 0 - 1 cm konnten keine niedrigchlorierten Biphenyle identifiziert werden, da noch vorhandener Schwefel das Signal überdeckte. Aufgrund dieser Abwesenheit von 10 Kongeneren werden alle anderen quantifizierten CB in ihren Mol % rechnerisch angehoben. Während der Aufarbeitung im Sommer 1994 gab es aus unerklärlichen Gründen sehr oft Kontaminationen in den Lösungsmitteln. Daher ist zu vermuten, daß die Probe 7 - 8 cm, deren Chromatogramm dem des technischen Gemisches Aroclor 1254 nahezu identisch ist, kontaminiert ist. In allen anderen Teufenintervallen dominieren die mittelchlorierten Biphenyle. Die 7 Hauptkomponenten 66/95, 90/101, 110/77, 123/149, 153, 138 und 180 (> 4 Mol %) machen zwischen 38 % und 50 % des Gesamtanteils aus.

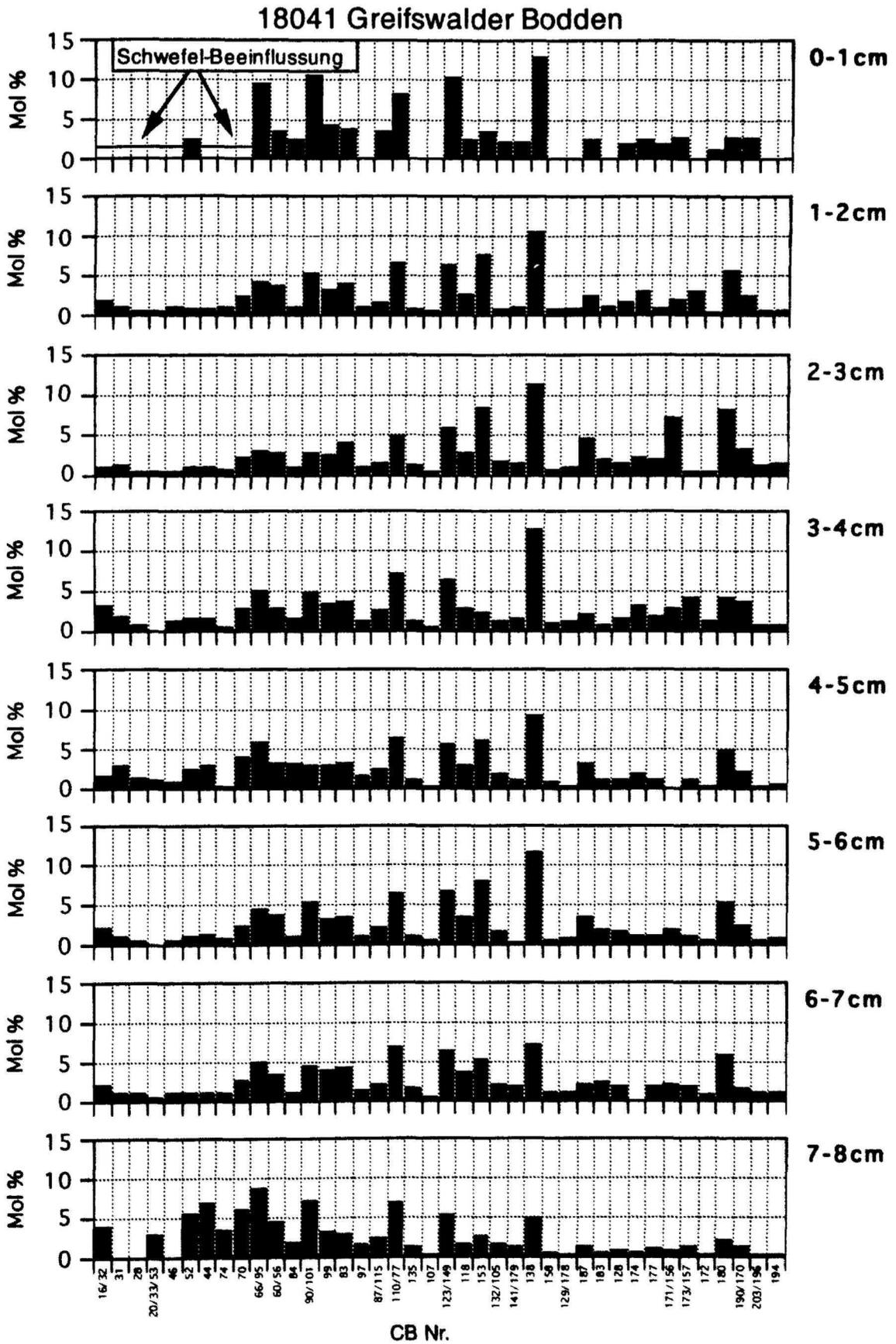


Abb. 24: Zusammensetzung (Mol %) des Kerns 18041 aus dem Greifswalder Bodden in acht verschiedenen Teufen. 0 - 1 cm durch Schwefel beeinflusst, 7 - 8 cm wahrscheinlich durch Aroclor kontaminiert.

5.3.4 Oder Rinne

Der Kern 18025 wurde östlich von Rügen in der Oder Rinne gewonnen.

Sedimentkern 18025

Im Kern 18025 nimmt der **Wassergehalt** von 220 % an der Oberfläche auf 70 % bei 6,5 cm ab (Abb. 25), steigt danach bis 180 % bei 9,5 cm an und nimmt bis zum Kernende bei 29,5 cm ständig bis 60 % ab. Der **organische Kohlenstoff** nimmt von der Oberfläche (4,3 %) bis in 3,5 cm leicht zu (5,2 %), fällt dann bis 10,5 cm auf 1,3 % zurück und schwankt bis zum Kernende zwischen 1 % und 2 % (Abb. 25). Der **CaCO₃-Gehalt** nimmt von 5 % an der Oberfläche bis zu einem Maximum von 15 % bei 6,5 cm zu (Abb. 25), fällt danach auf 1,7 % bei 10,5 cm ab, von 10,5 cm bis zum Kernende schwanken die Gehalte zwischen 1 % und 4 %. Bei der **Korngrößenverteilung** nimmt der Sandgehalt von der Oberfläche von ca. 5 % bis zum Kernende stetig auf 22 % zu (Abb. 25), während der Tongehalt von ca. 30 % an der Oberfläche auf ca. 18 % am Kernende abnimmt. Der Siltgehalt bleibt über den gesamten Kern fast konstant mit Gehalten um 60 %.

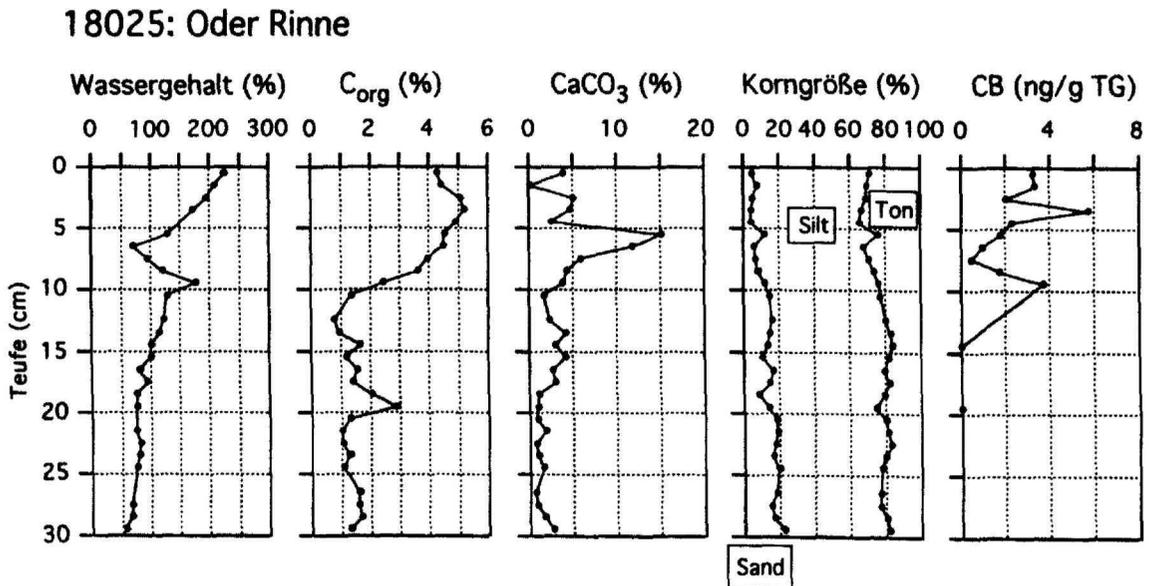


Abb. 25: Vertikale Verteilung sedimentologischer Parameter und der CB-Gehalte im Kern 18025 aus der Oder Rinne.

Der Verlauf der **CB-Gehalte** gleicht dem betreffenden Verlauf aus den Oder Haff-Kernen bzw. aus dem Greifswalder Bodden. Der CB-Gehalt zeigt oberflächennah (1,5 cm) ein Maximum von ca. 3,2 ng/g TG (Abb. 25). Nach einem Minimum von ca. 2 ng/g TG bei 2,5 cm steigt der Gehalt auf ein absolutes Maximum von ca. 6 ng/g TG bei 3,5 cm an.

Hierauf folgt ein weiteres Minimum von ca. 0,5 ng/g TG bei 7,5 cm. Von 7,5 cm über 8,5 cm bis 9,5 cm steigt der Gehalt wieder auf einen Wert von ca. 4 ng/g TG an. Unterhalb von 9,5 cm konnten in 14,5 cm und 19,5 cm Teufe keine CB nachgewiesen werden.

Die Proben dieses Kerns wurden im Sommer 1993 mit dem alten Auswertesystem des GC analysiert. Die gesamte Gaschromatographieanlage war durch andere hochkonzentrierte Proben offensichtlich stark verunreinigt, so daß im Sedimentkern 18025 nur knapp 30 CB eindeutig identifiziert werden konnten. Die Hauptkomponenten 149/118, 153/132/105 und 138 (Abb. 26) machen dabei über 50 % an dem Gesamtanteil aus. Aufgrund der geringeren Anzahl identifizierter CB sind die Schwankungen der einzelnen CB höher als in den anderen Sedimentkernen, deshalb soll hier auch nicht weiter auf die Zusammensetzung des Kerns eingegangen werden.

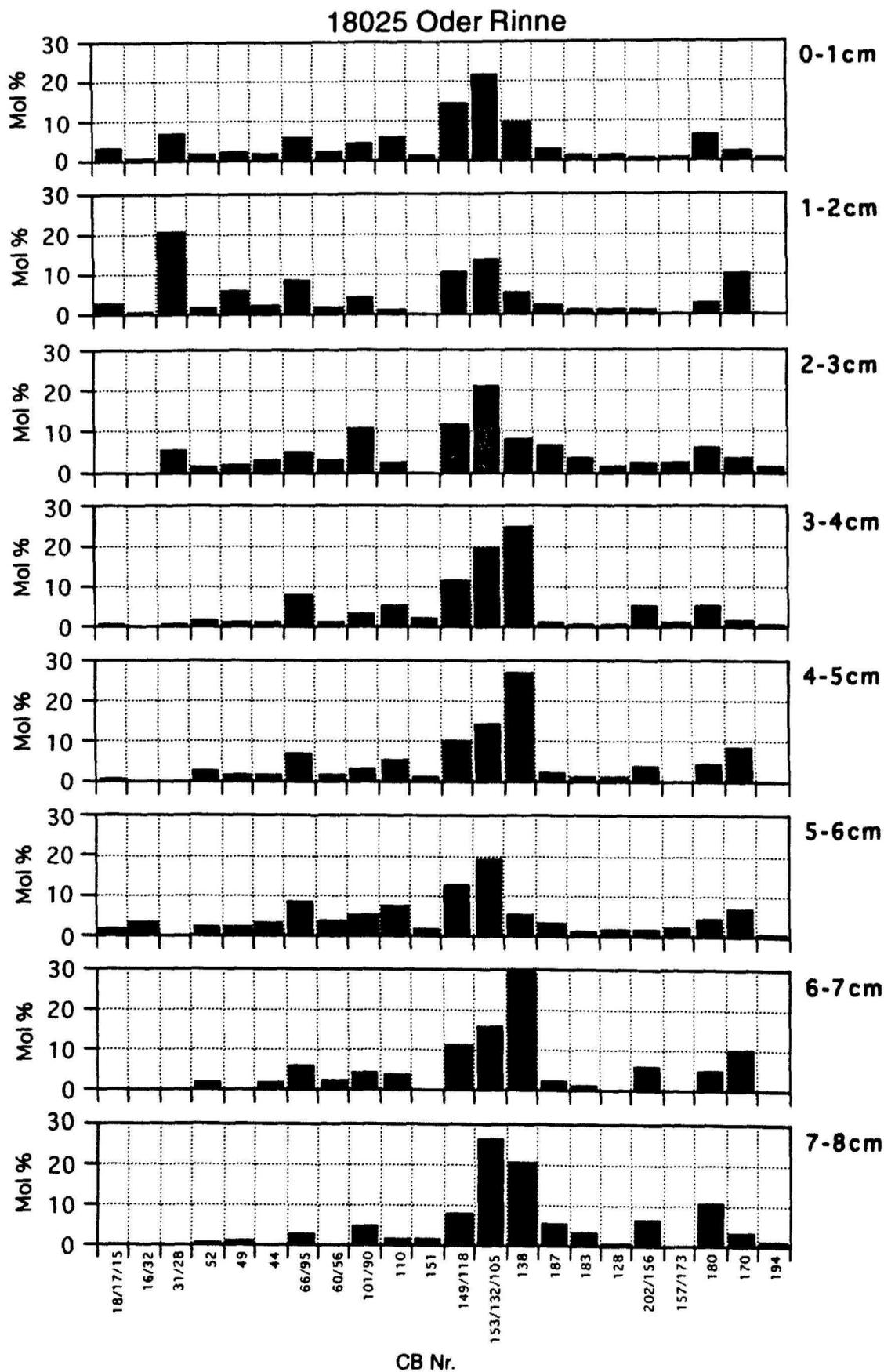


Abb. 26: CB-Zusammensetzung (Mol %) des Kerns 18025 aus der Oder Rinne in acht unterschiedlichen Teufen.

5.3.5 Arkona-Becken

Im südlichen Arkona-Becken wurden die Sedimentkerne 18014 und 18104 in ca. 1 - 2 km Entfernung voneinander gewonnen.

Sedimentkern 18104

Der **Wassergehalt** des Sedimentkerns 18104 nimmt von 480 % an der Oberfläche auf ca. 200 % bei einer Teufe von 7,5 cm ab (Abb. 27). Ab 7,5 cm bis zum Kernende (29,5 cm) schwankt der Wassergehalt zwischen 200 % und einem Minimum von 160 %. Der **organische Kohlenstoff** und der **CaCO₃-Gehalt** nehmen von ca. 5 % bzw. 6 % an der Oberfläche auf ca. 3,5 % bzw. 3 % am Kernende ab (Abb. 27). Die **Korngrößenverteilung** weist 60 % bis 80 % Ton und 40 % bis 20 % Silt aus (Abb. 27).

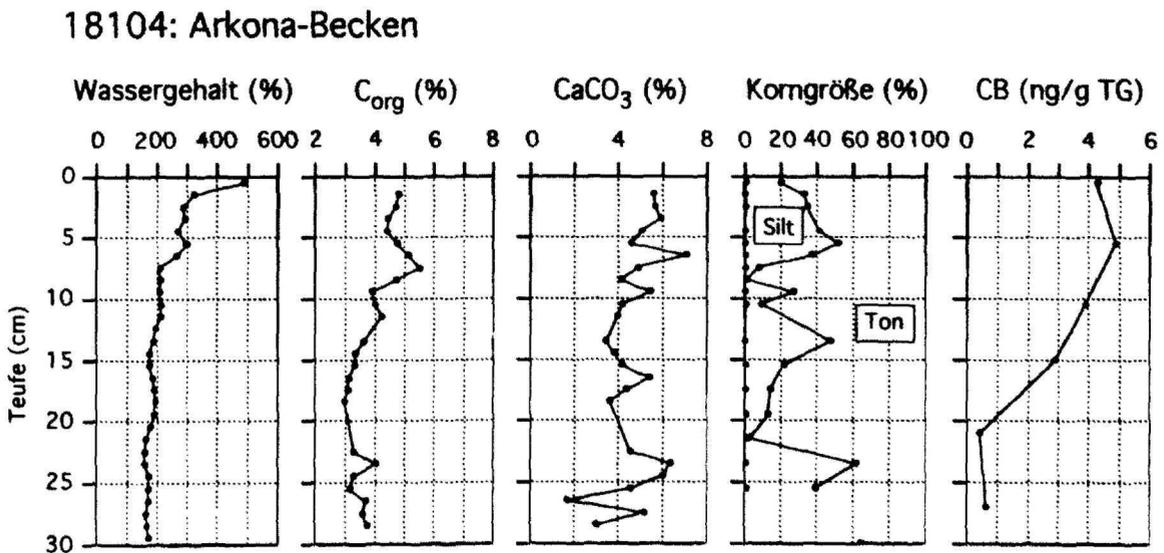


Abb. 27: Vertikale Verteilung sedimentologischer Parameter und der CB-Gehalte im Kern 18104 aus dem Arkona-Becken.

Der **CB-Gesamtgehalt** zeigt im Kern 18104 einen auffallenden Verlauf. Er nimmt von ca. 4 ng/g TG bis 5 ng/g TG oberflächennah (0,5 cm, 5,5 cm) bis zu einem Minimum von 0,5 ng/g TG bei 21,5 cm ab. Von 21,5 cm bis 27,5 cm steigt der CB-Gehalt wieder an (Abb. 27), die CB-Nachweisgrenze wird nicht erreicht.

Im Kern 18104 sind weit mehr als 60 CB identifiziert worden, es wurden aber nur diejenigen CB quantifiziert, die in möglichst vielen der Teufenbereichen auftreten. Die nicht berücksichtigten CB machen zusammen ca. 5 % aus. Die einzelnen **CB-Muster** sowie die

Verhältnisse der CB zueinander sind relativ identisch in allen Teufenbereichen. Von den nachgewiesenen niedrig-, mittel- und hochchlorierten Biphenylen machen die mittelchlorierten Biphenyle den Hauptanteil an der Gesamtzusammensetzung aus (Abb. 28). Das CB Nr. 138 dominiert mit 10 Mol % bis 15 Mol %, die folgenden 8 Komponenten (> 4 Mol %) sind mit ca. 45 % an dem Gesamtanteil vertreten: 66/95, 84, 110/77, 123/149, 118, 153, 138 und 180. Auffällig ist eine markante Zunahme von niedrigchlorierten Biphenylen in 27 cm Teufe im Vergleich zu den übrigen Teufenbereichen.

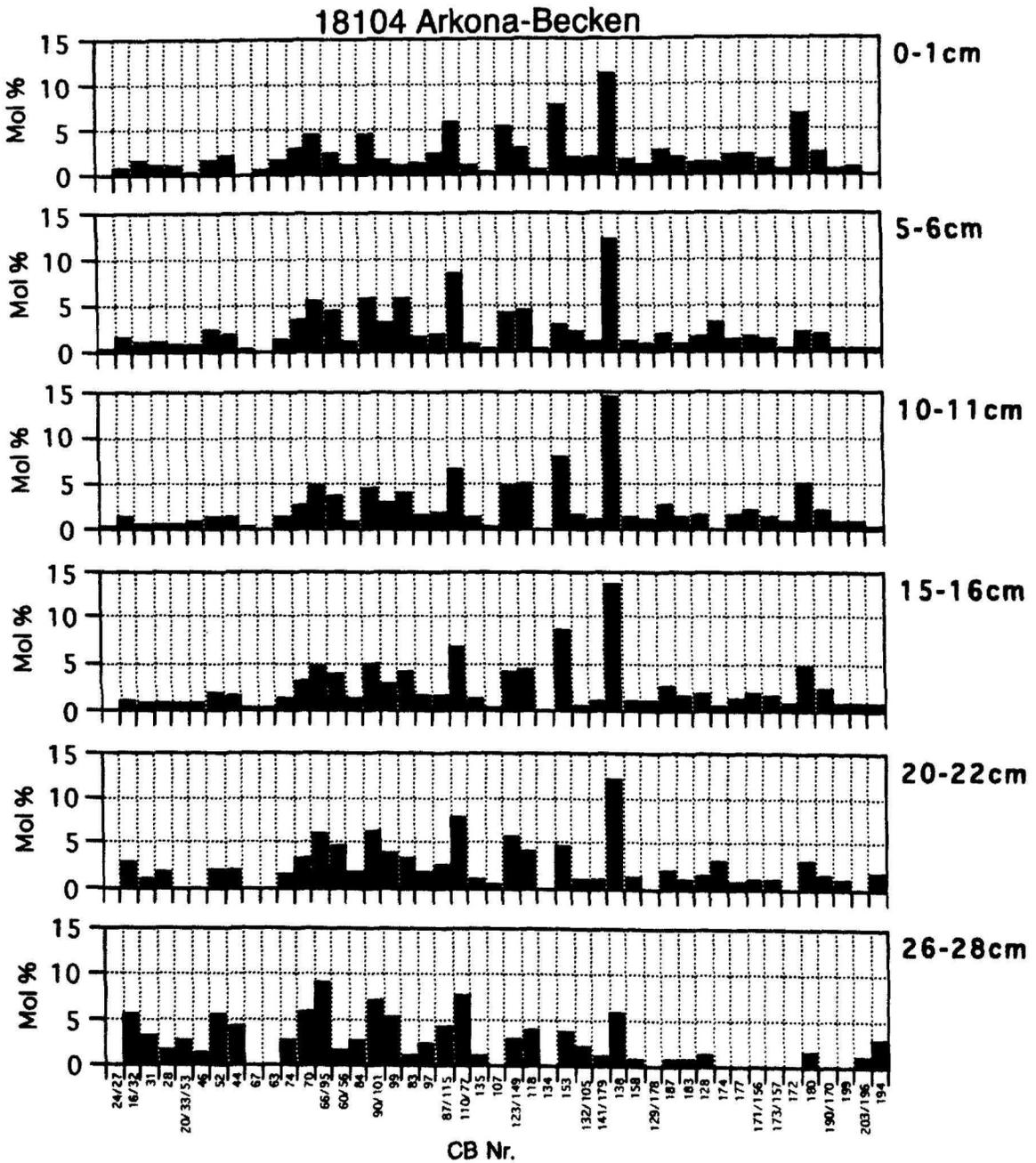


Abb. 28: CB-Zusammensetzung (Mol %) des Kerns 18104 aus dem Arkona-Becken in sechs unterschiedlichen Teufen.

Sedimentkern 18014

Die höchsten **Wassergehalte** im Kern 18014 befinden sich mit ca. 280 % an der Oberfläche. Sie nehmen stetig bis in 23,5 cm auf ca. 170 % ab (Abb. 29). Der **organische Kohlenstoff** nimmt abgesehen von zwei Minima (4,5 cm: 3,4 %; 11 cm: 2,8 %) langsam von 4,8 % an der Oberfläche auf 3,5 % bei 23,5 cm ab (Abb. 29). Der **CaCO₃-Gehalt** verläuft nahezu entgegengesetzt zum organischen Kohlenstoff. Die Gehalte nehmen sehr langsam von 2,2 % an der Oberfläche auf 3,2 % bei 19 cm zu, abgesehen von zwei Maxima (4,5 cm: 10 % und 11 cm: 19 %). Ab 19 cm sinkt der CaCO₃-Gehalt auf 2,3 % bei 23,5 cm (Abb. 29). Die **Korngrößenverteilung** weist einen Sandgehalt unter 0,5 % aus. Der Kern besteht fast ausschließlich aus Ton und Silt, mit einem Hauptanteil an Ton von 45 % bis teilweise über 90 % (Abb. 29).

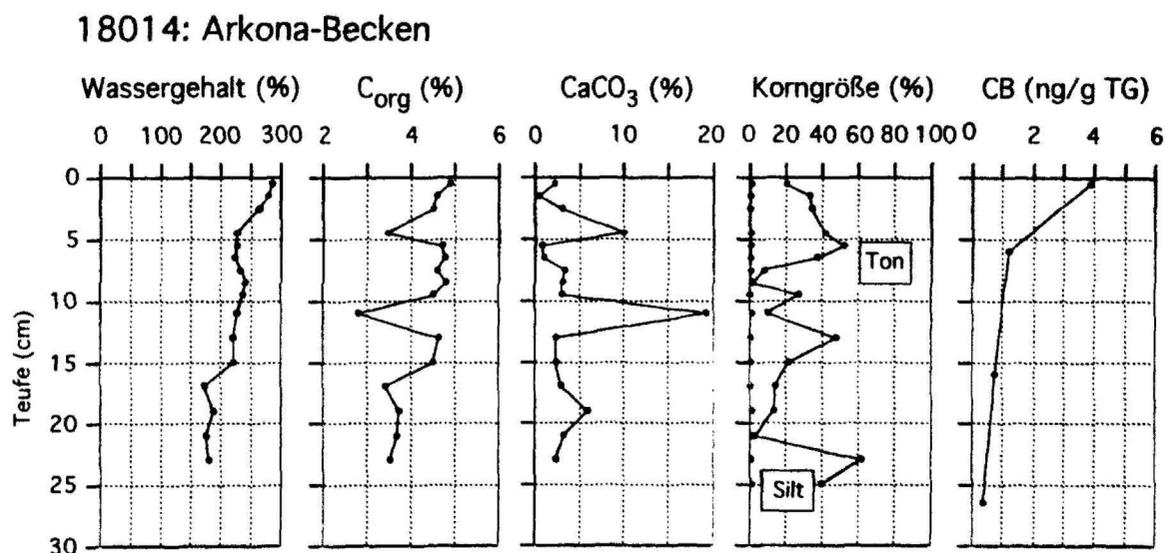


Abb. 29: Vertikale Verteilung sedimentologischer Parameter und der CB-Gehalte im Kern 18014 aus dem Arkona-Becken.

Der Verlauf der **CB-Gehalte** ist ebenso auffällig wie die des Nachbarkerns 18104. Sie nehmen von ca. 3,6 ng/g TG an der Oberfläche (0,5 cm) auf ca. 0,4 ng/g TG bei 27 cm ab (Abb. 29). Die höchste Abnahme um 2,4 ng/g TG auf 1,2 ng/g TG erfolgt in den ersten 6 cm. Die Nachweisgrenze wurde in den unteren Teufenbereichen nicht erreicht.

Wie für den Kern 18025 aus der Oder Rinne wurden CB in Extrakten dieses Kerns ebenfalls mit dem alten Datensystem quantifiziert. Die Verunreinigungen des Gaschromatographen waren zum Zeitpunkt der Messungen jedoch wesentlich geringer als zum Meßzeitpunkt des Kern 18025, deshalb konnte eine größere Anzahl CB identifiziert

werden. Reste von Schwefel verhinderten in drei Teufenintervallen (0 - 1 cm, 5 - 7 cm und 24 - 29 cm) dennoch die Identifizierung einer höheren Anzahl der CB (Abb. 30). Die **CB-Muster** der einzelnen Teufenintervalle sind nahezu identisch. Es wurde ein breites Spektrum von über 40 CB gefunden, wobei die 7 Hauptkomponenten (66/95, 110/77, 123/149, 118, 153, 138 und 180) 40 % bis 50 % vom Gesamtanteil darstellen. Auffällig ist eine Zunahme der hochchlorierten Biphenyle um den Faktor 2 im Teufenintervall 24 - 29 cm gegenüber den anderen Teufenintervallen.

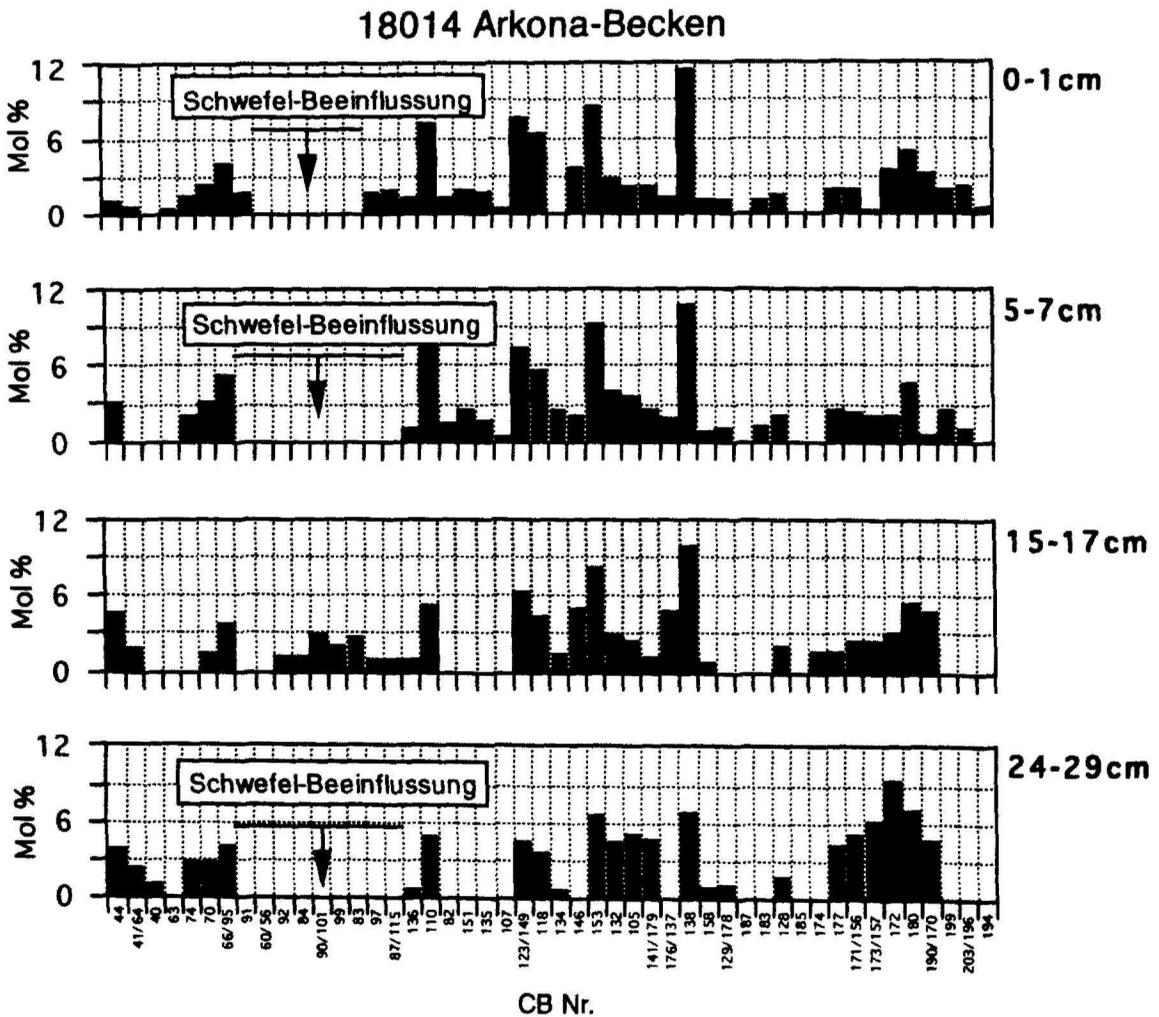


Abb. 30: CB-Zusammensetzung (Mol %) des Kerns 18014 aus dem Arkona-Becken in vier unterschiedlichen Teufen. In drei Teufenintervallen Beeinflussung durch Schwefel.

5.3.6 Bornholm-Becken

Im Bornholm-Becken wurden zwei Sedimentkerne gewonnen, der Kern 18021 aus dem südlichen Bornholm-Becken, der Kern 18023 aus dem nördlichen Bornholm-Becken.

Sedimentkern 18021 / südliches Bornholm-Becken

Im Kern 18021 nimmt der **Wassergehalt** von 270 % an der Oberfläche auf 390 % in 5,5 cm Tiefe zu. Ab 5,5 cm fällt er relativ schnell auf 180 % in 11,5 cm ab (Abb. 31). Von 11,5 cm bis zum Kernende (29,5 cm) steigt der Wassergehalt allmählich wieder auf 220 % an. Der **organische Kohlenstoff** pendelt von der Oberfläche bis in 19,5 cm Tiefe um 4 % (Abb. 31). Ab 19,5 cm steigt er bis zum Kernende bei 29,5 cm auf über 5 % an. Die **Kurve des CaCO₃-Gehalts** verläuft mit Schwankungen zwischen 0,2 % und 3 % wesentlich unruhiger (Abb. 31). Der **Kurvenverlauf der Korngrößenverteilung** ist relativ gleichförmig. Der Sandgehalt nimmt von ca. 18 % an der Oberfläche bis auf 1,4 % in 29,5 cm ständig ab (Abb. 31). Der Tongehalt nimmt von ca. 15 % an der Oberfläche bis 25 % in 29,5 cm zu. Der Siltanteil schwankt um die 70 %.

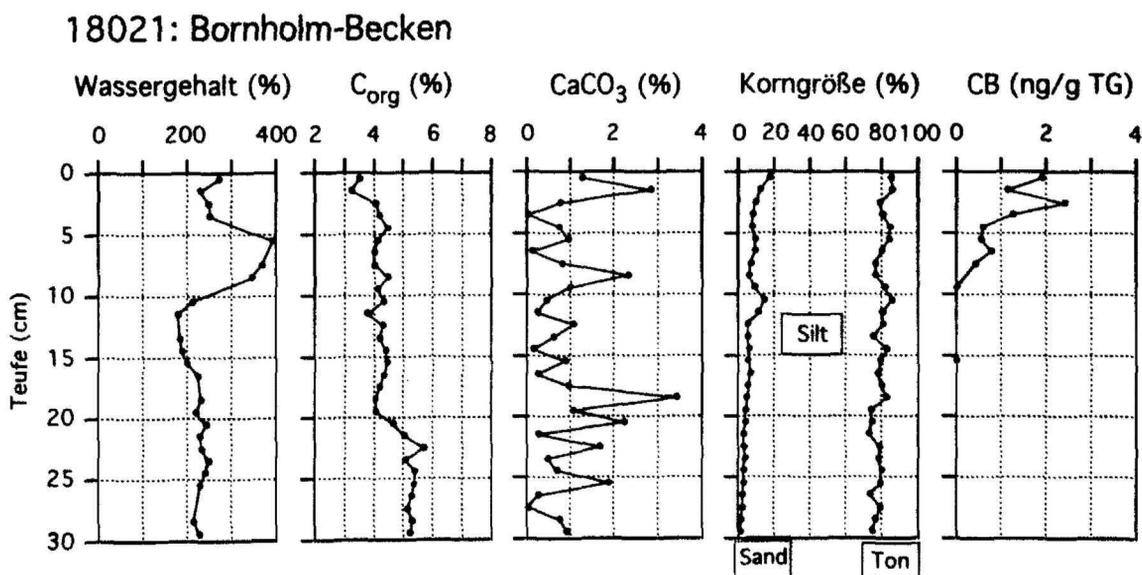


Abb. 31: Vertikale Verteilung sedimentologischer Parameter und der CB-Gehalte im Kern 18021 aus dem südlichen Bornholm-Becken.

Die **CB-Gehalte** im südlichen Bornholm-Becken zeigen den aus dem Oder Haff, dem Greifswalder Bodden und der Oder Rinne bekannten Verlauf. Sie nehmen von einem oberflächennahen Maximum (1,8 ng/g TG in 0,5 cm) auf 1,2 ng/g TG in 1,5 cm Tiefe ab

(Abb. 31). Von 1,5 cm bis in 2,5 cm ist ein Anstieg zu einem absoluten Maximum mit 2,4 ng/g TG zu erkennen. Ab 2,5 cm nimmt der Gehalt über die Teufen 3,5 cm, 4,5 cm und 5,5 cm ständig bis zu einem Minimum von ca. 0,5 ng/g TG ab. In 6,5 cm ist nochmals ein leichtes Maximum festzustellen. Danach nimmt der Gehalt ab, bei 9,5 cm und 15,5 cm wurden keine CB nachgewiesen.

Es wurden weit über 50 CB identifiziert, aber nur solche CB quantifiziert, die möglichst in vielen Teufenintervallen vorkommen. Die **CB-Muster** sind in ihrer Zusammensetzung relativ identisch. Von den nachgewiesenen niedrig-, mittel- und hochchlorierten Biphenylen sind die mittelchlorierten Biphenyle am häufigsten vertreten (Abb. 32). Allerdings nehmen die hochchlorierten Biphenyle in den unteren Teufenintervallen (ab 5 - 6 cm) zugunsten der niedrigchlorierten Biphenyle prozentual stark ab. Die 8 Hauptkomponenten (66/95, 90/101, 97, 110/77, 123/149, 118, 153 und 138) bilden ca. 40 % bis 50 % der CB-Menge.

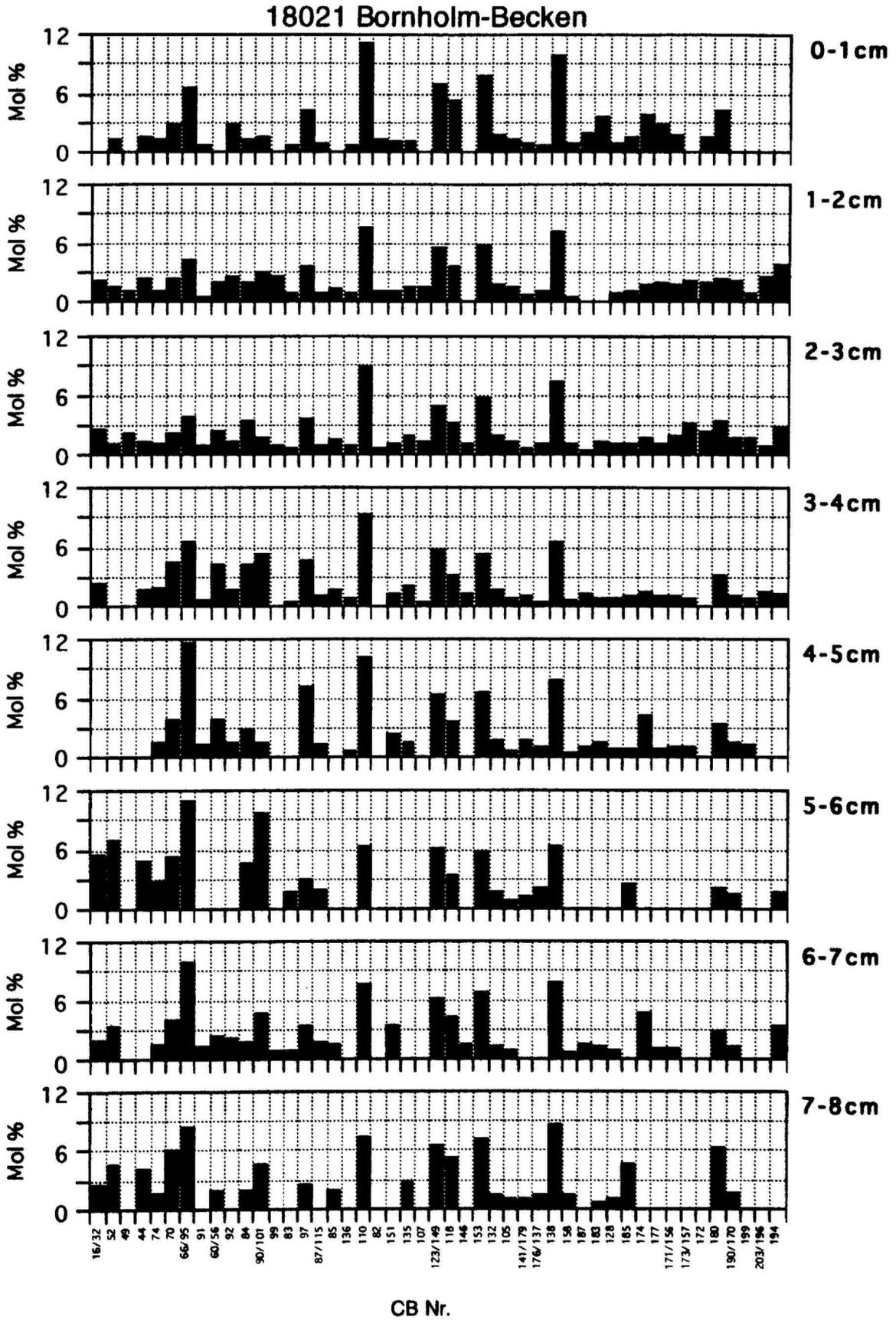


Abb. 32: CB-Zusammensetzung (Mol %) aus acht unterschiedlichen Teufen des Kerns 18021 aus dem südlichen Bornholm-Becken.

Sedimentkern 18023 / nördliches Bornholm-Becken

Der **Wassergehalt** im Kern 18023 nimmt gleichmäßig von 350 % an der Oberfläche auf 250 % in 24,5 cm ab (Abb. 33). Auch der Verlauf des **organischen Kohlenstoffgehalts** ist mit Schwankungen zwischen 4 % und 4,5 % unauffällig (Abb. 33). Die **CaCO₃-Gehalte** liegen zwischen 0,3 % und 2,8 %, mit Schwankungen bis zu 2 % innerhalb von 1 cm (Abb. 33). Mit 50 % bis 60 % nimmt der Silt den Hauptanteil bei der **Korngrößenverteilung** ein und der Ton erreicht ca. 35 % bis 40 % (Abb. 33). Der Sandgehalt spielt mit Werten unter 5 % eine untergeordnete Rolle.

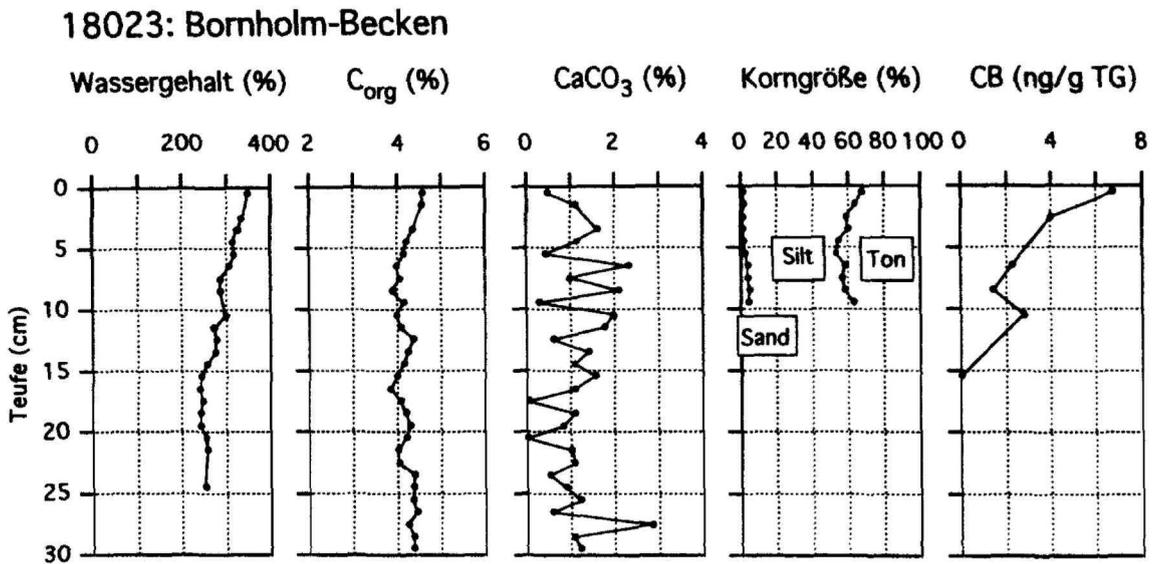


Abb. 33: Vertikale Verteilung sedimentologischer Parameter und der CB-Gehalte im Kern 18023 aus dem nördlichen Bornholm-Becken.

Der Kern 18023 aus dem nördlichen Bornholm-Becken unterscheidet sich im Verlauf der **CB-Gesamtgehalte** vom Kern 18021 aus dem südlichen Bornholm-Becken. Die höchsten CB-Gehalte befinden sich im Kern 18023 mit ca. 6,6 ng/g TG an der Oberfläche (Abb. 33). Die Gehalte nehmen gleichmäßig bis zu einem Minimum von 1,4 ng/g TG bei 8,5 cm ab, erreichen bei 10,5 cm ein Maximum von 2,8 ng/g TG und liegen bei 15,5 cm unter der CB-Nachweisgrenze.

Es wurden wieder eine Vielzahl verschiedener CB identifiziert, aber nur die quantifiziert, die in fast allen Teufenbereichen vorkommen. Die **CB-Muster** und ihre Verhältnisse zueinander sind sehr ähnlich (Abb. 34). Schwefel überdeckte den Bereich der niedrigchlorierten Biphenyle im Teufenbereich 10 - 11 cm, so daß eine Identifizierung nicht möglich war. Die 7 Hauptkomponenten 66/95, 83, 110/77, 123/149, 118, 153 und 138 machen ca. 40 % vom Gesamtanteil aus.

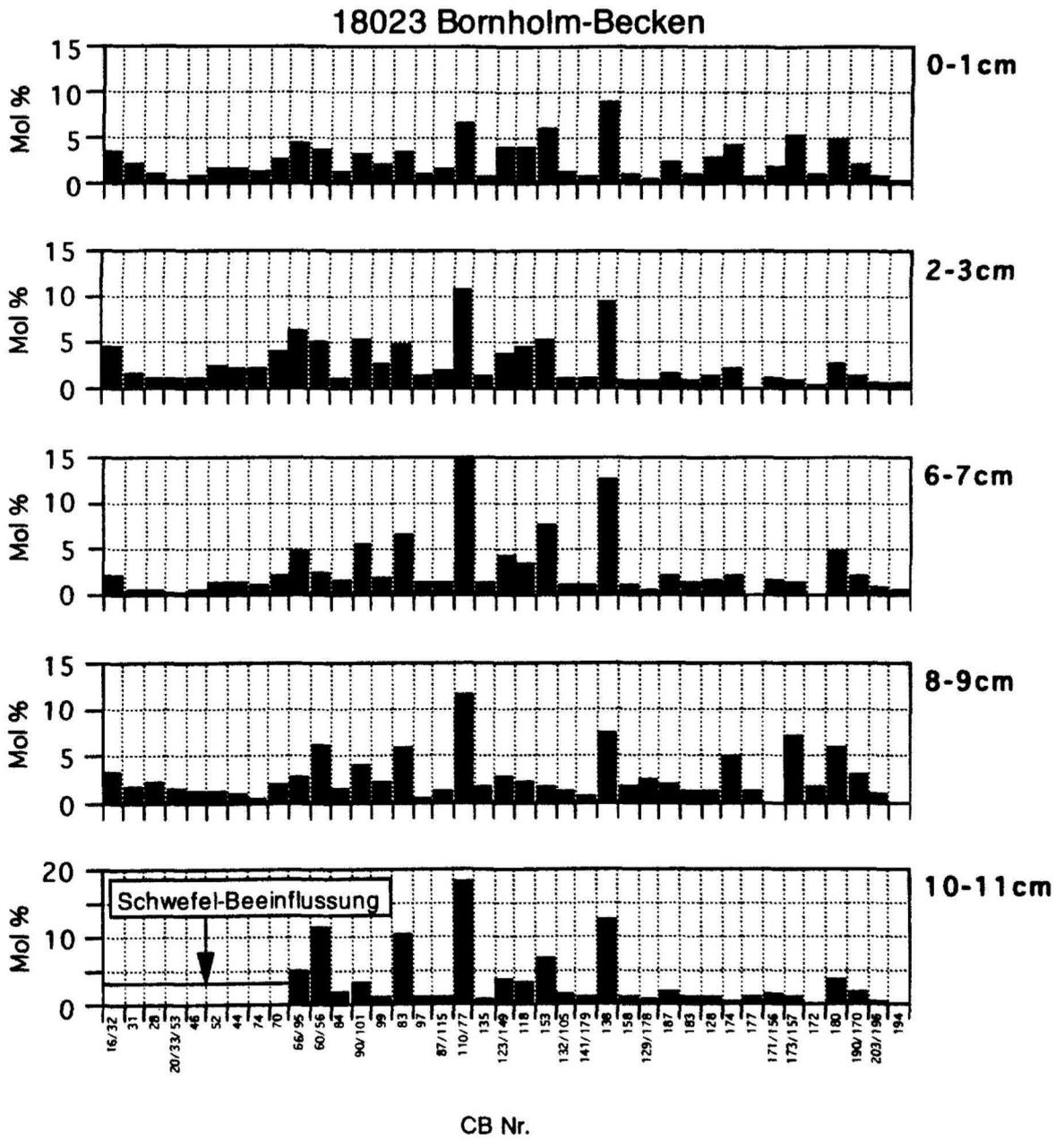


Abb. 34: CB-Zusammensetzung (Mol %) des Kerns 18023 aus dem nördlichen Bornholm-Becken in fünf unterschiedlichen Teufen. In 10 - 11 cm Teufe Schwefel-Beeinflussung.

6 DISKUSSION

6.1 Räumliche und zeitliche Verteilung der CB

Für zehn Sedimentkerne, die in sieben unterschiedlich weit von der Oder entfernten Arbeitsgebieten gewonnen wurden, konnten Vertikalprofile der CB-Gehalte erstellt werden. Ein Vergleich dieser Gehalte soll zeigen, welche Rolle die Oder als Transportweg für CB zu den verschiedenen Arbeitsgebieten spielt.

Erwartungsgemäß liegen die CB-Gehalte in den Kernen aus dem Oder Haff (18120, 18122, 18036) mit bis zu 25 ng/g TG höher als in fast allen anderen Gebieten (Abb. 35). Aber auch das Achterwasser (18039), der Oder ebenfalls vergleichsweise nah, erreicht ähnlich hohe Werte. Der Greifswalder Bodden (18041), 80 km von der Oder entfernt, weist nur noch Werte bis ca. 10 ng/g TG auf, wenn man von einem vermutlich durch verunreinigendes Aroclor verursachten hohen Wert absieht. Oder Rinne (18025) und Arkona-Becken (18014, 18104) erreichen mit maximal 6 ng/g TG nur noch ca. 25 % der CB-Gehalte des Oder Haffs. Die niedrigsten CB-Gehalte wurden im südlichen Bornholm-Becken (18021) mit Werten unter 3 ng/g TG festgestellt. Die Werte im nördlichen Bornholm-Becken liegen hingegen höher als die des südlichen Beckens.

Mit der Entfernung von der Oder wird die Belastung der Sedimente durch CB eindeutig geringer. Die höchsten Gehalte konnten im Oder Haff nachgewiesen werden, die niedrigsten im südlichen Bornholm-Becken. Diese Verteilung ergibt sich sicherlich auch durch die Verteilung des SPM in den verschiedenen Arbeitsgebieten, das ebenfalls hohe Werte im Oder Haff und niedrige in den oderfernen Gebieten wie dem südlichen Bornholm-Becken zeigt. Die CB-Zusammensetzungen am partikulären Material spiegeln die gleiche Verteilung wider. Das nördliche Bornholm-Becken ist aus hydrographischer Sicht nicht mit den anderen Arbeitsgebieten zu vergleichen, da es nicht oder nur geringfügig unter dem Einfluß des aus der Oder ausströmenden Wassers steht. Dies zeigt sich auch in den CB-Gehalten, die trotz größerer Entfernungen von der Oder über denen des südlichen Beckens liegen. Das nördliche Bornholm-Becken bezieht also seine CB-Belastung von einer anderen Quelle als die anderen untersuchten Gebiete.

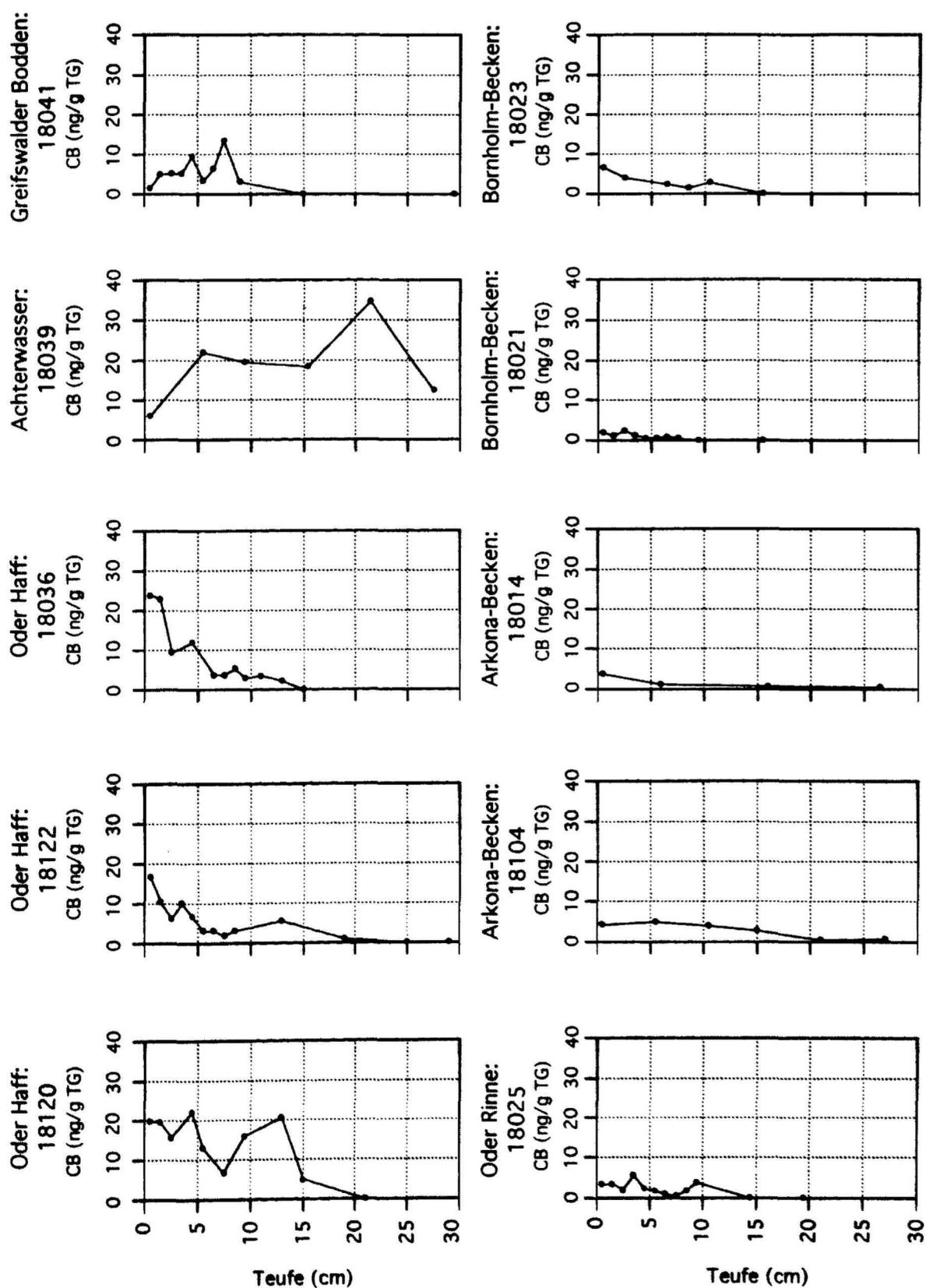


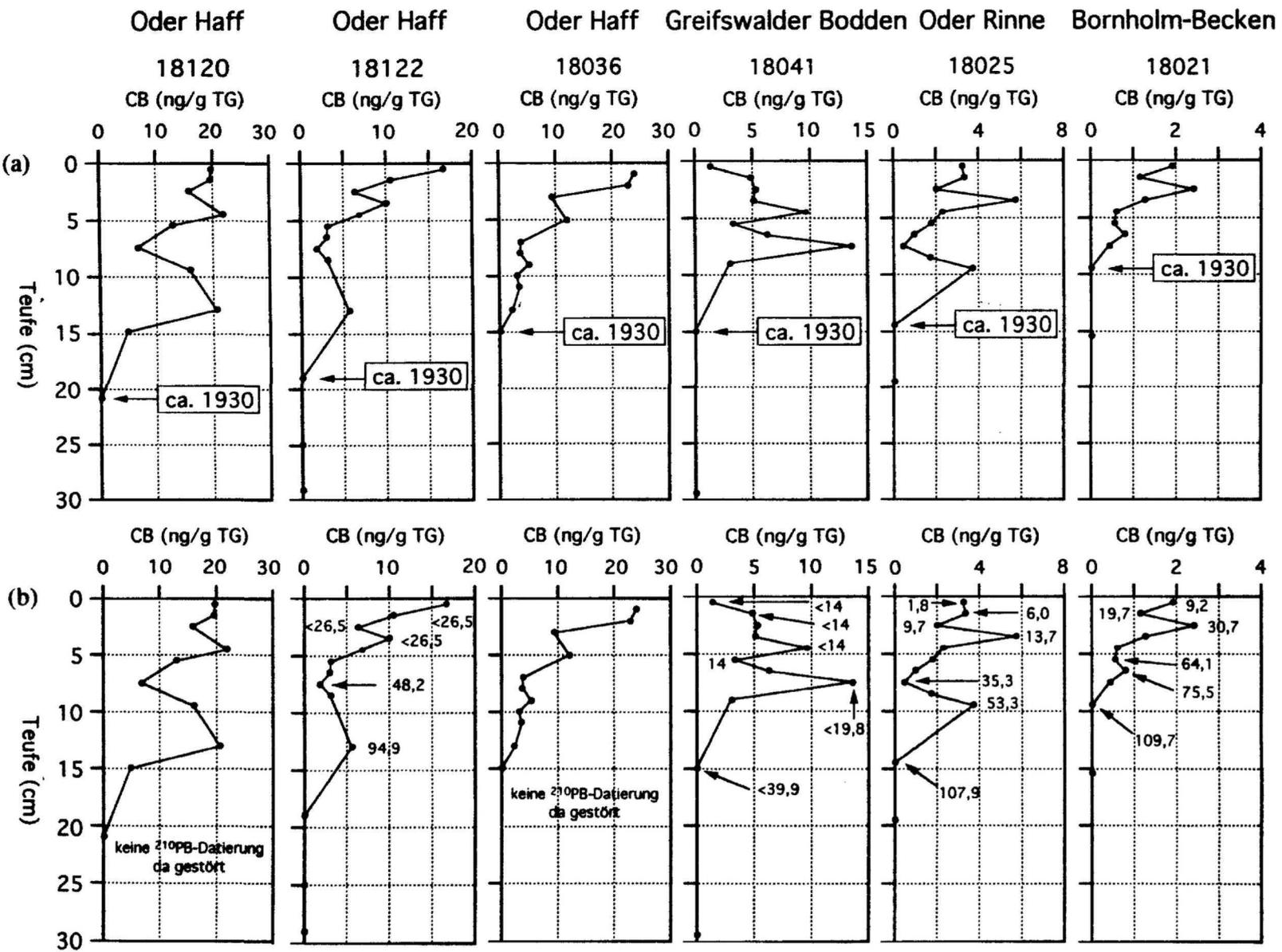
Abb. 35: Vertikale CB-Gehaltsprofile aus den unterschiedlichen Arbeitsgebieten mit abnehmender Entfernung von der Oder.

Ein Vergleich der Vertikalprofile der zehn Kerne weist für sechs Kerne, nämlich aus dem Oder Haff, aus dem Greifswalder Bodden, aus der Oder Rinne und aus dem südlichen Bornholm-Becken, einen auffälligen, ähnlichen Kurvenverlauf mit drei Maxima und drei Minima auf (Abb. 36 a). Als unterstes Minimum wird hier die Probe angesprochen, in der die CB-Gehalte erstmalig unter die Nachweisgrenze fallen. Die Nachweisgrenze wird in diesen Teufenhorizonten im weiteren Verlauf der Diskussion als CB-Nullwert angesprochen. Im Kern aus dem nördlichen Bornholm-Becken ist die Probenichte für eine vergleichende Aussage zu gering. Das unterste Minimum in den sechs Kernen, der CB-Nullwert, signalisiert den Beginn der CB-Produktion um 1930 und stellt als solches eine Zeitmarke dar. Zieht man auf der einen Seite nach Einsatz der Produktion einen verzögerten Eintrag der CB in die Ostsee in Betracht, auf der anderen Seite die Durchmischung der Sedimente durch Bioturbation, so sollten die Sedimente im Bereich des CB-Nullwertes dennoch ca. 65 Jahre alt sein. Den anderen Maxima und Minima in den Kernen lassen sich aus der Produktionsgeschichte heraus nicht ohne weiteres Zeitmarken zuordnen. Darum wurde die ^{210}Pb -Datierung, die in Edinburg durchgeführt wurde, herangezogen.

Zunächst soll die CB-Zeitmarke von 65 Jahren (CB-Nullwert), die in den Kernen 18120, 18122, 18036, 18041, 18025, 18021 und 18023 ermittelt wurde, mit den jeweiligen ^{210}Pb -Datierungen verglichen werden (Abb. 36 b). Die ^{210}Pb -Datierung des Kern 18041 aus dem Greifswalder Bodden (BRAND & SHIMMIELD 1995) zeigt eine ungefähre Übereinstimmung der CB-Zeitmarke 1930 (Abb. 36 a). Während der ^{210}Pb -Zerfall in 17,5 cm Teufe ein Alter von 65 Jahren anzeigt, wird in 15 cm Teufe der CB-Nullwert erreicht, der ebenfalls ein Alter von ca. 65 Jahren indiziert (nämlich den Beginn der CB-Produktion).

Für die Kerne 18021 aus dem Bornholm-Becken und 18025 aus der Oder Rinne weist die ^{210}Pb -Datierung (BRAND & SHIMMIELD 1995) in der Teufe des CB-Nullwertes ein Alter von 98 bzw. 107 Jahren aus (Abb. 36 b); das Alter 65 Jahre liegt ca. 4 cm oberhalb des CB-Nullwertes. Noch gravierender ist dieser Unterschied im Kern 18122 aus dem Oder Haff, hier liegt der CB-Nullwert 11 cm unterhalb der durch den ^{210}Pb -Zerfall datierten Zeitmarke 1930 (BRAND & SHIMMIELD 1995); der Nullwert ist mit 95 Jahren datiert (Abb. 36 b).

Für den Kern 18023 aus dem nördlichen Bornholm-Becken liegt die Sedimentationsrate der ^{210}Pb -Datierung zufolge (frdl. mündl. Mitt. KUNZENDORF 1994) bei 5,9 mm/a. Dies ergäbe für diesen 1993 gewonnenen Kern in der Teufe des CB-Nullwertes ein Alter von ca. 26 Jahren. Unterhalb des CB-Nullwertes, in 17,5 cm Teufe, liegt laut ^{210}Pb -Datierung ein Hiatus vor; die tieferen Bereiche sind aufgrund ihres hohen Alters nicht mit der ^{210}Pb -Methode zu datieren.



In den Sedimenten der Kerne 18036 und 18120 aus dem Oder Haff wird der CB-Nullwert in 15 cm (18036) respektive 21 cm (18120) erreicht. In diesen Teufen wäre also ungefähr der Beginn der CB-Produktion dokumentiert. Die Sedimente der an den gleichen Stationen gewonnenen Kerne werden von BRAND & SHIMMIELD (1995) aufgrund des Kurvenverlaufs des ^{210}Pb -Zerfall als gestört beurteilt.

In den Kernen 18104/18014 und 18039 wurde die Zeitmarke 1930 im Vertikalprofil der CB-Gehalte nicht erreicht. Ein Vergleich der ^{210}Pb -Datierung des Kern 18017 (BRAND & SHIMMIELD 1995) mit dem Verlauf der CB-Daten vom Kern 18104 von der gleichen Station aus dem Arkona-Becken zeigt keine zeitliche Übereinstimmung (Abb. 37). Der ^{210}Pb -Zerfall, der von ca. $220 \text{ Bq}\cdot\text{kg}^{-1}$ an der Oberfläche bis auf $25 \text{ Bq}\cdot\text{kg}^{-1}$ in 25 cm Teufe abnimmt, weist diesen Kern als ungestört aus. Die Grenze für das Jahr 1930 liegt danach in ca. 18 cm Teufe (Abb. 37). Nach der "CB-Nullwert-Datierung" ist also das Sediment in 27 cm Teufe jünger als 65 Jahre (1930), nach der ^{210}Pb -Datierung älter als 100 Jahre (1885).

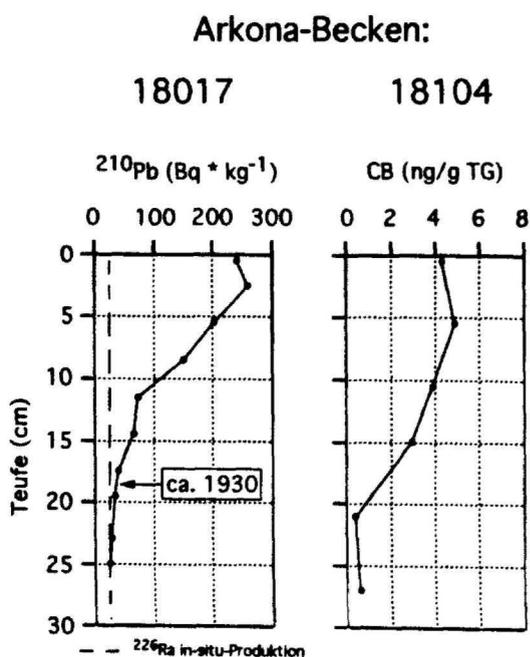


Abb. 37: Vergleich der ^{210}Pb -Datierung (links) mit den CB-Befunden (rechts).

Ähnliches läßt sich für den Kern 18039 aus dem Achterwasser nachweisen (Abb. 38), in dem der ^{210}Pb -Zerfall in den obersten 10 cm nur geringfügig von ca. $100 \text{ Bq}\cdot\text{kg}^{-1}$ an der Oberfläche auf ca. $90 \text{ Bq}\cdot\text{kg}^{-1}$ abnimmt und dann auf $25 \text{ Bq}\cdot\text{kg}^{-1}$ in 25 cm Teufe sinkt. Die Grenze für das Jahr 1930 wurde in diesem Kern in 13 cm Teufe festgelegt (BRAND

& SHIMMIELD 1995). Im Parallelkern wurde wiederum der CB-Nullwert bis in 27 cm Tiefe nicht erreicht, der Verlauf der CB-Kurve weist auf einen gestörten Kern hin. Das Sediment in 27 cm Tiefe müßte also, falls es nicht gestört sein sollte, aufgrund der vorliegenden CB-Daten jünger als 65 Jahre sein, nach der ^{210}Pb -Datierung müßte es knapp 200 Jahre alt sein.

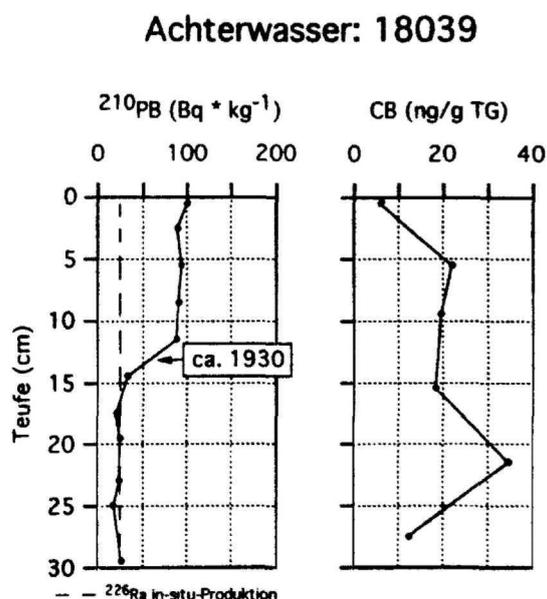


Abb. 38: Vergleich der ^{210}Pb -Datierung (links) mit den CB-Befunden (rechts).

Ein Vergleich der durch die ^{210}Pb -Datierungen ermittelten Alter der Maxima und Minima der CB-Gehalte muß sich aus den oben erwähnten Gründen auf die Kerne 18122, 18041, 18025 und 18021 beschränken (Abb. 36 b). Das unterste Maximum ist in allen vier Kernen datiert, allerdings reichen die Alter von 19,8 Jahren (18041), 53,3 Jahren (18025), 75,5 Jahren (18021) bis zu 94,9 Jahren (18122). Auch das darüberliegende Minimum ergibt keine übereinstimmende ^{210}Pb -Datierung in den vier Kernen: Kern 18122 - 48,2 Jahren, Kern 18041 - 14 Jahre, Kern 18025 - 35 Jahre und Kern 18021 ca. 64 Jahre. Für das darüberliegende Maximum ist nur noch im Kern 18025 mit 13,7 Jahren und im Kern 18021 mit 30,7 Jahren ein exakter Wert datiert worden. Der ^{210}Pb -Datierung zufolge würden die ähnlichen Vertikalprofile der CB-Gehalte mit ihrer Abfolge von Minima und Maxima also keine zeitgleichen Ereignisse dokumentieren.

Wie lassen sich diese Unstimmigkeiten zwischen der ^{210}Pb -Datierung und der "CB-Datierung" erklären?

Zerstörung der natürlichen Sedimentationsabfolge durch anthropogene Einflüsse

Das vergleichsweise tiefe Auftreten von CB im Arkona-Becken könnte auf starkes Zerpfügen der Sedimentoberfläche durch Scherbretter zurückzuführen sein, deren Spuren eindeutig auf Sidescan-Echogrammen zu erkennen sind (freundl. mündl. Mitt. STINGL 1994). Scherbretter zerstören das normale Sedimentgefüge in Teufen von 30 cm bis 40 cm (WERNER et al. 1990). Durch Resuspension der aufgewirbelten Sedimente in der Wassersäule könnten CB in Sedimentschichten gelangt sein, die älter sind bzw. tiefer liegen als es ihrer eigentlichen Sedimentation entspricht. Der Verlauf der CB-Vertikalprofile, der sich von denen anderer Kerne unterscheidet, könnte ebenfalls auf eine derartige Störung hinweisen. Der ^{210}Pb -datierte Kern 18017 wurde zwar an der gleichen Position im Arkona-Becken gewonnen, aber während einer anderen Ausfahrt. Daher ist es nicht auszuschließen, daß mit dem Kern 18104/18014 Scherbrett-beeinflußtes Sediment, mit dem Kern 18017 ungestörtes Sediment gewonnen wurde. Der Einsatz von Scherbrettern ist aber nur aus dem Arkona-Becken bekannt, mit diesen Störungen lassen sich also nur die Datierungs-Unstimmigkeiten für die Kerne 18014/18104 erklären.

Oberflächenresuspension

In Flachwassergebieten wie dem Oder Haff, dem Greifswalder Bodden und dem Achterwasser können aufgrund der geringen Wassertiefen von einigen Metern starke Sturmereignisse die Sedimentoberfläche resuspendieren (MILKERT 1994). In diesen Gebieten ist es aufgrund einer diffusen Grenzschicht mit suspendiertem Material in der Wassersäule und flockiger Sedimentoberfläche sowie Wassergehalten von bis zu 1.500 % nicht möglich, eine genaue Grenze zwischen Wassersäule und Sedimentoberfläche zu definieren. Im Arbeitsgebiet beträgt die maximale Aufwirbelungstiefe aber nur einige mm bis maximal 1 cm (freundl. mündl. Mitt. H. Meyer 1995). Auch die Verwirbelung bereits abgelagerten Sedimentmaterials würde CB und ^{210}Pb in gleichem Ausmaß betreffen und ist also nicht geeignet, die Unstimmigkeiten in der Datierung durch diese beiden Methoden zu erklären.

Bioturbation

Die hier untersuchten Arbeitsgebiete weisen oberflächennah ein oxisches Milieu auf, ihre Sedimente sind mit benthischen Organismen besiedelt. Diese sorgen für eine homogene Durchmischung der obersten cm des Sedimentpakets (Abb. 39). Die Tiefen der homogen durchmischten Schicht sind abhängig von den unterschiedlichen Freß- und Bewegungsstrategien, der Populationsdichte und deren räumlicher Variation. Sie überschreiten aber selten einige Zentimeter, wie auch Modelle zur Quantifizierung biogener Mischungsprozesse besagen (GOLDBERG & KOIDE 1962; BERGER & HEATH 1968; SCHINK & GUINASSO 1977; ALLER 1980, 1982; BOUDREAU 1986 a, b und

BOUDREAU & IMBODEN 1987). Die homogene Durchmischung verursacht zum einen eine Abschwächung des Ausgangssignals, also z. B. der CB-Gehalte. Zum anderen verschiebt sie das Ausgangssignal in Abhängigkeit von der Durchmischungstiefe in tiefere Sedimentschichten. Ist die Durchmischung über die Jahrzehnte ungefähr gleichbleibend und betrifft immer nur die obersten Zentimeter eines Sedimentpakets, verursacht sie vorrangig die Abschwächung des Ausgangssignals. Die Oberfläche hat in solchen Fällen nicht das Alter Null, sondern ist, in Abhängigkeit von der Intensität der Durchmischung, älter. Die Bioturbation verwischt also die CB-Zeitmarke 1930, deren exakte Rekonstruktion mit Hilfe des CB-Nullwertes nicht möglich ist. Aber nicht nur die CB sind der Bioturbation unterworfen, für ^{210}Pb gilt dies im gleichen Maße. Darum kann die Bioturbation allein die Datierungsunstimmigkeiten nicht erklären.

Beprobungsschwächen

Die Datierung durch ^{210}Pb wurde an keiner der Stationen an dem gleichen Material vorgenommen wie die Messung der CB. Wie in Kapitel 3.1 erläutert, wurden an allen Stationen bis zu zehn Rumohrlote gewonnen, jede Arbeitsgruppe erhielt die für sie erforderliche Anzahl an Loten für ihre jeweiligen Untersuchungen. Unterschiede in Eindringtiefen und Kerngewinnen brachten schon an Bord erste Korrelationsschwierigkeiten. Diese setzen sich in logischer Folge in der Datierungsproblematik fort. Eine Vielzahl von Faktoren wie die Eindringgeschwindigkeiten, die Bewegung des Schiffes (doppelte Beprobung der Oberfläche), das Verdriften des Schiffes zwischen zwei Beprobungen an identischer Station und vieles mehr beeinflusst die Güte des Kerns und die Vergleichbarkeit von Kernen gleichen Ursprungs. Aufgrund dieser Vielzahl von Schwierigkeiten ist eine Datierungsübereinstimmung zwischen ^{210}Pb und CB, wie sie der Kern 18041 aufweist, die Ausnahme. Die Unterschiede in der ^{210}Pb - und der CB-Datierung sind vermutlich auf einen ungleichen Ablauf der Beprobung zurückzuführen und damit auf unterschiedliche Sedimentabfolgen in den unterschiedlichen Rumohrloten der gleichen Station. Für ähnliche Fragestellungen verschiedener Arbeitsgruppen sollte auf den Einsatz mehrerer Rumohrlote zugunsten des Einsatzes eines Multicorers oder Großkastengreifers verzichtet werden.

Mit dem hier vorliegenden CB-Datensatz ist in den meisten Fällen - nämlich dann, wenn der CB-Nullwert erreicht wird - die Datierung zumindest einer Zeitmarke, des Einsetzens der CB-Produktion vor 65 Jahren, hinreichend genau möglich. Darum wird im folgenden auf die Einhängung der Daten in das auf der ^{210}Pb -Datierung beruhende Altersmodell von BRAND & SHIMMIELD (1995) verzichtet. Bedauerlicherweise lassen sich dadurch die verschiedenen Minima und Maxima in den vertikalen CB-Profilen nicht mit einem Datum belegen.

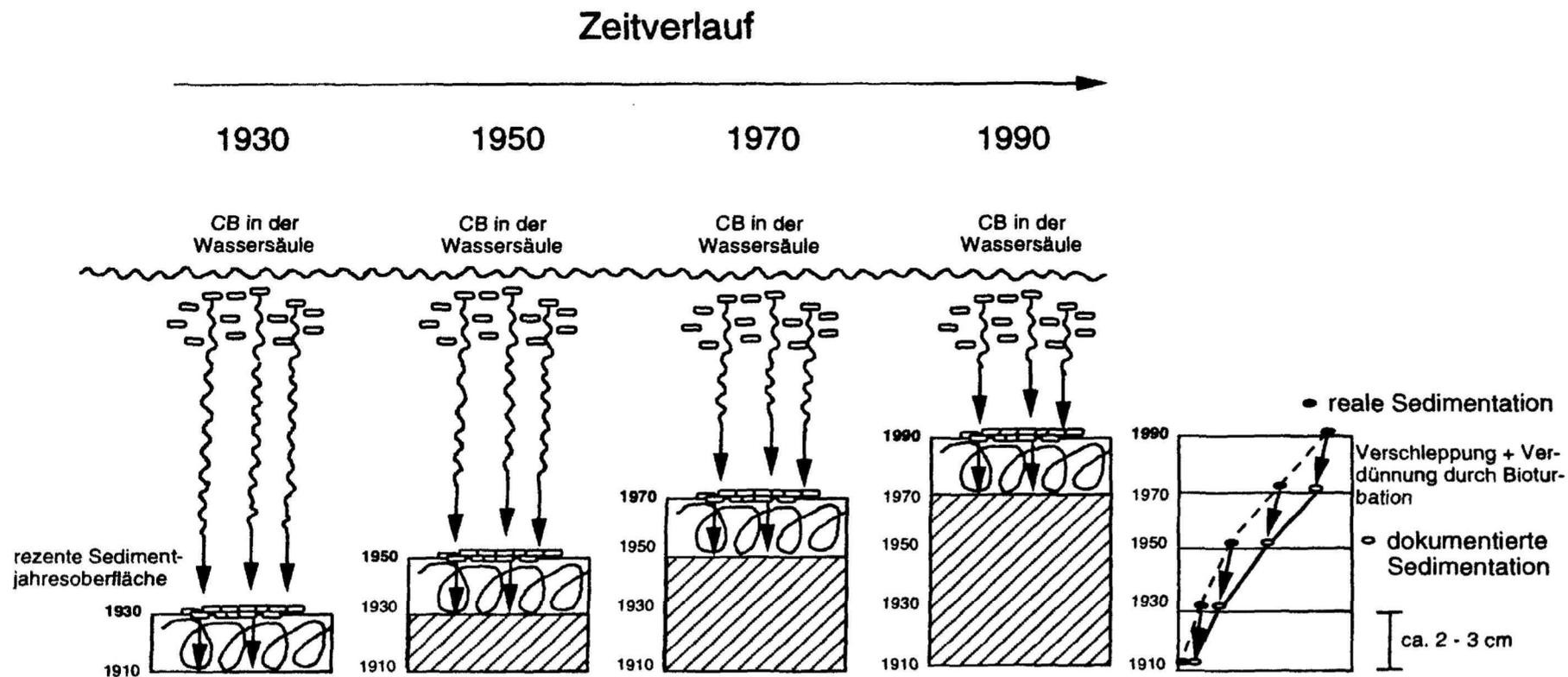


Abb. 39: Modell der Bioturbation.

Eine Einteilung der Gruppen in niedrig-, mittel- und hochchlorierte Biphenyle konnte ebensowenig wie die Einteilung in vier Metabolisierungsgruppen (KANNAN et al. 1995) nachgewiesen werden. Die von DUINKER (1986) festgestellte Abhängigkeit der CB in den Sedimenten vom Gehalt an organischem Kohlenstoff, an dem die CB adsorbiert sind und zur Sedimentoberfläche transportiert werden (BROWNAWELL & FARRINGTON 1985), konnte im Rahmen dieser Arbeit für die Gesamtgehalte und die Gehalte der Einzelkomponenten nur in den Oberflächenproben (0 - 2 cm) belegt werden. In den tieferen Teufenbereichen konnte eine Korrelation weder für die Gesamtgehalte noch für die Gehalte der Einzelkomponenten bestätigt werden. Zu allen o. g. sedimentologischen Parametern haben sowohl die Zusammensetzungen der CB als auch deren Gehalte im Sediment offensichtlich keinen Bezug.

In einem nächsten Schritt wurden zum einen die verschiedenen Arbeitsgebiete untereinander verglichen. Zum anderen sollte versucht werden, mögliche Abbautendenzen in der Zeitabfolge gelöste CB - CB am partikulären Material - sedimentierte CB und innerhalb des Sediments festzustellen. Hierfür wurden alle quantifizierten CB in Relation zu dem als stabil bekannten CB 153 gesetzt. Eine Änderung in der Größenordnung dieser Relationen weist auf den Abbau der jeweiligen CB hin (BOON et al. 1987, BOON et al. 1989, DUINKER et al. 1989).

Zunächst wurden die CB-Daten aller Sedimentkerne faktorisiert. Die Gesamtvarianz der beiden ersten Faktoren liegt bei ca. 87 % (Abb. 41), weitere Faktoren wurden aufgrund der hohen Übereinstimmung nicht berücksichtigt (siehe Kapitel 3.4). Faktor 1 ist mit ca. 80 % der Gesamtvarianz der dominierende Faktor, er besitzt eine hohe positive Ladung (0,9). Faktoranalysen mit bekannten PCB-Gemischen (Clophen A 30, A 40, A 50 und A 60) ergaben, daß der Faktor 1 die identische CB-Zusammensetzung wiedergibt, in diesem Fall die aller faktorisierten Sedimentkerne aus den unterschiedlichen Arbeitsgebieten. Der Faktor 2 erklärt 7 % an der Gesamtvarianz. Die o. g. Faktoranalysen mit bekannten PCB-Gemischen zeigten, daß der Faktor 2 den Chlorierungsgrad der jeweiligen Probe beschreibt. Auf der Basis dieser Interpretation von Faktor 1 und 2 erweisen sich die Sedimentkerne aus dem östlichen Oder Haff als geringfügig höher chloriert als die Sedimentkerne aus anderen Arbeitsgebieten (Abb. 41). Bei der Interpretation der Abbildung ist zu beachten, daß der Faktor 2 nur 7 % der Gesamtvarianz gegenüber 80 % (Faktor 1) ausmacht, die Daten also vergleichsweise stark gespreizt dargestellt sind.

Eine Faktorierung der CB-Daten der einzelnen Teufenabschnitte jeweils eines Kerns ergab nur im Kern 18041 (Greifswalder Bodden) eine eindeutige Trennung zwischen niedrig-

und hochchlorierten Teufen: mit zunehmender Tiefe reichern sich hier höherchlorierte CB an (Abb. 42).

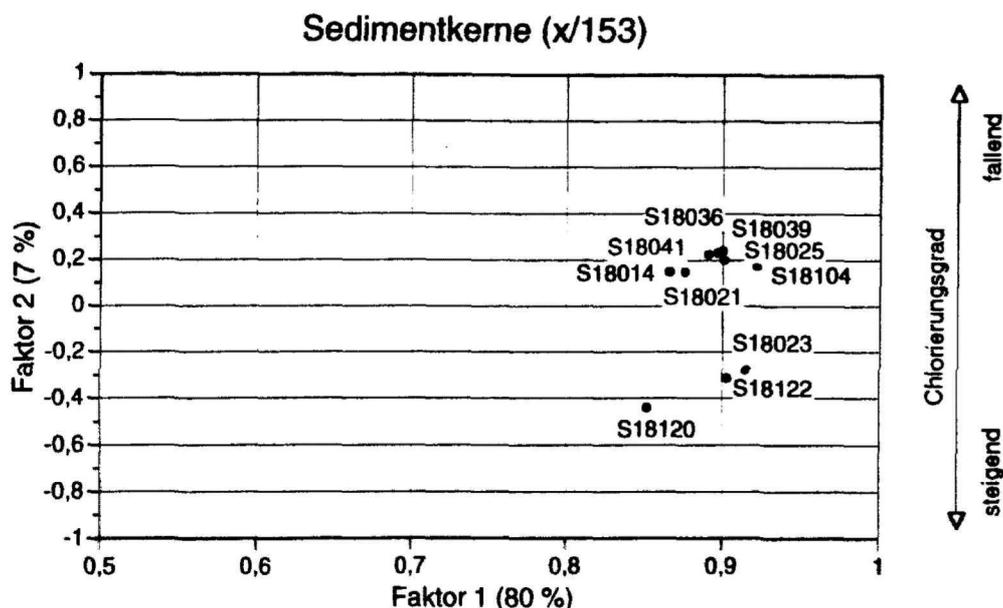


Abb. 41: Faktorladungen aller CB (x/153) aus zehn verschiedenen Sedimentkernen. Man beachte die identische CB-Zusammensetzung (Faktor 1) aller Kerne.

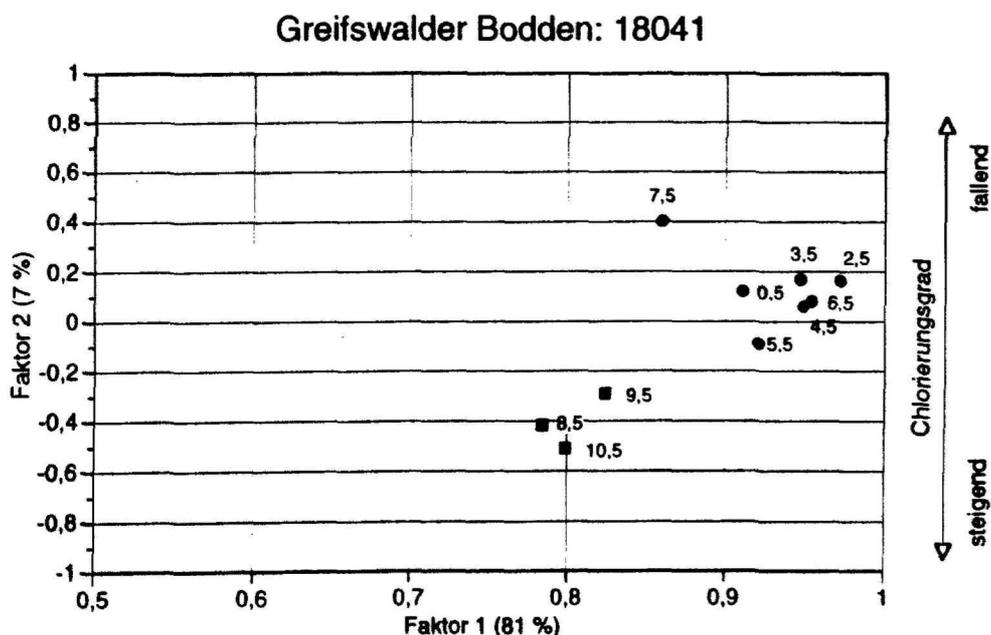


Abb. 42: Faktorierung der CB-Verteilung und Sedimentteufen des Kerns 18041: Die tieferen Sedimentabschnitte (Quadrate) enthalten höher chlorierte Biphenyle als die flachen Sedimentabschnitte (Punkte). 7 - 8 cm niedrigchloriert wahrscheinlich aufgrund der Kontamination durch Aroclor während der Bestimmung (s. 5.3.3)

Bei allen anderen Kernen, für die hier stellvertretend die Faktorenanalyse des Kerns 18021 aus einem anaeroben Milieu und des Kerns 18036 aus einem aeroben Milieu gezeigt werden (Abb. 43), ließ sich keine Unterteilung in höher chlorierte, ältere Sedimentschichten und niedriger chlorierte, jüngere Sedimentschichten erkennen. Im Gegensatz zu ABRAMOWICZ et al. (1993), ALDER et al. (1993), FLANAGAN & MAY (1993), FORMICA (1988), JEREMIASON et al. 1994, OFJORD et al. (1994) und RHEE et al. (1993), die einen Abbau von CB in anaeroben Sedimenten der Great Lakes innerhalb einer Zeitspanne von 1 bis 14 Monaten feststellen konnten, weisen die hier vorliegenden Daten darauf hin, daß innerhalb der Sedimente des Arbeitsgebiets kein Abbau der niedrigchlorierten CB stattfindet.

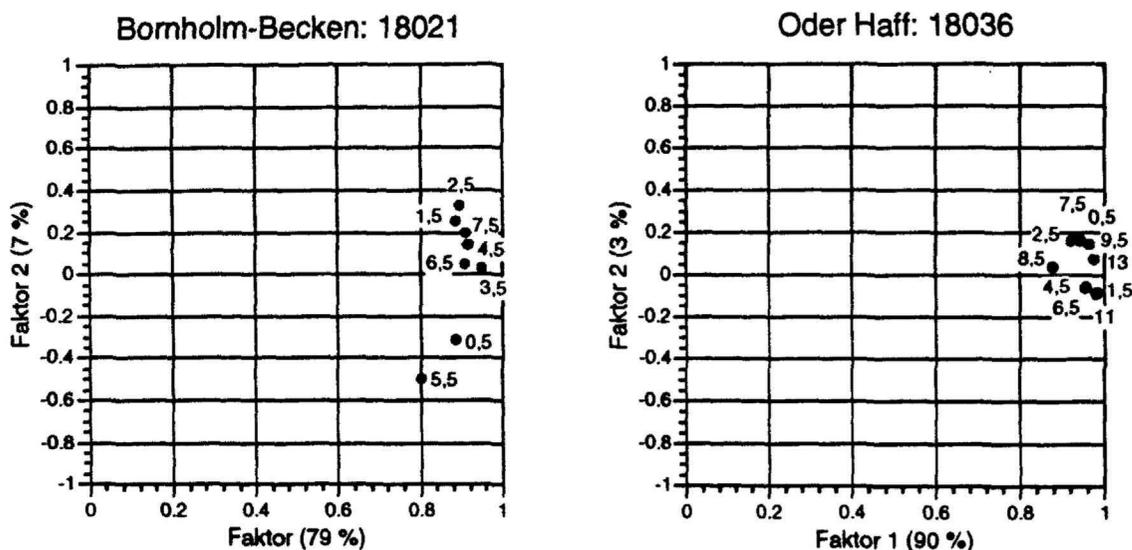


Abb. 43: Faktorierung anaerober (18021) und aerober (18036) Sedimente. Ein teufenabhängiger Chlorierungsgrad ist nicht zu erkennen.

Die Faktorierung der CB-Verteilung der Partikelproben aus den unterschiedlichen Arbeitsgebieten (Abb. 44) ergibt ein ähnliches Bild wie die der Sedimente. Die Gesamtvarianz der beiden Hauptfaktoren beträgt ebenfalls ca. 87 %. Faktor 1, die identische CB-Zusammensetzung der Partikelproben, erreicht 77 % der Gesamtvarianz, Faktor 2, der Chlorierungsgrad, macht 10 % der Gesamtvarianz aus. Im Vergleich zu dem Ergebnis der Sedimentproben ist die CB-Zusammensetzung in den Partikelproben der unterschiedlichen Arbeitsgebiete geringfügig weniger gleichförmig (Faktor 1). Die Partikelproben aus dem westlichen Oder Haff erweisen sich, analog zu den Sedimentproben, als etwas höher chloriert.

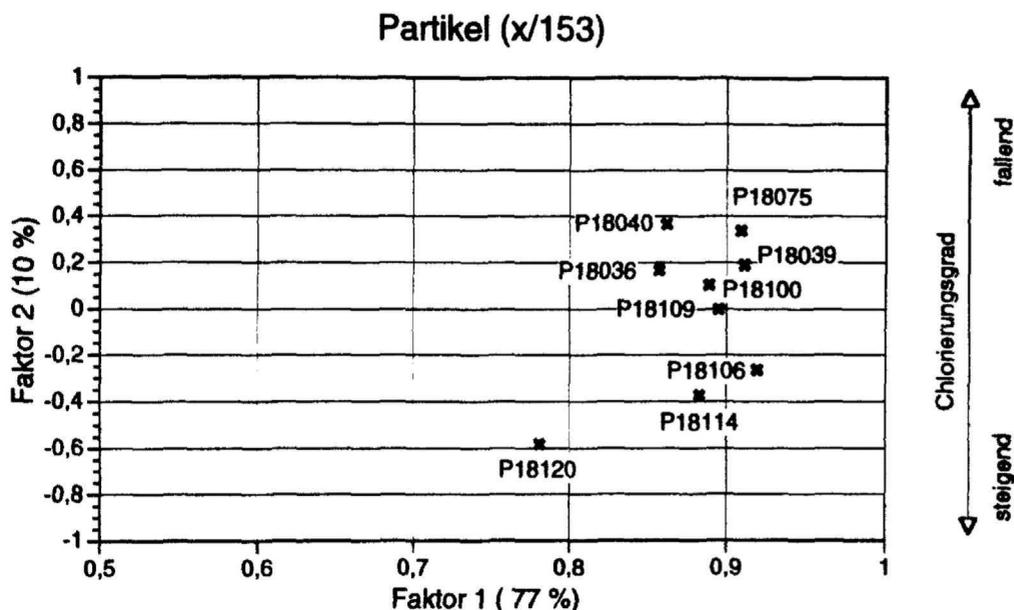


Abb. 44: Faktorladungen und Gesamtvarianz von neun verschiedenen CB-Partikel-Proben (x/153).

Eine Faktorierung der beiden Datensätze Sediment und Partikel ergibt eine etwas schwächere Gesamtvarianz von 82 % (Faktor 1: 75 %, Faktor 2: 7 %) (Abb. 45). Sedimente und Partikel verhalten sich, mit einer hohen positiven Ladung zwischen 0,8 und 0,9, in der CB-Zusammensetzung (Faktor 1) nahezu identisch. Im Faktor 2, dem Chlorierungsgrad, unterscheiden sich die Gruppen der Sedimente und Partikel jedoch deutlich. Die Gruppe der Sedimente (Gruppe 1) ist höher chloriert als die Gruppe der Partikel (Gruppe 2). Ausnahmen bilden drei Partikelproben aus dem Oder Haff (18120, 18114) und dem Oder Ausstrom (18106), die mit ihrem höheren Chlorierungsgrad in der Gruppe der Sedimente liegen. Der auffällige Unterschied im Chlorierungsgrad zwischen den Sediment- und dem Großteil der Partikelproben muß als Folge einer Veränderung der Zusammensetzung von den Partikeln in der Wassersäule bis zur Ablagerung im Sediment gedeutet werden. Es ist eher unwahrscheinlich, daß die höherchlorierten Partikelproben aus dem Oder Haff und Oder Ausstrom einen Abbau schon in den Partikelproben indizieren, da alle drei Proben aus küstennahen Arbeitsgebieten stammen. Ein Abbau der niedrig- und mittelchlorierten Biphenyle wäre, sofern er in den Partikelproben stattfindet, wahrscheinlicher in den küsternen und daher älteren Partikelproben zu erwarten. Möglicherweise sind diese Daten auf eine Aufwirbelung der Sedimentoberfläche in den flachen Wassertiefen während der Probenahme zurückzuführen.

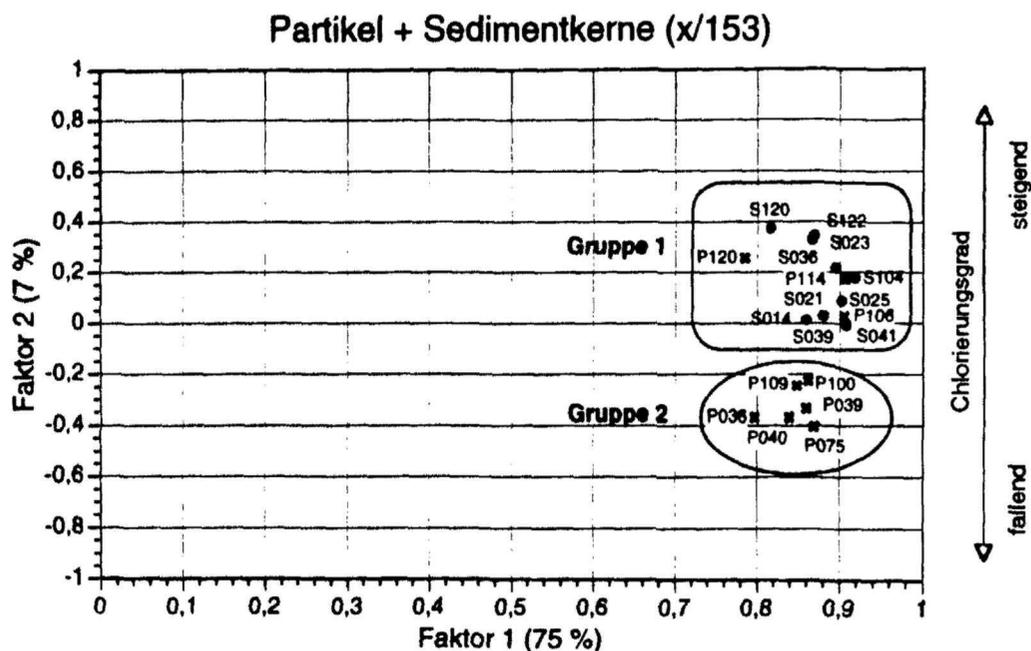


Abb. 45: Faktorierung von Sediment- und Partikel-Daten (x/153): Man beachte die deutliche Einteilung in zwei Gruppen. Auf das Präfix 18 der Stationsnummern wurde verzichtet.

Wie bereits erwähnt (Kapitel 5.1), konnten im Rahmen dieser Untersuchung nur wenig Daten zu gelösten CB in der Wassersäule gewonnen werden. Um weitere Hinweise für die Veränderung der CB-Zusammensetzung in der zeitlichen Reihe gelöste CB - partikuläre CB - sedimentierte CB zu erhalten, wurde darum auf Daten von SCHULZ-BULL et al. (1995) zurückgegriffen, die im Spätherbst (1988, 1989 und 1991) in der Südpommerschen Bucht ermittelt wurden. Sie wurden mit den vorliegenden Daten aus Partikel- und Sedimentproben faktorisiert (Abb. 46). Es ergibt sich eine Gesamtvarianz von ca. 77 % (Faktor 1: 67 %, Faktor 2: 10 %). Wiederum bilden sich zwei Gruppierungen, die sich allerdings in beiden Faktoren extrem voneinander unterscheiden. Die Gruppe 1, bestehend aus den partikulären Proben und den Sedimentproben, zeigt das schon bekannte Bild mit einer nahezu identischen CB-Zusammensetzung aller Proben und einem höheren Chlorierungsgrad der Sedimentproben. Die gelösten CB aus der Südpommerschen Bucht, die in der Gruppe 2 angeordnet sind, zeichnen sich hingegen zum einen durch einen niedrigen Chlorierungsgrad, zum anderen dadurch aus, daß sie eine deutliche andere CB-Zusammensetzung als die Sediment- und Partikelproben aufweisen.

Derartig niedrigchlorierte Biphenyle konnten in den Sedimenten und dem partikulären Material im Bereich des Arbeitsgebiets nicht festgestellt werden. Dies läßt sich möglicherweise mit der unterschiedlichen Beprobungszeit für die drei unterschiedlichen Probenarten erklären. Die Beprobung des partikulären Materials erfolgte jeweils während

oder nach der Fröhjhrsblüte. Die Beprobung der Sedimente wurde meistens im Fröhjahr und Sommer durchgeföhrt. Auf jeden Fall dokumentiert die CB-Verteilung der Sedimentproben im wesentlichen das Ergebnis der Fröhjhrsblüte, da sich die CB an den organischen Kohlenstoff anheften. Die Beprobung des Wassers auf gelöste CB erfolgte im Winter, da angenommen wurde, daß ab dem Fröhjahr die gelösten CB zu ca. 90 % am partikulären Material adsorbieren (DUINKER 1986). Die niedrigchlorierten gelösten CB könnten also die eigentliche Zusammensetzung der eingetragenen Biphenyle dokumentieren, die sich bis zur Fröhjhrsblüte durch einen Abbau der niedrigchlorierten Biphenyle bis hin zu der im partikulären Material oder in den Sedimenten dokumentierten CB-Zusammensetzung verändert haben könnte.

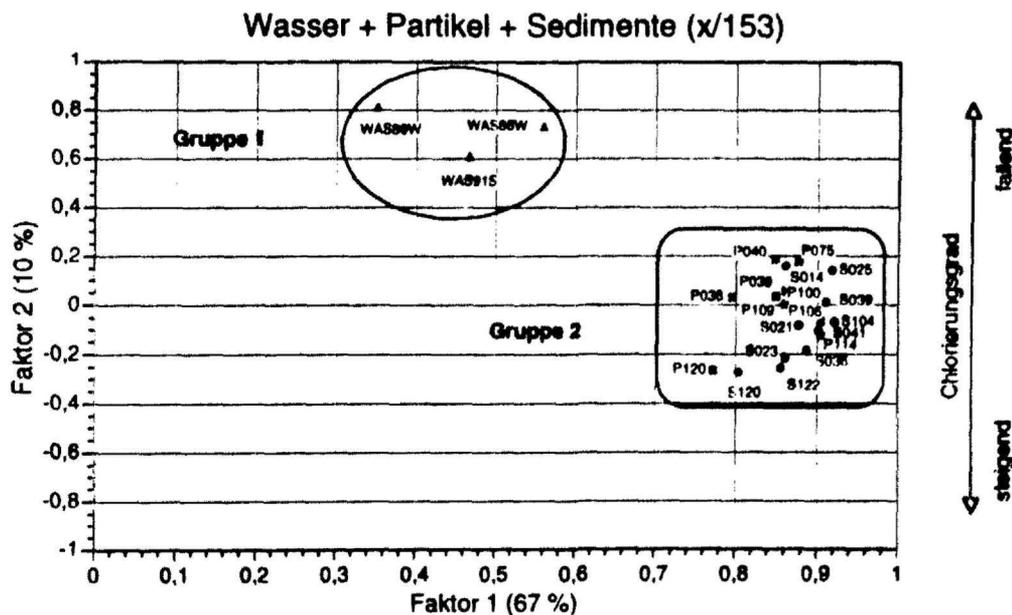


Abb. 46: Faktorierung von Wasser-, Partikel- und Sediment-Daten (x/153). Es ist zu erkennen, daß die gelösten CB einen niedrigeren Chlorierungsgrad und eine deutlich andere CB-Zusammensetzung aufweisen als die CB am partikulärem Material und Sediment. Bei den Stationsnummern wurde auf das Präfix 18 verzichtet.

Um zu klären, welche Quelle die verschiedenen Biphenyle im Wasser, im partikulären Material und im Sediment haben könnten, wurden verschiedene technische Gemische mit den vorliegenden Daten faktorisiert. Die CB-Zusammensetzung sowie der Chlorierungsgrad der Gemische Clophen A30, A40, A50 und A60 ist bekannt (SCHULZ 1990). Zusätzlich wurde ein polnisches Gemisch verwendet, das im Chlorierungsgrad dem Clophen 60 ähnlich ist, aber eine andere CB-Zusammensetzung aufweist (FALANDYSZ et al. 1992).

Die Gesamtvarianz der beiden ersten Faktoren nimmt aufgrund der unterschiedlichen Daten weiter auf 67 % ab (Abb. 47). Der Faktor 1 bleibt mit 60 % an der Gesamtvarianz dominierend. Deutlich sind die unterschiedlichen CB-Zusammensetzungen der technischen Gemische und der Proben im Faktor 1 zu erkennen (Abb. 47). Die gelösten CB liegen in ihrer CB-Zusammensetzung zwischen dem Clophen A40 und A50. Die Partikel und Sedimente lassen sich nicht der CB-Zusammensetzung eines der technischen Gemische zuordnen. In ihrem Chlorierungsgrad liegen sie zwischen Clophen A50 und Clophen A60. Dieses Bild wird auch durch den Faktor 2, den Chlorierungsgrad (7 %) bestätigt. Die gelösten CB weisen einen Chlorierungsgrad zwischen 40 % und 50 % auf. Eine Ähnlichkeit oder Übereinstimmung mit dem polnischen Gemisch ist nicht zu erkennen und kommt somit als mögliche Quelle nicht in Frage. Clophen A30 wurde im Chlorierungsgrad (Faktor 2) höher eingestuft als Clophen A40 (Abb. 47). Dies entspricht nicht den Tatsachen und ist vermutlich ein statistisches Artefakt des Faktorprogramms. Ursachen für die hier nachgewiesene CB-Belastung sind also Gemische mit 40 - bis 60 - prozentiger Chlorierung.

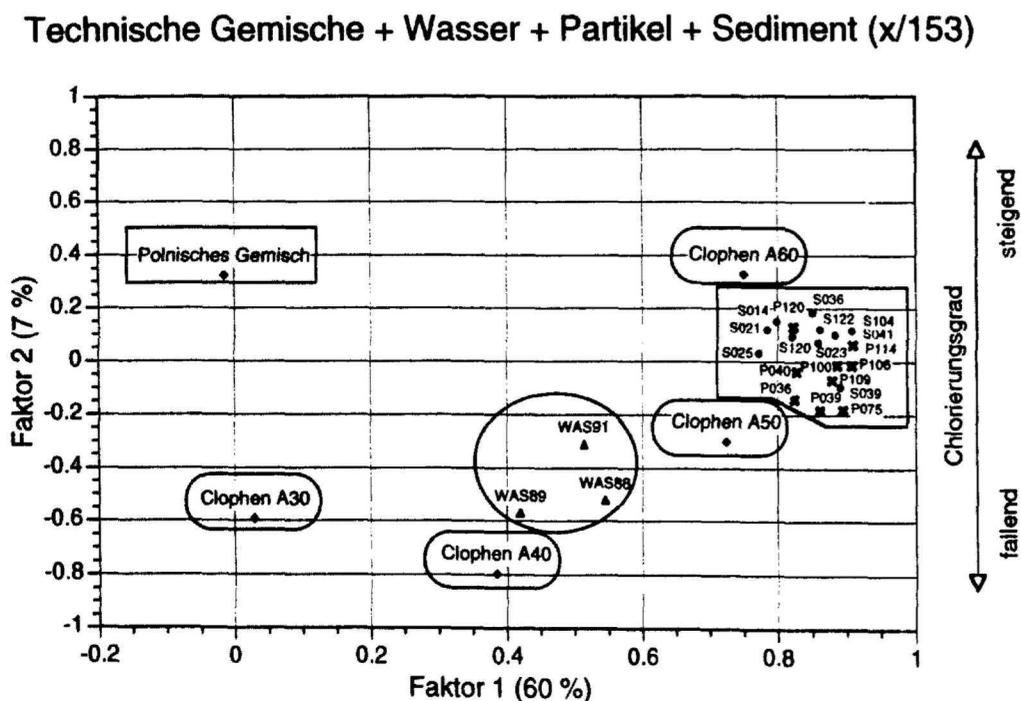


Abb. 47: Faktorierung von technischen PCB-Gemischen, Wasser-, Partikel- und Sediment-Daten. Bei den Stationsnummern wurde auf das Präfix 18 verzichtet.

Aus den vorliegenden Daten läßt sich das folgende Szenario für das Arbeitsgebiet in Hinblick auf den Transport von CB entwickeln.

Der Eintrag der CB in das Arbeitsgebiet erfolgt vorrangig über die Oder, der Eintrag über die Atmosphäre (BOUCHERTALL & DUINKER 1986, DUINKER & BOUCHERTALL 1989), der in küstenfernen Gebieten wie dem Atlantik eine entscheidene Rolle spielt, dürfte vernachlässigbar gering ausfallen. In der Winterzeit, in der es aufgrund der niedrigen Temperaturen und der geringen Sonnenscheindauer wenig organisches Material gibt, an dem CB adsorbieren können, liegen die CB in gelöster Form im Wasser vor. Eine charakteristische CB-Zusammensetzung für einen Wasserkörper in der Winterzeit besteht vorwiegend aus niedrig- bis mittelchlorierte Biphenyle, untergeordnet aus hochchlorierten Biphenylen.

Zu Beginn des Frühjahrs ändern sich die klimatischen Gegebenheiten schnell. Innerhalb weniger Tage setzt die Algenblüte in der Wassersäule ein, die sich von der Oberfläche beginnend bis in tiefere photische Zonen fortsetzt. Es kommt zur raschen Bildung von organischem Material durch die Algen. Die CB, die bisher in gelöster Form vorlagen, werden schnell an das organische Material angelagert und ändern gleichzeitig ihre CB-Zusammensetzung und damit auch ihren Chlorierungsgrad.

Dieser Prozess dauert maximal vier Wochen. Danach adsorbieren über 90 % der gesamten CB in der Wassersäule an Partikeln. Die niedrigchlorierten Biphenyle sind nach dieser kurzen Zeit nicht mehr nachweisbar. Möglicherweise sind sie aufgrund ihrer instabilen Konfiguration (maximal 3 Chloratome und vicinale H-Atome in meta, para Position) abgebaut. Durch einen Abbau der niedrigchlorierten Biphenyle verschiebt sich auch die CB-Zusammensetzung in Richtung der höher chlorierten Biphenyle. Diese bieten aufgrund der höheren Anzahl der Chloratome wenig Angriffsfläche, sind also schwerer abzubauen und stabiler.

Ein Vergleich zwischen der CB-Zusammensetzung von Partikeln und Sedimentoberfläche hat eine überwiegend identische Zusammensetzung gezeigt, bei der die Sedimente geringfügig höher chloriert sind. Dies bedeutet, daß vermutlich nur ein äußerst geringer CB-Abbau zwischen diesen beiden Zuständen stattfindet, obwohl für die Sedimentation ein weitaus längerer Zeitraum beansprucht wird als für den Übergang der CB aus der Lösung an die Partikel. Von der Sedimentoberfläche bis in Sedimenteufen, die den Beginn der CB-Produktion um 1929 markieren, läßt sich ein Abbau von CB bzw. eine Anreicherung von hochchlorierten Biphenylen in den Sedimenten, wie es BROWNAWELL & FARRINGTON (1985 a) beschreiben, nicht nachweisen. Auch in den tieferen anaeroben Sediment-

schichten des Arkona-Beckens konnte ein Abbau der niedrigchlorierten CB, wie von OFJORD et al. (1994) beschrieben, nicht festgestellt werden.

Nach OFJORD et al. (1994) verlieren sogar hochchlorierte CB wie die CB 153 und 138, die allgemein als äußerst stabil bekannt sind, in anaeroben Sedimenten innerhalb von 14 Monaten die Hälfte ihrer Ausgangsgehalte im Sediment. Auf die vorliegenden Daten bezogen würde das bedeuten, daß die seit Beginn der Produktion abgelagerten CB längst abgebaut wären. Der in den Kernen nachgewiesene CB-Nullwert würde eine beliebige Sedimentteufe markieren, in der alle CB vollständig abgebaut wären, die aber in keinem Zusammenhang mit dem Beginn der CB-Produktion steht. Das wiederum hieße, daß die Sedimentationsraten höher wären, als aus den vorliegenden Daten abzuleiten ist. Damit wären sie ebenfalls weitaus höher, als die ^{210}Pb -Datierung (BRAND & SHIMMIELD 1995) oder andere Untersuchungen von LEIPE et al. (1989) und BRÜGMANN & LANGE (1990) nachweisen. Da die Sedimentationsraten in vielen Untersuchungen immer wieder zumindest in der Größenordnung bestätigt worden sind, kann definitiv ausgeschlossen werden, daß der CB-Nullwert in den Kernen ein diagenetisches Produkt ist. Die Verringerung der CB-Gehalte bei einer gleichbleibenden CB-Zusammensetzung mit der Sedimentteufe, die sich in den vorliegenden Daten wiederholt zeigt, deutet vielmehr auf einen langsamen Anstieg der CB-Fracht der Oder und somit auch eine langsame Zunahme der CB-Sedimentation hin.

Die Stabilität der Biphenyle hat weitreichende Konsequenzen für den Verbleib der CB in der "Deponie Weltmeere". Der Ozean bildet die Endstation für alle jemals produzierten CB, die aus ihren geschlossenen Systemen über die Flüsse oder Atmosphäre dorthin verbracht werden. Werden die Biphenyle auch über einen längeren Zeitraum, als hier betrachtet (60 Jahre), nicht abgebaut und verhalten sich alle Ozeane wie das hier untersuchte Arbeitsgebiet, so werden die Ozeane innerhalb eines überschaubaren Zeitraums die gesamte CB-Produktion von $1.2 \cdot 10^6$ Tonnen (TANABE 1988) aufnehmen und ablagern müssen.

6.3 Bestandsaufnahme und Bilanzierung der rezenten und historischen CB-Einträge in das Oder Haff und ihre Massenbilanz

Im Rahmen des ODER-Projekts konnten erstmalig Vertikalprofile der CB-Gehalte für die Bodden- und Haffgewässer sowie für das Arkona- und das Bornholm-Becken ermittelt werden. Erstmals wurde auch das östliche Oder Haff in die Untersuchungen einbezogen. Mit dem nunmehr vorliegenden umfangreichen Datensatz aus den verschiedenen Gebieten soll versucht werden, eine Massenbilanzierung der sedimentär gespeicherten CB zu erstellen. Diese Massenbilanz muß in dem hier vorliegenden ersten Anlauf mit einer Reihe von Annahmen arbeiten, die in weiteren Untersuchungen zu verifizieren sind. Desweiteren soll der Versuch unternommen werden, die Herkunft der CB anhand der über die Oder zu erwartenden Einträge zu ermitteln.

Ein entscheidender Faktor für die Massenbilanzierung ist die Größe der jeweiligen Arbeitsgebiete. Sie wurde als Polynom im GIS (Geographisches Informations System der Fa. ESN Kiel) errechnet (freundl. mündl. Mitt. KANTZ 1995). Für jedes Arbeitsgebiet wurde eine Wassertiefe als Grenze zwischen vorwiegender Sandakkumulation auf der einen (flachen) Seite und Schlickakkumulation auf der anderen (tiefen) Seite definiert. Mit der Postulation, daß erst ab einer bestimmten Tiefe netto sedimentiert wird, wurde für jedes Gebiet nur die Fläche berechnet, deren Wassertiefen die jeweils definierte Grenze überschreitet. Für die Berechnung der Größe des Arkona- und des Bornholm-Beckens wurde die Wassertiefe > 40 m, für die Oder Rinne > 17 m, für den Greifswalder Bodden, das Achterwasser und das gesamte Oder Haff > 2 m gewählt (Abb. 48). Die genannte Gebiete zeichnen sich durch eine lateral und vertikal gleichförmige Schlicksedimentation mit nahezu gleichbleibenden Akkumulationsraten aus. Der Korngrößenanteil der Ton- und Siltfraction liegt bei ca. 80 %. Gebiete mit höheren Sandgehalten (> 20 %) wie der Adlergrund oder die Oderbank wurden nicht untersucht und nicht in die Berechnungen einbezogen.

Abgesehen vom östlichen Teil des Greifswalder Boddens erfüllen alle Arbeitsgebiete das Kriterium der Schlicksedimentation (KÖGLER & LARSEN 1979, IRMISCH & JOST 1980, SCHLUNGBAUM 1982, LEIPE 1986, LEIPE et al. 1989, BRÜGMANN & BACHOR 1990). Der Greifswalder Bodden ist hingegen durch eine markante Zonierung von Schlick und Sand gekennzeichnet (NIEDERMEYER 1993). Die Schlickablagerungen im tieferen westlichen Becken (219 km², berechnet aus dem GIS, Fa. ESN) werden durch eine zentrale Schwelle sehr deutlich von den überwiegend sandigen Bereichen des bathymetrisch stark gegliederten östlichen Boddengebiets (GIS: 191 km²) (Station 18040: Sandgehalte zwischen 70 % und 90 %) abgegrenzt (NIEDERMEYER 1993). In

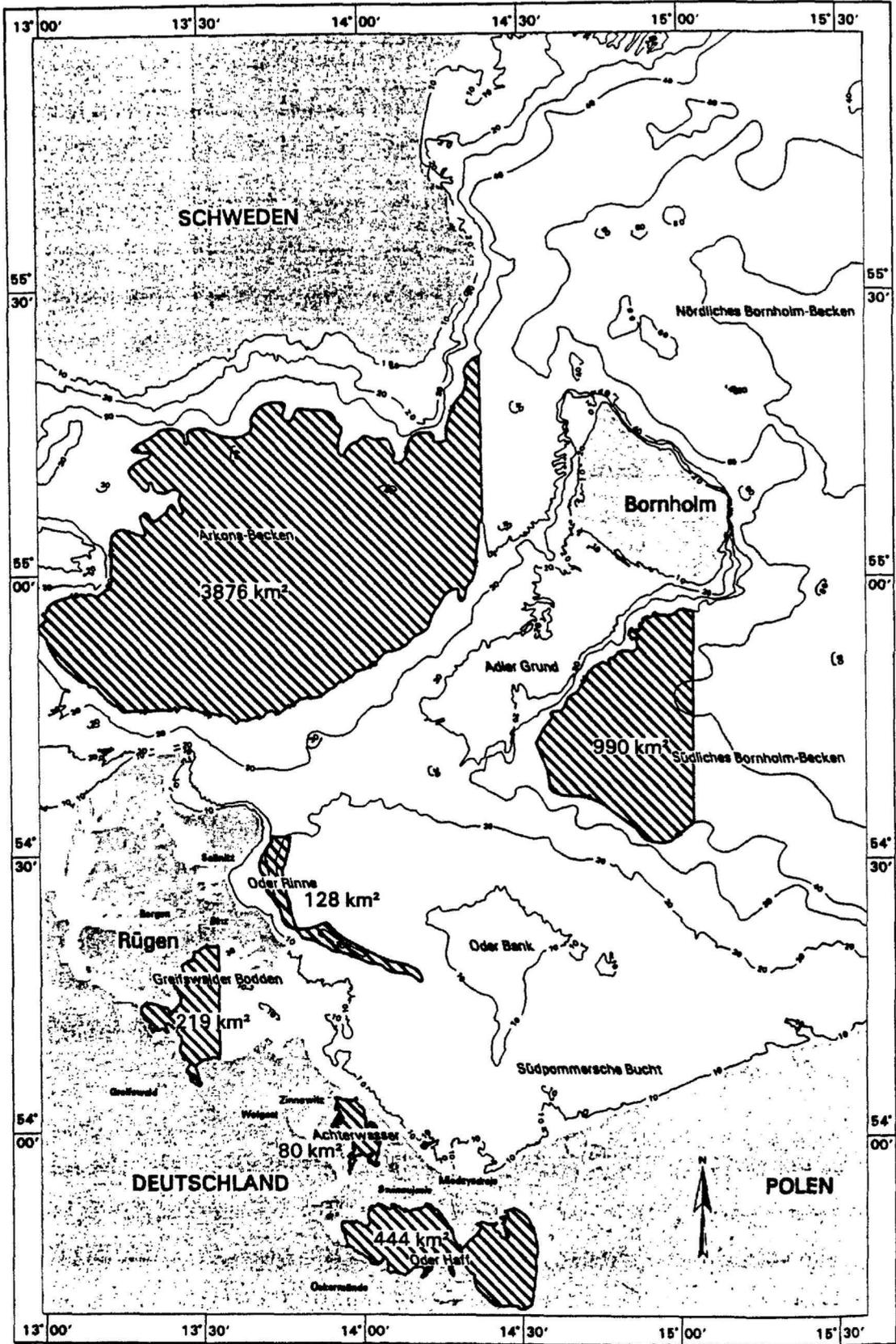


Abb. 48: Die zur Erstellung der Massenbilanz herangezogenen Arbeitsgebiete (schraffiert), für die eine Netto-Sedimentation postuliert wird.

die Berechnung der CB-Massenbilanz geht daher nur der westliche Greifswalder Bodden mit 219 km² ein.

Die Bilanzierung der bis heute abgelagerten CB-Menge unterliegt des weiteren der Annahme, daß die eingetragenen CB gleichmäßig über die jeweils mit GIS definierte Fläche des ausgewählten Arbeitsgebiets verteilt sind. Sie beruht ebenfalls auf der Annahme, daß eine lineare Interpolation zwischen den CB-Gehalten der analysierten Teufenbereiche die CB-Gehalte der nicht gemessenen Teufenintervalle hinreichend genau wiedergibt. Der CB-Gehalt eines nicht analysierten Teufenintervalls (Anhang) wurde daher als Mittelwert aus dem Gehalt des vorhergehenden und des folgenden Teufenintervalls gebildet.

Da in fast allen Sedimentkernen der CB-Nullwert, also der vorindustrielle Produktionsbeginn (1929) gemessen wurde, kann davon ausgegangen werden, daß der gesamte Zeitraum der CB-Sedimentation erfaßt worden ist. Die Bioturbation, die eine vertikale und laterale Verschleppung des Materials verursacht, beeinflußt die integrierte Bilanzierung nicht.

In zwei Arbeitsgebieten, dem Arkona-Becken (18014, 18104) und dem Achterwasser (18039), wurde allerdings der CB-Nullwert nicht erreicht, die CB-Gehalte lagen in 26 cm und 30 cm Teufe noch zwischen 4 ng/g TG und 12 ng/g TG.

Die drei Kerne aus den Arbeitsgebieten Arkona-Becken und dem Achterwasser spielen eine wesentliche Rolle für die CB-Massenbilanz. Im Arkona-Becken wird für die Berechnung der Gesamtmenge an bisher abgelagerten CB eine sehr große Fläche (3.876 km²) gewählt, im Achterwasser ist die Fläche zwar wesentlich kleiner (80 km²), allerdings sind die CB-Gehalte an der Sedimentoberfläche gegenüber dem Arkona-Becken um den Faktor 6 höher und nehmen bis in 30 cm Teufe nicht ab. In jedem Fall wird für das Arkona-Becken und das Achterwasser von den vorliegenden Gesamtgehalten ausgegangen. Da sich voraussichtlich auch unterhalb der letzten gemessenen Teufe die CB-Gehalte fortsetzen, müßte die hier erstellte Massenbilanz für Arkona-Becken und Achterwasser einen Minimalwert ausweisen. Dies gilt es mit neuen Untersuchungen in diesem Arbeitsgebiet zu korrigieren.

Mit den Daten jeden Sedimentkerns wird zunächst eine Bilanz der abgelagerten CB-Menge (M) für das betreffende Arbeitsgebiet aufgestellt, indem die Größe des Arbeitsgebiets (F) mit dem CB-Gesamtgehalt (G) und dem Trockenraumgewicht (TRG) der einzelnen Teufenintervalle multipliziert wird (Anhang Tab. 14):

$$M \text{ (kg)} = F * G * \text{TRG} \text{ (km}^2 * \text{pg/g TG} * \text{g/cm}^3\text{)}$$

Da aus dem Oder Haff Daten von drei Kernen vorliegen, die nicht identisch sind, wurde jedem dieser Kerne ein Gebiet zugewiesen, daß nach den hydrographischen Kenntnissen über die gleichen Sedimentationsparameter verfügt wie der analysierte Kern. Das Oder Haff wurde daher in drei Gebiete der folgenden Größe aufgeteilt:

Kern 18036:	218 km ²
Kern 18122:	200 km ²
Kern 18120:	26 km ²

Für das Arkona-Becken wurde der Durchschnittswert der CB-Mengen gebildet, die aus den beiden oben erwähnten Kernen ermittelt wurden. Da das Arkona-Becken zwei Drittel des Gesamtarbeitsgebiets umfaßt (3.876 km² von 5.737 km²), fällt die Differenz vom Durchschnittswert vergleichsweise hoch aus (208 kg). Sie wird daher im weiteren mit angeführt.

Für die verschiedenen Arbeitsgebiete ergeben sich gemäß obiger Formel folgende Mengen an CB:

Arkona-Becken:	von 463,1 kg bis 878,7 kg =	670,9 kg	± 208 kg
Bornholm-Becken:		29,7 kg	
Oder Haff:	39,2 kg + 13,9 kg + 40,7 kg =	93,8 kg	
Achterwasser:		120,0 kg	
Greifswalder Bodden:		33,5 kg	
<u>Oder Rinne:</u>		<u>22,3 kg</u>	
Summe Arbeitsgebiet:		970,0 kg	± 208 kg

Unter den oben angegebenen Annahmen sind im gesamten Arbeitsgebiet (5.737 km²) seit Beginn der CB-Produktion (1929) ca. 970 kg ± 208 kg CB in den Sedimenten abgelagert worden. Dieser Wert stellt vermutlich aufgrund der für das Arkona-Becken und das Achterwasser diskutierten Problematik einen Mindestwert dar.

Haupteintragsquelle für diese CB-Mengen ist die Oder. Darum soll in einem nächsten Schritt versucht werden, die CB-Flußfracht der Oder zu rekonstruieren und mit den abgelagerten CB-Mengen zu vergleichen. Hierzu wurden u. a. die analysierten Daten aus

der Wassersäule und die Daten des suspendierten partikulären Materials (SPM) herangezogen.

Das Oder Haff besitzt mit einer Gesamtfläche von 646 km² und einer durchschnittlichen Wassertiefe von 3,8 m (freundl. mündl. Mitt. R. Kantz 1995) einen Wasserinhalt von $2,4548 \cdot 10^{12}$ Litern. Messungen des suspendierten partikulären Materials (SPM) aus dem Oder Haff im Rahmen der vorliegenden Arbeit (Anhang Tab. 3) sowie aus dem Monitoringprojekt der Universität Greifswald (freundl. münd. Mitt. H. Schäfer und R. Lampe 1995) ergeben eine durchschnittliche SPM-Konzentration von 20 mg/dm³. Dies entspricht einer durchschnittlichen SPM-Konzentration von 49.096 t bezogen auf das Volumen des gesamten Oder Haffs.

Die Oder beliefert das Oder Haff jährlich mit 16 - 17 km³ Wasser (CORRENS 1979). Die Fracht der Oder an suspendiertem partikulärem Material wurde direkt am Ausgang der Oder in das Oder Haff (Station 18120) mit 25 mg/dm³ gemessen. Auf den jährlichen Wassertransport der Oder bezogen ergibt dies eine Jahresfracht der Oder an suspendiertem partikulärem Material von 400.000 t bis 425.000 t.

Ebenfalls direkt am Ausgang der Oder in das Oder Haff (Station 18120) wurde der Gehalt der am suspendierten partikulären Material anhaftenden CB im Oderwasser mit 700 pg/dm³ ermittelt. Auf den jährlichen Wassertransport der Oder bezogen (16 - 17 km³ Wasser, CORRENS 1979) errechnet sich daraus eine Jahresfracht der Oder an CB, die am suspendierten partikulären Material gebunden sind, von 11,2 kg bis 11,9 kg.

Dieser für das Jahr 1994 ermittelte Wert von ca. 11,5 kg CB, die an SPM im Oderwasser gebunden sind, ist sicherlich in den 65 Jahren seit Aufnahme der CB-Produktion um 1929 nicht immer gleich gewesen (s. Kapitel 6.1). So dürfte in den ersten Jahren nach Beginn der Produktion der Eintrag an CB über die Oder weitaus geringer ausgefallen sein, während er in den siebziger Jahren, zum Höhepunkt der CB-Verwendung, den heutigen Wert vermutlich überschritten hat. In dieser ersten Bilanzierung soll darum der heutige Wert von 11,5 kg CB, die am SPM im Oderwasser gebunden sind, als Durchschnittswert für die vergangenen 65 Jahre angenommen werden. Unter der weiteren Annahme einer konstanten Wasserflußrate der Oder ergibt sich für die letzten 65 Jahre eine Gesamtfracht der Oder von ca. 750 kg partikulären CB. Gemäß der von DUINKER (1986) postulierten Relation zwischen SPM sowie partikulären und gelösten CB liegen ungefähr weitere 10 % CB in gelöster Form in der Wassersäule vor. Dies ergibt einen Gesamteintrag der gelösten und partikulären CB über die Oder von ca. 825 kg seit 1929.

Ein Vergleich dieses Wertes von 825 kg CB-Eintrag über die Oder mit den untersuchten CB-Ablagerungen in Höhe von $970 \text{ kg} \pm 208 \text{ kg}$ ergibt in der Größenordnung eine Übereinstimmung. Es ist davon auszugehen, daß die odernahen Ablagerungen im Oder Haff, im Achterwasser, im Greifswalder Bodden und der Oder Rinne (270 kg CB) zu annähernd 100 % durch den Eintrag der Oder gedeckt werden. Die verbleibenden 555 kg CB der Oderfracht decken jedoch nicht den für das Arkona- und Bornholm-Becken errechneten Durchschnittswert von ca. 700 kg CB-Ablagerungen. Nur wenn man für das Arkona-Becken den ermittelten niedrigeren Gehalt von ca. 465 kg anstelle des Durchschnittswertes (s. o.) ansetzt, so wären die gesamten CB-Ablagerungen durch den Oder-Eintrag abgedeckt. Hierbei ist allerdings zu beachten, daß der CB-Nullwert im Arkona-Becken nicht nachgewiesen werden konnte. Dies bedeutet, daß zumindest der niedrigste CB-Wert für das Arkona-Becken zu gering angesetzt ist. In diesem Fall könnte die CB-Ablagerungen im Arkona-Becken nicht zu 100 % durch den Oder-Eintrag gedeckt werden; der atmosphärischer Eintrag dürfte in diesen landferneren Regionen eine untergeordnete Rolle spielen. Möglicherweise wird das CB-Defizit aber auch durch Variabilitäten in den Flußgehalten erzeugt.

Die erste Bilanzierung ergibt also größenordnungsmäßig eine Übereinstimmung der CB-Fracht der Oder mit den CB-Ablagerungen in Oder Haff, Achterwasser, Greifswalder Bodden, Oder Rinne, Arkona- und Bornholm-Becken. Für eine detaillierte Bilanzierung sind im Rahmen weiterer Untersuchungen die o. g. Annahmen zu untermauern. Dabei ist besonderer Wert zu legen auf:

- ungestörte Kerne aus dem Arkona- und Bornholm-Becken, die den Nachweis des CB-Nullwertes erlauben,
- die Datierung und CB-Quantifizierung an identischen Kernen in allen Arbeitsgebieten,
- den Nachweis nahezu gleichmäßiger CB-Sedimentation innerhalb jeweils eines Arbeitsgebiets.

7 SCHLUßFOLGERUNGEN

Die vorliegende Arbeit soll mit den folgenden Schlüssen einen ersten Beitrag zur CB-Problematik der odernahen Bereiche der Ostsee darstellen.

1. Die CB-Gehalte belegen eindeutig eine Abnahme der CB-Belastung in den Sedimenten mit der Entfernung von der Oder. Dies betrifft die Gebiete des Oder Haffs, des Achterwassers, des Greifswalder Boddens, der Oder Rinne, des Arkona-Beckens und des südlichen Bornholm-Beckens. Der Eintrag in das nördliche Bornholm-Becken erfolgt nicht oder nicht ausschließlich über die Oder.
2. Der CB-Eintrag durch die Oder unterliegt offensichtlich zeitlichen Schwankungen, die zumindest für das Oder Haff, den Greifswalder Bodden, die Oder Rinne und das südliche Bornholm-Becken nachgewiesen werden konnten.
3. ^{210}Pb -Datierungen der CB-Zeitmarke 1930 sowie der vertikalen CB-Schwankungen erbrachten keine Übereinstimmungen. Die Differenzen zwischen der ^{210}Pb -Datierung und den CB-Zeitmarken sind vermutlich auf die angewandte Beprobungstechnik von mehreren Rumohrloten an einer Station zurückzuführen. Für hochauflösende Arbeiten mit Proben im Zentimeterabstand sollten ^{210}Pb -Datierungen und CB-Untersuchungen unbedingt am selben Kern vorgenommen werden. Dies ließe sich beispielsweise durch den Einsatz von Großkastengreifer oder Multicorer erreichen.
4. Die Faktorenanalyse gelöster und partikulärer CB-Daten zeigt, daß sich innerhalb eines Zeitraums von ca. vier Wochen nach Einsatz der Algenblüte ca. 90 % der in der Wassersäule gelöst vorliegenden CB an die Partikel anlagern; niedrigst chlorierte CB werden innerhalb dieses Zeitraums weitgehend abgebaut bzw. nicht mehr nachweisbar.
5. Beim Übergang vom partikulären Material zu den CB an der Sedimentoberfläche ist ein geringfügiger Abbau niedrigchlorierter CB festzustellen. Innerhalb des Sedimentes, das die letzten 65 Jahre dokumentiert, ist jedoch kein weiterer Abbau nachzuweisen. Findet auch in anderen Meeresgebieten kein Abbau der CB statt, so werden die Weltmeere langfristig die gesamte Weltproduktion an CB von $1,2 \cdot 10^6$ Tonnen aufnehmen müssen.
6. Im Gebiet des Oder Haffs, des Achterwassers, des westlichen Greifswalder Boddens, der Oder Rinne, des Arkona-Beckens und des südlichen Bornholm-Beckens sind auf einer Fläche von 5.737 km^2 im Laufe der vergangenen 65 Jahre seit dem Beginn der CB-Produktion $970 \text{ kg} \pm 208 \text{ kg}$ CB zur Ablagerung gekommen. Auf der Basis eines der-

zeitigen CB-Eintrags durch die Oder in das Oder Haff von jährlich 11,5 kg, ergibt sich für die vergangenen 65 Jahre ein CB-Eintrag von ca. 825 kg. Dieser Wert bestätigt die Oder als CB-Haupteintragsquelle für die o. g. Arbeitsgebiete. Der Bilanzunterschied wird u. a. durch einen untergeordneten atmosphärischen Eintrag ausgeglichen.

7. Für weitere Untersuchungen ist besonderer Wert auf Datierungen und CB-Untersuchungen an identischen Proben zu legen. Dies sollte eine Datierung des ersten CB-Eintrags sowie der CB-Schwankungen ermöglichen. Mit einer Reihe gezielter weiterer Untersuchungen wird es möglich, die CB-Massenbilanzierung zu erhärten oder zu korrigieren. So sollte beispielsweise versucht werden, im Achterwasser und Arkona-Becken den CB-Nullwert nachzuweisen. Außerdem sollten Daten aus verschiedenen Bereichen der Arbeitsgebiete die Annahme einer annähernd gleichen CB-Verteilung innerhalb des jeweiligen Arbeitsgebiets bestätigen oder widerlegen. Auch die Abfolge gelöste CB - partikuläre CB - sedimentierte CB sollte durch umfangreichere Proben besonders der gelösten, aber auch der partikulären CB eingehend weiter untersucht werden.

8 DANKSAGUNG

Für die Vergabe der Arbeit danke ich Herrn Prof. Dr. P. Stoffers und Herrn Prof. Dr. J. C. Duinker herzlich.

Mein besonder Dank für die dynamische Betreuung und ständige Diskussionsbereitschaft gilt Herrn Prof. Dr. K. C. Emeis und Herrn Dr. D. E. Schulz-Bull.

Herr G. Petrick brachte mir das Einmaleins der CB-Analytik bei, motivierte und bestärkte mich in kritischen Phasen der Arbeit. Dafür und für zahlreiche fruchtbare Diskussionen sowie hilfreiche Anregungen danke ich ihm herzlich.

Herr Dr. N. Kannan führte mich in die Faktorenanalyse ein und lieferte mir in zahlreichen Diskussionen wertvolle Anregungen. Hierfür gilt ihm mein herzlicher Dank.

Besonderer Dank gilt folgenden Damen und Herren aus dem Geologisch-Paläontologischen Institut und dem Institut für Meereskunde zu Kiel, die einen erheblichen Anteil zum Gelingen dieser Arbeit beigetragen haben: Frau R. Bruhn, Frau H. Doose, Herr H. Erbacher, Frau A. Lembrecht, Frau K. Przygodda, Frau W. Rehder, Herr H. Schäfer, Herr T. Schmand, Frau S. Schultz und Frau M. Zornow.

Allen Projektteilnehmern des ODER-Projekts sei für die Überlassung von Daten und unermüdlichen Einsatz zum Gelingen des Projekts gedankt.

Der Europäischen Union danke ich für die Finanzierung des Projekts, meiner Stelle und dieser Arbeit.

Herzlichen Dank an die Kapitäne und die Mannschaften der Forschungsschiffe F. S. Alkor, F. S. Prof. Penck, F. S. Poseidon, F. K. Bornhöft und F. K. Littorina.

Bedanken möchte ich mich vor allem bei meiner Familie und all meinen Freunden, deren positive Einstellung zu meiner Arbeit die bestmögliche Atmosphäre zum Gelingen dieser Arbeit schaffte.

Mein ganz besonderer Dank gilt Elke, die mir mit ihrer Hilfe und Geduld immer und ständig zur Seite stand.

9 LITERATURVERZEICHNIS

- ABRAMOWICZ, D. A., BRENNAN, M. J., VAN DORT, H. M. & E. L. GALLAGHER (1993): Factors Influencing the Rate of Polychlorinated Biphenyl Dechlorination in Hudson River Sediments. *Environ. Sci. Technol.* **27**: 1125-1131.
- ALDER, A. C., HÄGGBLUM, M. M., OPPENHEIMER, S. R. & L. Y. YOUNG (1993): Reductive Dechlorination of Polychlorinated Biphenyls in Anaerobic Sediments. *Environ. Sci. Technol.* **27**: 530-538.
- ALLER, R. C. (1980): Quantifying Solute Distribution in the Bioturbated Zone of Marine Sediments by Defining an Average Microenvironment. *Geochim. Cosmochim. Acta* **44**: 1955-1965.
- ALLER, R. C. (1982): The Effects of Macrobenthos on Chemical Properties of Marine Sediment and Overlying Water. In: P. L. McCall & M. J. S. TEVESZ (Hrsg.), *Animal Sediment Relation*, 53-102. Plenum Press, New York.
- ATLAS, E. & C. S. GIAM (1981): Global Transport of Organic Pollutants: Ambient Concentrations in the Remote Marine Atmosphere. *Science* **221**: 163-165.
- BACKHAUS, K., ERICHSON, B., PLINKE, W. & R. WEIBER (1990): *Multivariate Analysenmethoden*. Springer Verlag Berlin, 416 S.
- BALLSCHMITER, K. & M. ZELL (1980): Analysis of Polychlorinated Biphenyls by Glass Capillary Gas Chromatography. *Fresenius Z. Anal. Chem.* **302**: 20-31.
- BERGER, W. H. & G. R. HEATH (1968): Vertical Mixing in Pelagic Sediments. *Journ. Mar. Res.* **26**: 134-143.
- BLANZ, T. (1992): Sedimentologische und sedimentphysikalische Eigenschaften holozäner Sedimentkerne aus der Alkor- und der Littorina-Tiefe/nördliches Kattegat. *Meyniana* **44**: 75-95. Kiel.
- BOHRMANN, H. (1991): Radioisotopenstratigraphie, Sedimentologie und Geochemie jungquartärer Sedimente des östlichen Arktischen Ozeans. *Berichte zur Polarforschung, Alfred-Wegener-Institut für Polar- und Meeresforschung*, 95 S.
- BOON, J. P., VAN ZANTVOORT, M. B., GOVAERT, M. J. M. A. & J. C. DUINKER (1985): Organochlorines in Benthic Polychaetes (*Nephtys* SPP.) and Sediments from the Southern North Sea. Identification and Individual PCB Components. *Netherl. Journ. of Sea Res.* **19** (2): 93-109.
- BOON, J. P., REIJNDERS, J. H. P., DOLS, J., WENSVOORT, P. & M. T. H. HILLEBRAND (1987): The Kinetics of Individual Polychlorinated Biphenyl Congeners in Female Harbor Seals (*Phoca vitulina*), with Evidence for Structure-related Metabolism. *Aquat. Toxicol.* **10**: 307-324.
- BOON, J. P., EIJGENRAAM, F., EVERAARTS, J. M. & J. C. DUINKER (1989): A Structure-Activity Relationship (SAR) Approach towards Metabolism of PCBs in Marine Animals from Different Trophic Levels. *Mar. Environm. Res.* **27**: 159-176.

- BOUCHERTALL, F. & J. C. DUINKER (1986): Porous Glass as an Efficient Adsorbent for Volatile Atmospheric PCB Congeners. *Anal. Chim. Acta.* **185**: 369-375.
- BOUDREAU, B. P. (1986 a): Mathematics of Tracer Mixing in Sediments: 1. Spatially Dependent, Diffusive Mixing. *Am. Journ. Sci.* **286**: 161-198.
- BOUDREAU, B. P. (1986 b): Mathematics of Tracer Mixing in Sediments: 2. Nonlocal Mixing and Biological Conveyor Belt Phenomena. *Am. Journ. Sci.* **287**: 693-719.
- BOUDREAU, B. P. & D. M. IMBODEN (1987): A Steady State Diagenetic Model for Dissolved Carbonate Species and pH in the Porewaters of Oxic and Suboxic Sediments. *Geochim. Cosmochim. Acta* **51**: 1985-1996.
- BOUMA, A. H. (1969): *Methods for the Study of Sedimentary Structures*. John Wiley, New York, 458 S.
- BRAND, T. & G. SHIMMIELD (1994): Project Oder - Interim Report January 1994. EC ENVIRONMENT PROGRAMME PL 910398, Bruxelles. 10-39.
- BRAND, T. & G. SHIMMIELD (1995): Project Oder - Interim Report March 1995. EC ENVIRONMENT PROGRAMME PL 910398, Bruxelles. 2-68.
- BRIGGS, G. G. (1973): A simple Relationship between Soil Adsorption of Organic Chemicals and their octanol/water Partition Coefficients. In: *Proc. 7th British Insecticide and Fungicide Conf., British Crop Protection Council, London*, 83.
- BROMAN, D., NÄF, C., AXELMAN, J. & H. PETTERSEN (1994): Time Trends Analysis of PAHs and PCBs in the Northern Baltic Proper. *Chemosphere Vol. 29, Nr. 6*: 1325-1331.
- BROWNAWELL, B. J. & J. W. FARRINGTON (1985 a): Partitioning of PCBs in Marine Sediments. In Sigleo, A. C. & A. Hattori (1985) *Mar. Estuar. Geochem.* Chapter 7: 97-120.
- BROWNAWELL, B. J. & J. W. FARRINGTON (1985 b): Biogeochemistry of PCBs in Interstitial Waters of a Coastal Marine Sediment. *Geochim. Cosmochim. Acta* **50**: 157-169.
- BRÜGMANN, L. & A. BACHOR (1990): Present State of the Baltic Coastal Waters off Mecklenburg-Vorpommern, Germany. *Geo. Journ.* **22.2**: 185-194.
- BRÜGMANN, L. & D. LANGE (1990): Metal Distribution in Sediments of the Baltic Sea. *Limnologica* **20**: 15-28.
- BRÜGMANN, L., GAUL, H., ROHDE, K. H. & U. ZIEBARTH (1991/92): Regional Distribution and Temporal Trends of some Contaminants in the Water of the Baltic Sea. *Dt. hydrogr. Z.* **44**: 159-184.
- BUNDESGESUNDHEITSAMT (BGA) (1983): *Polychlorierte Biphenyle*. Herausgegeben von H. Lorenz und G. Neumeier. MMV Medizin Verlag München.

- CARLO ERBA INSTRUMENTS (1988): Gerätebeschreibung für Elemental Analyzer 1108 CHN-O.
- CHOU, S. F. J. & R. A. GRIFFIN (1986): Solubility and Soil Mobility of Polychlorinated Biphenyls. In: J. S. Waid (Ed.) PCBs and the Environment, Vol. 1: 101-120.
- CORRENS, M. (1973 a): Über die Wasserstandsverhältnisse des Kleinen Haffs und des Peenestroms. *Wiss. Z. Humboldt-Univ. Berlin, Math. Nat. R.* **22**: 677-692.
- CORRENS, M. (1973 b): Beitrag zum Wasserhaushalt des Oderhaffs. *Wiss. Z. Humboldt-Univ. Berlin, Math. Nat. R.* **22**: 693-704.
- CORRENS, M. (1977): Grundzüge von Hydrographie und Wasserhaushalt der Boddengewässer an der Küste der Deutschen Demokratischen Republik. *Acta Hydrochim. Hydrobiol.* **5**: 517-526.
- CORRENS, M. (1979): Der Wasserhaushalt der Bodden- und Haffgewässer der DDR als Grundlage für die weitere Erforschung ihrer Nutzungsfähigkeit zu Trink- und Brauchwasserzwecken. Thesis B, Berlin.
- DAVIS, J. C. (1986): *Statistics and Data Analysis in Geology*. Wiley & Sons, New York, 620 S.
- DIETRICH, G. & R. KÖSTER (1974): *Geschichte der Ostsee*. In Magaard, L. & G. Rheinheimer (1974): *Meereskunde der Ostsee*. Springer Verlag Berlin Heidelberg New York 1974.
- DUINKER, J. C. (1986): The role of small, low density Particles on the Partitions of Selected PCB Congeners between Water and Suspended Matter (North Sea Area). *Neth. Journ. Sea Res.* **20**: 229-238.
- DUINKER, J. C. & J. P. BOON (1986): PCB Congeners in the Marine Environment - a review. In: Bjorseht, A. & G. Angeletti (Eds.), *Organic Micropollutants in the Aquatic Environment*. Proc. 4th Eur. Symp. Vienna, Oct. 22 - 24, 1985, D. Reidel Publ. Cy. Holland, 187 - 205.
- DUINKER, J. C., BOON, J. P. & M. T. J. HILLEBRAND (1984): Organochlorines in the Dutch Wadden Sea. *Publication Series of Netherlands Institute for Sea Research* **10**: 211 - 228.
- DUINKER, J. C. & F. BOUCHERTALL (1989): On the Distribution of Atmospheric PCB Congeners between Vapor Phase, Aerosols and Rain. *Environ. Sci. Technol.* **23**: 57-62.
- DUINKER, J. C. & M. T. J. HILLEBRAND (1978): Minimizing Blank Values in Chlorinated Hydrocarbon Analyses. *Chrom.* **150**: 195-199.
- DUINKER, J. C. & M. T. J. HILLEBRAND (1983): Characterization of PCB Components in Clophen Formulations by Capillary GC-MS and GC-ECD Techniques. *Environ. Sci. Technol.* **17**: 449-456.

- DUINKER, J. C., HILLEBRAND, M. T. J., ZEINSTR, T. & J. P. BOON (1989): Individual Chlorinated Biphenyls and Pesticides in Tissues of some Cetacean Species from the North Sea and the Atlantic Ocean: Tissue Distribution and Biotransformation. *Aquat. Mamm.* **15.3**: 95-124.
- DUINKER, J. C., KNAP, A. H., BINKLEY, K. C., VAN DAM, G. H., DARREL-REW, A. & M. T. J. HILLEBRAND (1988 a): Method to Present the Qualitative and Quantitative Characteristics of PCB Mixtures. *Mar. Pollut. Bull.* **19**: 74-79.
- DUINKER, J. C. & D. E. SCHULZ-BULL (1993): Organische Schadstoffe in der Ostsee. *Berichte a. d. Inst. f. Meereskunde Kiel Nr.* **240**: 120-147.
- DUINKER, J. C., SCHULZ, D. E. & G. PETRICK (1988 b): Multidimensional Gaschromatography with Electron Capture Detection for the Determination of Toxic Congeners in Polychlorinated Biphenyl Mixtures. *Anal. Chem.* **60**: 478-482.
- DUINKER, J. C., SCHULZ-BULL, D. E. & G. PETRICK (1991): Analysis and Interpretation of Chlorobiphenyls: Possibilities and Problems. *Chemosphere* **23**: 1009-1028.
- DUURSMA, E. K., NIEUWENHUIZE, J. & J. M. VAN LIERE (1989): Polychlorinated Biphenyl Equilibria in an Estuarine System. *Science of Total Environment* **79**: 141-155.
- EC ENVIRONMENT PROGRAMME INTERIM REPORT (1993-1994): Project Oder. Area 1, Topic I. 6: Biogeochemical Cycles and Ecosystem Dynamics.
- EC ENVIRONMENT PROGRAMME INTERIM REPORT (1994-1995): Project Oder. Area 1, Topic I. 6: Biogeochemical Cycles and Ecosystem Dynamics.
- EDER, G., STURM, R. & W. ERNST (1987): Chlorinated Hydrocarbons in Sediments of the Elbe River and the Elbe Estuary. *Chemosphere Vol. 16, Nr.* **10 - 12**: 2487-2496.
- EHRHARDT, M. (1988): Lipophilic Organic Material: An Apparatus for Extracting Solids used for their Concentration from Sea Water, ICES, *Techniques in the Marine Environmental Science* **4**.
- FALANDYSZ, J., YAMASHITA, N., TANABE, S. & R. TATSUKAWA (1992): Composition of PCB isomers and Congeners in technical Chlorofen formulation produced in Poland. *Intern. Journ. Environ. Anal. Chem.* **47**: 129-136.
- FLANAGAN, W. P. & R. J. MAY (1993): Metabolite Detection as Evidence for Naturally Occurring Aerobic PCB Biodegradation in Hudson River Sediments. *Environ. Sci. Technol.* **27**: 2207-2212.
- FORMICA, S. J. (1988): PCB Transport into Lake Sediments. Conceptual Model and Laboratory Simulation. *Environ. Sci. Technol.* **22**: 1435-1440.
- GAUL, H. (1984): The Distribution of several Organochlorine Compounds in the Baltic Sea. *Dt. hydrogr. Z.* **37**: 129-145.
- GOLDBERG, E. D. & M. KOIDE (1962): Geochronological Studies of Deep Sea Sediments by the Ionium/Thorium method. *Geochim. Cosmochim. Acta.* **26**: 417-450.

- GOMEZ-BELINCHON, J. I., GRIMALT, J. O. & J. ALBAIGES (1988): Intercomparison Study of Liquid-Liquid Extraction and Adsorption on Polyurethane and Amberlite XAD-2 for the Analysis of Hydrocarbon Polychlorobiphenyls, and fatty Acids Dissolved in Seawater. *Environ. Sci. Technol.* **22**: 677-685.
- GREGOR, D. J. & W. D. GUMMER (1989): Evidence of Atmospheric Transport and Deposition of Organochlorine Pesticides and Polychlorinated Biphenyls in Canadian Artic Snow. *Environ. Sci. Technol.* **23**: 561-565.
- HARDING, C. G. (1986): Organochlorine Dynamics between Zooplankton and their Environment, a reassessment. *Mar. Ecol. Prog. Ser.* **33**: 167-191.
- HARGRAVE, B. T., VASS, W. P., ERICKSON, P. E. & B. R. FOWLER (1988): Atmospheric Transport of Organochlorines to the Arctic Ocean. *Tellus* **40 B**: 480-493.
- HASSAN, A. A. & R. LAMPE (1990): Beitrag zur Hydrographie des Achterwassers. *Wiss. Z. Ernst-Moritz-Arndt-Univ. Greifswald, Math. nat. wiss. Reihe* **39**: 42-45.
- HASSETT, J. J., MEANS, J. C., BANWART, W. L., WOOD, S. G., ALI, S. & A. KHAN (1980): Sorption of Dibenzothiophene by Soils and Sediments. *Journ. Environ. Qual.* **9**: 184.
- HAWKER, D. W. & D. W. CONNELL (1988): Octanol-water Partition Coefficients of Polychlorinated Biphenyl Congeners. *Environ. Sci. Technol.* **22**: 382-387.
- HELCOM (1993): Second Baltic Sea Pollution Load Compilation. *Balt. Sea Environ. Proc.* No. **45**: 161 S.
- HOLLER, P. & H. KASSENS (1989): Sedimentphysikalische Eigenschaften aus dem Europäischen Nordmeer. *Berichte aus dem Sonderforschungsbereich 313 "Sedimentation im Europäischen Nordmeer"* **15**: 61 S.
- HUTZINGER, O., SAFE, S. & O. ZITKO (1974): *The Chemistry of PCB*. CRC Press, Boca Ranton.
- INTERGOVERNMENTAL OCEANOGRAPHIC COMMISSION (IOC) (1993): Chlorinated Biphenyls in open Ocean Waters: Sampling, extractions, clean-up and instrumental determination. *UNESCO, Manuals and Guides* **27**: 34 S.
- IRMISCH, A. & G. JOST (1980): Bestimmung des Gehaltes an gelöstem organischen Kohlenstoff in der Darß-Zingster Boddenkette und ihren Zuflüssen. *Wiss. Z. Wilhelm-Piek-Univ. Rostock, Math. nat. wiss. Reihe* **29**: 83-85.
- JENSEN, S. (1966): Report of a new Chemical Hazard. *New Scient.* **32**: 612 S.
- JEREMIASON, J. D., HORNBUCKLE, K. C. & S. J. EISENREICH (1994): PCB in Lake Superior, 1978-1992: Decreases in Water Concentrations Reflect Loss by Volatilization. *Environ. Sci. Technol.* **28**: 903-914.
- JONSSON, P. (1992): Large Scale Changes of Contaminants in the Baltic Sea Sediments during the Twentieth Century. *Acta Univ. Ups. Sweden*.

- KANNAN, N., REUSCH, T. B. H., SCHULZ-BULL, D. E., PETRICK, G. & J. C. DUINKER (1995): Chlorbiphenyls: Model compounds for Metabolism in Food Chain Organisms and their Potential Use as Ecotoxicological Stress Indicators, by Application of the Metabolic Slope Concept. *Environ. Sci. Technol.* **29**: 1851-1859.
- KARICKHOFF, S. W., BROWN, D. S. & T. A. SCOTT (1979): Sorption of Hydrophobic Pollutants on Natural Sediments, *Water Res.* **13**: 241.
- KENEGA, E. E. & C. A. I. GORING (1980): Relationships between Water Solubility, Soil Sorption, octanol/water Partitioning, and Concentration of Chemical in Biota. *Aquatic Toxicology*, ASTM STP 707, Eaton, J. G., Parrish, P. & A. C. Hendricks (Eds.), American Society of Testing and Materials, Philadelphia, 78.
- KJELLER, L. O. & C. RAPPE (1995): Time Trends in Levels, Patterns, and Profiles for Polychlorinated Dibenzo-p-dioxins, Dibenzofurans, and Biphenyls in a Sediment Core from the Baltic Proper. *Environ. Sci. Technol.* **29**: 346-355.
- KNICKMAYER, R. & H. STEINHART (1988): The Distribution of Cyclic Organochlorines in North Sea Sediments. *Dt. hydrogr. Z.* **41**: 1-21.
- KNICKMAYER, R., LANDGRAFF, O. & H. STEINHART (1990): Calculations of Seasonal Loadings of North Sea Sediments with Aromatic Organochlorines. *Dt. hydrogr. Z.* **43**: 289-309.
- KÖGLER, F. & B. LARSEN (1979): The West Bornholm Basin in the Baltic Sea: Geological structure and Quaternary Sediments. *Boreas* Vol. **8**: 1-22.
- KOLP, O. (1982): Die schrittweise Verlagerung der Odermündung von der Bornholmmulde bis in die Oderbucht infolge holozäner Wasserstandsänderungen im südlichen Ostseeraum. *Petermanns Geographische Mitteilungen* 2/1983. Hrsg.: Geogr. Gesellschaft der DDR Verlag: VEB Hermann Haak Gotha Lizenz Nr. 1419.
- LAMPE, R. (1990): Neue Untersuchungsergebnisse zur Hydrographie des Greifswalder Boddens. *Wiss. Z. Ernst-Moritz-Arndt-Univ. Greifswald, Math. nat. wiss. Reihe* **39**: 38-41.
- LAMPE, R. (1993): Environmental State and Material Flux in the Western Part of the Oder River Estuary - Results and Consequences. *Petermanns Geographische Mitteilungen*, Justus Perthes Verlag Gotha GmbH **137**: 275-282.
- LEIPE, T. (1986): Beiträge zur Geochemie und Geoökologie rezenter Sedimente der Boddengewässer im Nordosten der Deutschen Demokratischen Republik. Dissertation Univ. Greifswald.
- LEIPE, T., BRÜGMANN, L. & U. BITTNER (1989): On the Distribution of Heavy Metals in Recent Brackish Water Sediments of Estuaries of the G.D.R. *Chem. Erde* **49**: 21-38.
- LOHSE, J. (1988): Herkunft, Ausbreitung und Verteilung von schwerflüchtigen Chlorkohlenwasserstoffen in Sedimenten der Nordsee. Dissertation, Univ. Hamburg 160 S.

- LOHSE, J. (1991): Distribution of Organochlorine Pollutants in North Sea Sediments. *Wat. Sci. Tech.* 24 Nr. 10: 107-113.
- McDUFFIE, B. (1981): Estimation of Octanol/Water Partition Coefficients for Organic Pollutants using Reverse-phase HPLC. *Chemosphere* 10: 73.
- MILKERT, D. (1994): Auswirkungen von Stürmen auf die Schlickgebiete der westlichen Ostsee. *Ber. Geol. Paläo. Inst. Kiel*, 66: 153 S.
- MÜLLER, G. (1964): Methoden der Sediment-Untersuchung. In Engelhardt, W., Füchtbauer, H. & G. Müller: *Sediment-Petrologie*, Schweizerbart'sche Verlagsbuchh. 303 S.
- MULLIN, M. C., POCINI, S., CRINDLE, M. C., ROMKES, M., SAFE, S. & L. SAFE (1984): High-Resolution PCB Analysis: Synthesis and Chromatographic Properties of all 209 PCB Congeners. *Environ. Sci. Technol.* 18: 468-476.
- MÜLLER, W. & F. KORTE (1973): Polychlorierte Biphenyle - Nachfolger des DDT? *Chemie unserer Zeit* 7: 112-119.
- NATIONAL ACADEMY OF SCIENCES (NAS) (1979): *Polychlorinated Biphenyls. Report prepared by the Committee on the Assessment of Polychlorinated Biphenyls in the Environment.* National Academy of Sciences, Washington D.C., 182 S.
- NEHRING, D. (1990): Die hydrographisch-chemischen Bedingungen in der westlichen und zentralen Ostsee von 1979 bis 1988, ein Vergleich. *Meereswiss. Ber. Nr. 2. Inst. Meeresk. Warnemünde.*
- NEHRING, D., MATTHÄUS, W. & H. U. LASS (1993): Die hydrographisch-chemischen Bedingungen in der westlichen und zentralen Ostsee im Jahre 1992. *Dt. Hydrogr. Z.* 45: 281-312.
- NEUMANN, T., LEIPE, T., BRAND, T. & G. SHIMMIEDL (subm.): Accumulation of heavy Metals in the Oder Estuary and it's Off-shore Basins.
- NIEDERMEYER, R. O. (1993): Holozäne Sedimentationsgeschichte und rezente Sedimentdynamik im Bereich der südlichen Arkonasee und benachbarter Boddengewässer. Unveröff. DFG-Forschungsbericht, 68 S.
- NIEDERMEYER, R. O., FLEMMING, B. W., HERTWECK, G. B. & H. D. KNAPP (1994): Der Greifswalder Bodden und die Insel Vilm: Litho- und Biofazies im Bereich einer gezeitenfreien Lagune; Naturschutz im Ostseeraum. *Greifswalder Geowissenschaftliche Beiträge Reihe A Band 1*: 141-169.
- ODER-PROJEKT (1993 a): POSEIDON 199 Fahrtbericht/Cruise Report, südwestliche Pommersche Bucht. Geologisch-Paläontologisches Institut und Museum der Christian-Albrechts-Universität zu Kiel.
- ODER-PROJEKT (1993 b): ALKOR 42 Fahrtbericht/Cruise Report Arkona-Becken, Bornholm-Becken und südwestliche Pommersche Bucht. Geologisch-Paläontologisches Institut und Museum der Christian-Albrechts-Universität zu Kiel.

- ODER-PROJEKT (1993 c): Fahrtbericht/Cruise Report F.S. Bornhöft Oder Haff-Achterwasser-Greifswalder Bodden. Institut für Ostseeforschung Warnemünde.
- ODER-PROJEKT (1993 d): Fahrtbericht/Cruise Report LITTORINA ODER 2-1/2-2 Kiel-Saßnitz-Kiel. Geologisch-Paläontologisches Institut und Museum der Christian-Albrechts-Universität zu Kiel.
- ODER-PROJEKT (1993 e): ALKOR 55 Fahrtbericht/Cruise Report Südwestliche Pommersche Bucht. Geologisch-Paläontologisches Institut und Museum der Christian-Albrechts-Universität zu Kiel.
- ODER-PROJEKT (1994 a): ALKOR 63 Fahrtbericht/Cruise Report Arkona-Becken, Bornholm-Becken und südwestliche Pommersche Bucht. Geologisch-Paläontologisches Institut und Museum der Christian-Albrechts-Universität zu Kiel.
- ODER-PROJEKT (1994 b): Fahrtbericht/Cruise Report F.S. Penck, Oder Haff. Institut für Ostseeforschung Warnemünde.
- OFJORD, G. D., PUHAKKA, J. A. & J. F. FERGUSON (1994): Reductive Dechlorination of Aroclor 1254 by Marine Sediment Cultures. *Environ. Sci. Technol.* **28**: 2286-2294.
- PARKE, D. V. (1985): The Role of Cytochrome P-450 in the Metabolism of Pollutants. *Mar. Environ. Res.* **17**: 97-100.
- PARKINSON, A. & S. SAFE (1987): Mammalian Biologic and Toxic Effects of PCB's. In Safe, S. & O. Hutzinger (Eds.), *Environ. toxin series 1*. Springer Verlag, Berlin.
- PETRICK, G., SCHULZ, D. E. & J. C. DUINKER (1988): Clean-up of Environmental Samples by High-performance Liquid Chromatography for Analysis of Organochlorine Compounds by Gas Chromatography with Electron-capture Detection. *Journ. Chrom.* **435**: 241-248.
- PETRICK, G., SCHULZ-BULL, D. E., MARTENS, V., SCHOLZ, K. & J. C. DUINKER (subm.): An in-situ Filtration/Extraction System for the Determination of Trace Organics in Sea Water Solution and Suspension down to 6000 m depth.
- QUANTA CHROME CORPORATION (1987): Betriebsanleitung Penta-Pycnometer, Modell PP-5.
- RAPAPORT, R. A. & S. EISENREICH (1984): Chromatographic Determinations of Octanol-water Partition Coefficients (K_{ow} 's) for 58 polychlorinated biphenyl congeners. *Environ. Sci. Technol.* **18**: 163-170.
- REINIKE, R. (1989): Der Greifswalder Bodden - geographisch-geologischer Überblick, Morphogenese und Küstendynamik. *Meer und Museum* **5**: 3-9.
- RHEE, G. Y., SOKOL, R. C., BUSH, B. & C. M. BETHONEY (1993): Long-Term Study of the Anaerobic Dechlorination of Archlor 1254 with and without Biphenyl Enrichment. *Environ. Sci. Technol.* **27**: 714-719.

- RÜHBERG, N., SCHULZ, W., VON BÜLOW, W., MÜLLER, U., KRIENKE, H. P., BREMER, F. & T. DANN (1995): Mecklenburg-Vorpommern. In Benda, L. (Hrsg.): Das Quartär in Deutschland: 95-115, Gebr. Bornträger .
- SAFE, S. (1991): Polychlorinated Dibenzo-p-dioxins and related Compounds: Sources, Environmental Distribution and Risk Assessment. *Environ. Carcin. & Ecotox. Revs.* **9**: 261-302.
- SÄRKKA, J., PAASIVIRTA, J., HÄSÄNEN, E., KOISTINEN, J., MANNINEN, P., MÄNTYKOSKI, K., RANTIO, T. & L. WELLING (1993): Organic chlorine compounds in Lake sediments. VI . Two bottom sites of Lake Ladoga near pulp mills. *Chem.* Vol. 26, **12**: 2147-2160.
- SCHINK, D. R. & N. L. GUINASSO (1977): Effects of Bioturbation on Sediment Seawater Interaction. *Mar. Geol.* **27**: 133-154.
- SCHLUNGBAUM, G. (1982): Komplexe ökologische Untersuchungen an den Darß-Zingster Boddengewässern unter besonderer Berücksichtigung des Nährstoffkreislaufs. *Geogr. Ber.* **88**: 177-189.
- SCHNESE, W. (1973): Untersuchungen zur Produktionsbiologie des Greifswalder Boddens (südliche Ostsee): II. Hydrographie, Salzgehalt, Temperatur und Sestonengehalt. *Wiss. Z. Univ. Rostock, Math. R.* **22** (6/7): 141-156.
- SCHOKNECHT, G. & M. CORRENS (1973): Untersuchungen über Salzhaushalt und Temperaturverhältnisse des Kleinen Haffs. *Wiss. Z. Humboldt-Univ. Berlin, Math. Nat. R.* **22**: 705-717.
- SCHULZ, D. E. (1990): Chlorbiphenyle im Meerwasser des Nordatlantiks und der Nordsee. *Berichte a. d. Inst. f. Meereskunde Kiel* **197**: 132 S.
- SCHULZ, D. E., PETRICK, G. & J. C. DUINKER (1988): Chlorinated biphenyls in North Atlantic Surface and Deep Water. *Mar. Poll. Bull.* **19**: 526-531.
- SCHULZ, D. E., PETRICK, G. & J. C. DUINKER (1989): Complete Characterization of Polychlorinated Biphenyl Congeners in Commercial Aroclor and Clophen Mixtures by Multidimensional Gas Chromatography-Electron-Capture-Detection. *Environ. Sci. Technol.* **23**: 852-859.
- SCHULZ-BULL, D. E., PETRICK, G., KANNAN, N. & J. C. DUINKER (1995): Distribution of Individual Chlorobiphenyls (PCB) in Solution and Suspension in the Baltic Sea. *Mar. Chem.* **48**: 245-270.
- SEIBOLD, E. (1970): Nebenmeere im humiden und ariden Klimabereich. *Geol. Rd.* **60**: 73-105.
- SHEPARD, P. E. (1954): Nomenclature based on Sand Silt Clay Ratios. *Journ. Sed. Petrol.* **24**: 151-158.
- SIEGEL, H., GERTH, M., RUDLOFF, R. & G. TSCHERSICH (1994): Dynamic Features in the Western Baltic Sea Investigated Using NOAA-AVHRR Data. *D. hydrogr. Z.* Vol. 46 Nr. **3**: 191-209.

- STEFFEN, D. (1992): Organochlorpestizide und PCB in Sedimenten des tideabhängigen Bereiches von Weser, Ems und Jadebusen. *Wasser + Boden* **4** (92): 231-234.
- TANABE, S. (1988): PCB Problems in the Future: Foresight from Current Knowledge. *Environ. Poll.* **50**: 5-28.
- TANABE, S., KANNAN, N., SUBRAMANIAN, A., WATANABE, S. & R. TATSUKAWA (1987): Highly toxic coplanar PCB's: Occurrence, Source, Persistency and Toxic Implications to Wildlife and Humans. *Environ. Pollut.* **47**: 147-163.
- THIEDE, J., SUESS, E. & P. J. MÜLLER (1982): Late Quaternary fluxes of Major Sediments to the Seafloor at the Northwest African Continental Slope. In von Rad, U. et al. (Hrsg.): *Geology of the Northwest African Continental Margin*, Springer Verlag Berlin, New York 545-604.
- UTSCHAKOWSKI, S. (1995): Einfluß einer Frühjahrsalgenblüte auf Verteilung und Vertikaltransport organischer Spurenstoffe in der Kieler Bucht. Unveröff. Dipl.-Arbeit, Inst. f. Meereskunde Kiel: 72 S.
- WATTENBERG, H. (1949): Entwurf einer natürlichen Einteilung der Ostsee. *Kieler Meeresforsch.* **6**: 10-15.
- WERNER, F., HOFFMANN, G., BERNHARD, M., MILKERT, D. & K. VIKGREN (1990): Sedimentologische Auswirkungen der Grundfischerei in der Kieler Bucht (Westliche Ostsee). *Meyniana* **42**: 123-151.
- VAN ZOEST, R. & G. T. M. VAN ECK (1990): Behaviour of Particulate Polychlorinated Biphenyls and Polycyclic Aromatic Hydrocarbons in the Scheldt Estuary. *Neth. Journ. Sea Res.* **26**: 89-96.
- VAN ZOEST, R. & G. T. M. VAN ECK (1993): Historical Input and Behaviour of Hexachlorobenzene, Polychlorinated Biphenyls and Polycyclic Aromatic Hydrocarbons in two dated Sediment Cores from the Scheldt Estuary, SW Netherlands. *Marine Chemistry* **44**: 95-103.

ANHANG

ANHANG

Tab. 1: Verwendete CB Standards, Kiel

erw. quant. Std. 1:50		CB Standard II, Kiel	
CB Nr.	(pg/ul)	CB Nr.	(pg/ul)
18	30,0	8	1,75
16	25,0	18	1,20
26	25,0	31	1,06
31	25,0	28	0,46
28	25,0	52	0,86
52	21,5	49	1,21
49	25,0	44	1,07
44	25,0	66	0,55
66	25,0	95	0,57
60	25,0	101	0,93
56	28,7	110	1,11
101	23,0	149	1,21
110	25,0	118	0,85
77	25,0	153	0,84
151	18,5	138	1,38
149	25,0	183	1,03
118	21,5	174	0,94
153	25,0	177	0,95
132	23,8	180	1,63
105	25,0	170	1,34
138	34,5	199	0,93
160	25,0	194	1,26
129	25,0		
126	27,5		
187	20,0		
183	25,0		
128	18,0		
202	25,0		
156	25,0		
173	26,3		
157	19,4		
180	25,0		
169	25,0		
170	17,3		
194	15,5		

ANHANG

Tab. 2: Gelöste CB-Konzentration (pg/dm³) im Wasser

n.a. = nicht analysierbar bzw. Gehalt unter Detektionsgrenze von 0,05 pg/dm³

CB Nr.	18024	18024	18027
	5 m	15 m	5 m
66/95	0,95	4,09	2,36
60/56	2,98	3,21	4,69
90/101	2,89	3,19	4,11
110/77	2,93	10,05	14,07
149/118	0,20	5,25	12,19
153/132/105	1,12	6,05	6,72
138	3,44	7,59	9,53
187	0,16	0,55	0,49
183	n.a.	0,31	0,67
128	0,38	0,40	1,18
202/156	0,85	0,24	2,16
180	3,00	5,95	9,64

ANHANG

Tab 3 a: CB-Konzentrationen (pg/dm3) der Partikelproben

n.a. = nicht analysierbar bzw. Gehalt unter Detektionsgrenze von 0,05 pg/dm3

Stationen	18120	18114	18036	18039	18040	18106	18075	18109	18100	18060
CB Nr.	OH	OH	OH	AW	GB	OA	OA	OR	BB	AB
18/17/15	7,81	n.a.	4,55	n.a.	n.a.	0,28	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
24/27	6,39	n.a.								
16/32	21,98	10,95	n.a.	28,57	3,34	1,09	n.a.	n.a.	n.a.	0,47
26	10,43	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	0,38	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
31	12,68	4,07	12,27	50,67	5,67	0,86	0,10	0,28	0,05	n.a.
28	0,79	4,41	3,44	44,78	2,77	0,46	0,06	0,23	0,03	n.a.
20/33/53	11,60	1,89	n.a.	n.a.	n.a.	0,25	n.a.	0,04	n.a.	n.a.
52	5,23	4,32	4,87	19,72	9,60	0,77	0,14	0,26	0,06	0,23
49	1,93	5,69	3,05	24,69	3,47	0,26	0,09	n.a.	0,02	0,57
44	6,87	4,17	4,40	19,05	9,63	0,81	0,18	n.a.	n.a.	0,40
67	3,70	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	0,25	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
63	5,30	2,19	n.a.	n.a.	7,18	0,76	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
74	15,20	6,75	n.a.	n.a.	n.a.	0,96	0,05	0,45	n.a.	n.a.
70	4,81	3,34	8,64	32,56	12,89	0,77	0,22	0,21	0,09	0,11
66/95	12,09	8,44	13,58	47,87	21,37	1,37	0,37	0,40	0,16	0,49
91	4,17	0,50	1,88	n.a.	3,96	0,21	0,05	0,06	0,06	0,10
60/56	19,90	7,86	n.a.	9,83	5,84	1,30	0,15	0,21	0,06	0,23
92	13,63	0,89	n.a.	12,68	1,76	0,88	0,16	0,16	n.a.	0,09
84	5,84	3,61	4,90	19,88	10,47	0,49	0,11	0,16	n.a.	0,13
90/101	21,67	15,34	13,43	60,26	26,45	1,68	0,32	0,56	0,15	0,42
99	9,01	5,35	5,99	19,00	10,12	0,89	0,12	0,26	0,06	0,17
83	11,30	2,64	n.a.	8,37	1,95	0,66	0,02	0,06	n.a.	n.a.
97	4,19	3,49	4,70	15,80	8,08	0,44	0,11	0,14	n.a.	n.a.
87/115	8,14	5,66	8,53	27,01	14,91	0,96	0,20	0,25	0,08	0,17
110/77	23,36	14,57	25,19	97,56	28,52	1,71	0,53	0,57	0,17	0,40
151	13,99	6,67	4,93	17,34	3,37	0,70	0,09	0,20	0,06	0,13
135	18,63	5,29	5,20	26,41	5,09	1,02	0,09	0,14	0,07	0,19
107	1,88	1,96	n.a.	n.a.	n.a.	0,19	0,04	0,06	n.a.	0,07
123/149	34,53	16,33	18,16	68,78	15,46	1,99	0,35	0,63	0,16	0,43
118	19,56	8,56	15,41	58,07	18,14	1,38	0,39	0,36	0,16	0,32
134	2,33	1,52	4,48	11,66	5,37	0,53	0,08	0,06	0,03	0,25
146	10,04	2,49	4,32	14,58	3,29	0,53	0,07	0,26	0,06	0,09
153	40,51	25,54	17,78	67,12	18,25	2,80	0,41	0,68	0,04	0,76
132	11,18	6,43	5,91	23,67	4,87	0,59	0,17	0,19	0,04	n.a.
105	5,88	2,86	4,91	26,89	3,99	0,37	0,19	0,10	0,04	n.a.
141/179	12,48	5,00	3,42	15,02	4,87	0,45	0,07	0,12	0,06	0,11
176	7,81	2,24	1,77	n.a.	4,22	0,43	0,16	0,41	0,07	0,22
138	37,30	24,51	22,22	95,73	23,79	3,09	0,50	0,79	0,29	1,05
158	6,74	3,03	2,42	14,19	3,68	0,33	0,08	0,05	0,04	n.a.
129/178	6,13	2,70	n.a.	n.a.	n.a.	0,30	n.a.	0,11	0,02	n.a.
175	3,83	0,87	n.a.	25,99	n.a.	0,22	n.a.	n.a.	n.a.	0,05
187	26,61	14,84	28,66	56,72	n.a.	1,34	0,06	0,26	n.a.	0,51
183	11,61	4,92	n.a.	n.a.	1,87	0,17	0,04	0,09	n.a.	0,17
128	6,13	3,63	3,45	23,36	4,21	0,40	0,09	0,12	0,04	0,36
185	4,64	1,89	n.a.	n.a.	n.a.	0,59	n.a.	n.a.	n.a.	0,11
174	17,10	10,46	n.a.	17,26	n.a.	0,94	0,06	0,17	0,05	0,12
177	13,13	6,61	n.a.	n.a.	2,65	0,13	n.a.	0,13	n.a.	0,17
202/156	6,76	5,67	3,03	13,91	2,56	0,70	0,08	0,12	0,05	0,23
173/157	2,61	1,34	n.a.	n.a.	n.a.	0,14	n.a.	n.a.	n.a.	0,23
172	4,37	1,70	n.a.	n.a.	n.a.	0,18	n.a.	n.a.	n.a.	0,16
180	24,75	15,26	3,43	20,57	10,89	1,69	0,13	0,27	0,05	0,37
191	1,63	0,49	n.a.	n.a.	n.a.	0,07	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
200	1,15	0,49	n.a.	n.a.	n.a.	0,05	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
170	19,53	7,03	n.a.	n.a.	5,84	0,69	0,06	0,17	0,08	0,24
199	18,86	7,28	n.a.	n.a.	n.a.	0,69	n.a.	0,08	n.a.	n.a.
203/196	15,82	4,30	n.a.	n.a.	n.a.	0,65	n.a.	0,10	n.a.	n.a.
194	14,00	6,01	n.a.	n.a.	n.a.	0,68	0,00	0,13	0,09	0,16

ANHANG

Tab. 3 b: CB-Gehalte (Mol %) der Partikelproben

n.a. = nicht analysierbar

Stationen	18120	18114	18036	18039	18040	18106	18075	18109	18100	18060
CB Nr.	OH	OH	OH	AW	GB	OA	OA	OR	BB	AB
18/17/15	1,54	n.a.	2,19	n.a.	n.a.	0,91	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
24/27	1,26	n.a.								
16/32	4,34	4,50	n.a.	3,20	1,28	3,25	n.a.	n.a.	n.a.	5,84
26	2,06	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	1,23	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
31	2,50	1,68	5,92	5,67	2,17	2,48	2,07	4,05	3,12	n.a.
28	0,16	1,81	1,66	5,01	1,06	1,34	1,34	3,37	2,16	n.a.
20/33/53	2,29	0,78	n.a.	n.a.	n.a.	0,73	n.a.	0,47	n.a.	n.a.
52	0,91	1,57	2,07	1,95	3,25	2,09	2,61	2,84	1,95	2,56
49	0,34	2,07	1,30	2,44	1,17	0,25	1,68	n.a.	1,11	6,23
44	1,20	1,51	1,87	1,88	3,25	2,31	3,30	n.a.	n.a.	4,36
67	0,64	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	0,71	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
63	0,92	0,79	n.a.	n.a.	2,43	2,14	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
74	2,65	2,45	n.a.	n.a.	n.a.	2,64	0,89	5,42	n.a.	n.a.
70	0,84	1,21	3,68	3,22	4,36	2,00	4,08	2,11	3,78	1,24
66/95	2,11	3,06	5,78	4,73	7,23	3,50	6,68	4,17	6,42	5,34
91	0,65	0,16	0,72	n.a.	1,20	0,48	0,79	0,71	2,98	0,94
60/56	3,47	2,85	n.a.	0,97	1,98	3,61	2,73	2,44	2,93	2,56
92	2,13	0,29	n.a.	1,12	0,53	2,25	2,55	1,81	n.a.	0,86
84	0,91	1,17	1,87	1,76	3,17	1,27	1,84	1,89	n.a.	1,24
90/101	3,38	4,98	5,12	5,33	8,00	3,93	5,30	5,54	5,07	4,16
99	1,40	1,74	2,28	1,68	3,06	2,17	2,03	2,64	2,29	1,63
83	1,76	0,86	n.a.	0,74	0,59	1,66	0,37	0,58	n.a.	n.a.
97	0,65	1,13	1,79	1,40	2,44	1,04	1,79	1,26	n.a.	n.a.
87/115	1,27	1,84	3,25	2,39	4,51	2,32	3,30	2,38	2,59	1,70
110/77	3,64	4,73	9,60	8,63	8,63	4,10	8,64	5,80	6,37	3,97
151	1,97	1,96	1,70	1,39	0,92	1,57	1,33	1,90	2,27	1,15
135	2,63	1,56	1,79	2,11	1,39	2,31	1,38	1,25	3,05	1,66
107	0,29	0,64	n.a.	n.a.	n.a.	0,48	0,61	0,72	n.a.	0,67
123/149	4,87	4,80	6,26	5,50	4,23	4,43	5,13	6,10	6,33	3,80
118	3,05	2,78	5,87	5,14	5,49	3,39	6,44	3,62	6,82	3,09
134	0,33	0,45	1,55	0,93	1,47	1,23	1,22	0,55	1,12	2,21
146	1,42	0,73	1,49	1,17	0,90	1,17	1,09	2,65	2,84	0,83
153	5,71	7,51	6,13	5,37	5,00	6,51	6,05	6,07	2,06	6,71
132	1,58	1,89	2,04	1,89	1,33	1,37	2,49	2,02	2,16	n.a.
105	0,92	0,93	1,87	2,38	1,21	0,95	3,07	1,13	1,92	n.a.
141/179	1,76	1,47	1,18	1,20	1,33	1,00	1,04	1,14	2,28	0,99
176	1,01	0,60	0,56	n.a.	1,06	0,84	2,16	3,34	1,13	1,75
138	5,26	7,21	7,66	7,66	6,51	6,89	7,32	7,42	11,11	9,34
158	0,95	0,89	0,83	1,14	1,01	0,77	1,25	0,33	1,52	n.a.
129/178	0,87	0,80	n.a.	0,00	n.a.	0,67	n.a.	1,03	0,79	n.a.
175	0,54	0,25	n.a.	2,08	n.a.	0,50	n.a.	n.a.	n.a.	0,48
187	3,43	3,99	9,03	4,15	n.a.	2,77	0,87	1,97	n.a.	4,13
183	1,50	1,32	n.a.	n.a.	0,47	0,37	0,54	0,82	n.a.	1,39
128	0,87	1,07	1,19	1,87	1,15	0,94	1,28	1,30	2,11	3,15
185	0,60	0,51	n.a.	n.a.	n.a.	1,25	0,00	n.a.	n.a.	0,87
174	2,20	2,81	n.a.	1,26	n.a.	1,98	0,78	0,58	2,27	0,99
177	1,69	1,77	n.a.	n.a.	0,66	0,23	n.a.	1,10	n.a.	1,36
202/156	0,95	1,67	1,04	1,11	0,70	1,57	1,19	1,12	1,95	2,07
173/157	0,37	0,39	n.a.	n.a.	n.a.	0,33	n.a.	n.a.	n.a.	2,03
172	0,56	0,46	n.a.	n.a.	n.a.	0,38	n.a.	n.a.	n.a.	1,33
180	3,19	4,10	1,08	1,50	2,72	3,41	1,82	2,59	2,28	3,02
191	0,21	0,13	n.a.	n.a.	n.a.	0,14	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
200	0,14	0,12	n.a.	n.a.	n.a.	0,09	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
170	2,52	1,89	n.a.	n.a.	1,46	1,41	0,75	1,42	n.a.	1,93
199	2,00	1,80	n.a.	n.a.	n.a.	1,35	n.a.	0,64	n.a.	n.a.
203/196	1,88	1,06	n.a.	n.a.	n.a.	1,27	n.a.	0,83	n.a.	n.a.
194	1,66	1,49	n.a.	n.a.	n.a.	1,33	n.a.	0,68	1,97	1,21

ANHANG

Tab. 4b: CB-Gehalte (pg/g TG) des Kerns 18120 aus dem Oder Haff

n.a. = nicht analysierbar bzw. Gehalt unter Detektionsgrenze von 1 pg/g

CB Nr.	Teufe (cm)		2-3	4-5	5-6	7-8	9-10	12-14	14-16	20-22
	0-1	1-2								
24/27	143	91	306	591	244	255	275	134	64	n.a.
16/32	620	962	863	811	208	228	235	120	135	n.a.
31	199	n.a.	266	157	167	n.a.	125	129	n.a.	n.a.
28	176	n.a.	247	173	109	n.a.	121	128	n.a.	n.a.
20/33/53	44	43	106	26	46	n.a.	38	67	n.a.	n.a.
46	154	146	248	260	168	151	226	299	n.a.	n.a.
52	113	163	223	165	109	69	107	172	60	n.a.
49	86	78	120	113	60	58	68	149	45	n.a.
44	402	214	261	203	111	132	278	350	71	n.a.
67	298	257	155	243	245	n.a.	205	n.a.	147	n.a.
63	145	n.a.	157	142	54	n.a.	238	n.a.	n.a.	n.a.
74	529	428	178	117	73	n.a.	79	96	n.a.	n.a.
70	285	373	302	264	205	n.a.	174	238	n.a.	n.a.
66/95	607	704	582	690	452	259	396	564	133	n.a.
60/56	747	964	539	710	475	924	823	1765	469	n.a.
84	206	323	151	183	156	114	205	409	94	n.a.
90/101	797	950	711	811	598	168	560	838	170	n.a.
99	355	423	339	426	277	229	344	489	96	n.a.
83	731	615	372	548	528	335	747	1670	814	n.a.
97	164	128	136	183	106	70	72	150	n.a.	n.a.
87/115	247	352	239	254	240	117	152	259	54	n.a.
110/77	2240	1518	883	1459	1401	689	1787	2092	1035	n.a.
135	263	191	110	148	53	96	78	122	79	n.a.
123/149	705	907	563	1021	530	244	590	622	136	n.a.
118	489	502	315	489	333	64	245	390	81	n.a.
134	70	78	110	267	133	64	212	402	42	n.a.
153	696	474	717	822	632	138	924	1022	82	n.a.
132/105	258	491	272	387	231	129	212	295	64	n.a.
141/179	231	338	245	359	206	64	221	276	49	n.a.
138	1505	1771	1269	1677	978	481	1005	1237	156	n.a.
158	102	84	86	188	72	n.a.	71	99	n.a.	n.a.
129/178	65	77	74	167	76	n.a.	131	133	n.a.	n.a.
187	556	577	578	919	472	75	676	800	78	n.a.
183	179	178	200	345	173	n.a.	258	312	n.a.	n.a.
128	238	265	166	175	149	85	154	180	29	n.a.
174	1176	793	559	663	574	236	546	396	226	n.a.
177	350	473	332	682	282	168	339	397	41	n.a.
171/156	226	265	213	1202	164	92	216	221	29	n.a.
173/157	1097	383	199	325	224	229	160	208	210	n.a.
172	32	224	77	112	54	116	67	95	n.a.	n.a.
180	849	772	868	1121	688	135	832	1016	143	n.a.
190/170	601	770	449	806	308	225	390	384	61	n.a.
199	321	636	429	710	356	285	543	768	32	n.a.
203/196	234	306	232	409	43	47	432	555	32	n.a.
194	189	198	220	323	196	53	334	431	n.a.	n.a.
Summe	19720	19490	15664	21844	12958	6821	15890	20480	4954	

ANHANG

Tab. 4 c: CB-Gehalte (Mol %) des Kerns 18120 aus dem Oder Haff

n.a. = nicht analysierbar bzw. Gehalt unter Detektionsgrenze von 1 pg/g

CB Nr.	Teufe (cm)									
	'0-1	'1-2	'2-3	'4-5	'5-6	'7-8	'9-10	'12-14	'14-16	'20-22
24/27	1,0	0,6	2,5	3,6	2,5	4,9	2,3	0,9	n.a.	n.a.
16/32	4,1	6,5	7,1	4,9	2,1	4,3	2,0	0,8	n.a.	n.a.
31	1,3	n.a.	2,2	0,9	1,7	n.a.	1,0	0,8	n.a.	n.a.
28	1,2	n.a.	2,0	1,1	1,1	n.a.	1,0	0,8	n.a.	n.a.
20/33/53	n.a.	n.a.	0,9	0,2	n.a.	n.a.	n.a.	0,4	n.a.	n.a.
46	0,9	0,9	1,8	1,4	1,5	2,5	1,7	1,7	n.a.	n.a.
52	0,7	1,0	1,6	0,9	1,0	1,2	0,8	1,0	n.a.	n.a.
49	0,5	0,5	0,9	0,6	0,5	1,0	0,5	0,8	n.a.	n.a.
44	2,4	1,3	1,9	1,1	1,0	2,2	2,1	2,0	n.a.	n.a.
67	1,7	1,5	1,1	1,3	2,2	n.a.	1,5	n.a.	n.a.	n.a.
63	0,9	n.a.	1,1	0,8	0,5	n.a.	1,8	n.a.	n.a.	n.a.
74	3,1	2,6	1,3	0,6	0,7	n.a.	0,6	0,5	n.a.	n.a.
70	1,7	2,2	2,2	1,4	1,9	n.a.	1,3	1,4	n.a.	n.a.
66/95	3,6	4,2	4,2	3,7	4,1	4,4	2,9	3,2	n.a.	n.a.
60/56	4,4	5,8	3,9	3,8	4,3	15,5	6,1	10,1	n.a.	n.a.
84	1,1	1,7	1,0	0,9	1,3	1,7	1,4	2,1	n.a.	n.a.
90/101	4,2	5,1	4,6	3,9	4,8	2,5	3,7	4,3	n.a.	n.a.
99	1,9	2,3	2,2	2,0	2,2	3,4	2,3	2,5	n.a.	n.a.
83	3,8	3,3	2,4	2,6	4,3	5,0	4,9	8,5	n.a.	n.a.
97	0,9	0,7	0,9	0,9	0,9	1,0	0,5	0,8	n.a.	n.a.
87/115	1,3	1,9	1,6	1,2	1,9	1,8	1,0	1,3	n.a.	n.a.
110/77	11,8	8,1	5,8	7,0	11,3	10,4	11,8	10,7	n.a.	n.a.
135	1,3	0,9	0,6	0,6	0,4	1,3	0,5	0,6	n.a.	n.a.
123/149	3,4	4,4	3,3	4,4	3,9	3,3	3,5	2,9	n.a.	n.a.
118	2,6	2,7	2,1	2,3	2,7	1,0	1,6	2,0	n.a.	n.a.
134	0,3	0,4	0,6	1,2	1,0	0,9	1,3	1,9	n.a.	n.a.
153	3,3	2,3	4,2	3,6	4,6	1,9	5,5	4,7	n.a.	n.a.
132/105	1,2	2,4	1,6	1,7	1,7	1,7	1,3	1,4	n.a.	n.a.
141/179	1,1	1,6	1,4	1,6	1,5	0,9	1,3	1,3	n.a.	n.a.
138	7,2	8,6	7,5	7,3	7,1	6,5	6,0	5,7	n.a.	n.a.
158	0,5	0,4	0,5	0,8	0,5	n.a.	0,4	0,5	n.a.	n.a.
129/178	0,3	0,4	0,4	0,7	0,6	n.a.	0,8	0,6	n.a.	n.a.
187	2,4	2,6	3,1	3,6	3,1	0,9	3,7	3,4	n.a.	n.a.
183	0,8	0,8	1,1	1,4	1,2	n.a.	1,4	1,3	n.a.	n.a.
128	1,1	1,3	1,0	0,8	1,1	1,2	0,9	0,8	n.a.	n.a.
174	5,1	3,5	3,0	2,6	3,8	2,9	3,0	1,7	n.a.	n.a.
177	1,5	2,1	1,8	2,7	1,9	2,1	1,9	1,7	n.a.	n.a.
171/156	1,1	1,3	1,3	5,2	1,2	1,3	1,3	1,0	n.a.	n.a.
173/157	5,2	1,9	1,2	1,4	1,6	3,1	1,0	1,0	n.a.	n.a.
172	0,1	1,0	0,4	0,4	0,4	1,4	0,4	0,4	n.a.	n.a.
180	3,7	3,4	4,7	4,4	4,6	1,7	4,5	4,3	n.a.	n.a.
190/170	2,6	3,4	2,4	3,2	2,1	2,8	2,1	1,6	n.a.	n.a.
199	1,3	2,6	2,1	2,6	2,2	3,3	2,7	3,0	n.a.	n.a.
203/196	0,9	1,2	1,1	1,5	n.a.	n.a.	2,2	2,2	n.a.	n.a.
194	0,8	0,8	1,1	1,2	1,2	n.a.	1,7	1,7	n.a.	n.a.

ANHANG

Tab. 5 a: Sedimentologische Daten des Kerns 18122 aus dem Oder Haff

n.a. = nicht analysierbar

Kern: 18122-3 Seegebiet: Oder-Haff Schiff: F.S. PENCK Gerät: RL Wassertiefe: 5 m					
Teufe (cm)	Wassergehalt (%)	TRG (g/ccm)	Corg (%)	CaCO ₃ (%)	C/N
0,5	854	0,16	9,1	15,2	8,1
1,5	564	0,19	8,7	20,7	7,5
2,5	511	0,20	9,4	19,2	8,1
3,5	502	0,20	7,7	26,7	7,2
4,5	477	0,20	8,0	16,9	8,0
5,5	315	0,25	6,7	23,8	9,7
6,5	245	0,30	6,3	24,9	9,7
7,5	192	0,33	5,3	19,6	7,2
8,5	213	0,31	3,4	19,7	6,8
9,5	294	0,27	2,3	16,3	9,0
10,5	341	0,25	3,0	11,7	9,8
11,5	444	0,21	4,6	17,2	7,4
12,5	489	0,20	5,4	16,3	8,2
13,5	496	0,20	5,9	8,7	7,6
14,5	515	0,20	6,2	5,6	8,4
15,5	465	0,21	6,6	5,9	8,4
16,5	480	0,21	6,7	6,0	8,3
17,5	468	0,20	6,5	5,3	8,8
18,5	464	0,21	6,7	7,7	8,2
19,5	463	0,21	7,0	5,9	8,2
23,0	430	0,20	7,1	7,4	8,4
25,0	276	0,26	7,4	8,6	8,9
27,0	464	0,19	8,7	3,9	9,1
29,0	272	0,26	n.a.	n.a.	n.a.

ANHANG

Tab. 5 b: CB-Gehalte (pg/g TG) des Kerns 18122 aus dem Oder Haff

n.a. = nicht analysierbar bzw. Gehalt unter Detektionsgrenze von 1 pg/g

CB Nr.	Teufe (cm)											
	0-1	1-2	2-3	3-4	4-5	5-5	6-7	7-8	8-9	12-14	18-20	24-26
16/32	304	300	96	360	250	n.a.	n.a.	19	36	243	n.a.	n.a.
31	357	256	142	382	289	n.a.	n.a.	23	26	82	n.a.	n.a.
28	171	182	49	77	153	n.a.	n.a.	13	15	45	n.a.	n.a.
20/33/53	n.a.	118	31	62	52	13	n.a.	9	n.a.	53	n.a.	n.a.
46	304	106	48	125	215	25	23	11	13	61	n.a.	n.a.
52	201	159	65	125	68	27	27	22	28	136	n.a.	n.a.
44	178	156	141	233	126	n.a.	14	13	35	114	n.a.	n.a.
67	183	102	96	160	89	n.a.	44	24	79	n.a.	n.a.	n.a.
63	145	62	n.a.	48	36	n.a.	17	18	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
74	156	104	n.a.	40	56	n.a.	25	18	19	67	n.a.	n.a.
70	138	62	n.a.	90	155	n.a.	65	30	48	157	n.a.	n.a.
66/95	683	365	238	359	255	114	114	81	98	344	n.a.	n.a.
60/56	939	436	235	541	268	80	141	84	144	318	n.a.	n.a.
84	288	147	102	134	75	43	38	26	38	140	n.a.	n.a.
90/101	670	485	345	520	257	151	154	100	160	404	n.a.	n.a.
99	315	224	162	244	133	89	97	60	86	236	n.a.	n.a.
83	590	317	217	335	216	85	102	79	133	331	n.a.	n.a.
97	458	112	49	118	72	41	36	25	25	117	n.a.	n.a.
87/115	n.a.	180	122	204	88	71	48	37	42	187	n.a.	n.a.
110/77	1237	877	582	950	455	197	76	173	239	504	n.a.	n.a.
135	208	45	67	110	53	33	37	20	32	60	n.a.	n.a.
123/149	676	477	287	356	288	168	164	89	152	282	n.a.	n.a.
118	520	379	212	290	246	83	83	49	72	182	n.a.	n.a.
134	130	n.a.	41	98	75	14	34	17	48	n.a.	n.a.	n.a.
153	313	320	243	385	224	186	228	131	195	189	n.a.	n.a.
132/105	390	210	115	183	133	69	57	34	49	71	n.a.	n.a.
141/179	319	187	106	133	127	56	89	28	53	78	n.a.	n.a.
176/137	146	178	n.a.	63	n.a.	n.a.	n.a.	20	127	34	n.a.	n.a.
138	1692	972	477	771	623	278	311	153	253	421	n.a.	n.a.
158	118	96	21	66	54	23	23	13	24	36	n.a.	n.a.
129/178	118	57	37	66	48	29	28	16	27	23	n.a.	n.a.
187	377	357	214	307	224	188	150	76	139	86	n.a.	n.a.
183	119	85	75	111	59	64	63	36	62	46	n.a.	n.a.
128	242	152	95	124	90	45	51	23	35	77	n.a.	n.a.
174	734	797	290	412	353	n.a.	15	n.a.	n.a.	72	n.a.	n.a.
177	432	244	138	186	134	88	82	36	75	67	n.a.	n.a.
171/156	322	115	84	144	n.a.	53	93	29	50	72	n.a.	n.a.
173/157	724	150	228	103	n.a.	98		15	36	24	n.a.	n.a.
172	144	38	51	41	26	22	20	13	21	24	n.a.	n.a.
180	631	364	400	483	386	270	279	133	228	165	n.a.	n.a.
190/170	711	362	213	253	200	83	100	43	95	86	n.a.	n.a.
203/196	148	57	98	119	58	153	64	40	56	27	n.a.	n.a.
194	101	106	71	132	70	154	70	8	60	n.a.	n.a.	n.a.
Summe	16633	10499	6285	10045	6778	3095	3062	1886	3154	5660		

ANHANG

Tab. 5 c: CB-Gehalte (Mol %) des Kerns 18122 aus dem Oder Half

n.a. = nicht analysierbar bzw. Gehalt unter Detektionsgrenze von 1 pg/g

CB Nr.	Tiefen (cm)		'2-3	'3-4	'4-5	'5-5	'6-7	'7-8	'8-9	'12-14	'18-20	'24-26
	'0-1	'1-2										
16/32	2,4	3,7	2,0	4,6	4,7	n.a.	n.a.	1,4	1,5	5,4	n.a.	n.a.
31	2,8	3,2	3,0	4,9	5,5	n.a.	n.a.	1,6	1,1	1,8	n.a.	n.a.
28	1,4	2,3	1,0	1,0	2,9	n.a.	n.a.	0,9	0,6	1,0	n.a.	n.a.
20/33/53	n.a.	1,5	0,6	0,8	1,0	0,6	n.a.	0,6	n.a.	1,2	n.a.	n.a.
46	2,1	1,2	0,9	1,4	3,6	1,0	0,9	0,7	0,5	1,2	n.a.	n.a.
52	1,4	1,7	1,2	1,4	1,1	1,1	1,1	1,4	1,0	2,7	n.a.	n.a.
44	1,2	1,7	2,6	2,6	2,1	n.a.	0,5	0,8	1,3	2,2	n.a.	n.a.
67	1,3	1,1	1,8	1,8	1,5	n.a.	1,7	1,5	2,9	n.a.	n.a.	n.a.
63	1,0	0,7	n.a.	0,5	0,6	n.a.	0,6	1,1	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
74	1,1	1,1	n.a.	0,5	0,9	n.a.	1,0	1,1	0,7	1,3	n.a.	n.a.
70	1,0	0,7	n.a.	1,0	2,6	n.a.	2,5	1,9	1,8	3,1	n.a.	n.a.
66/95	4,8	4,0	4,4	4,1	4,3	4,5	4,5	5,0	3,7	6,8	n.a.	n.a.
60/56	6,6	4,8	4,4	6,1	4,5	3,2	5,5	5,2	5,4	6,3	n.a.	n.a.
84	1,8	1,4	1,7	1,4	1,1	1,5	1,3	1,4	1,3	2,5	n.a.	n.a.
90/101	4,2	4,8	5,8	5,3	3,8	5,4	5,4	5,5	5,3	7,1	n.a.	n.a.
99	2,0	2,2	2,7	2,5	2,0	3,2	3,4	3,3	2,9	4,2	n.a.	n.a.
83	3,7	3,1	3,6	3,4	3,2	3,0	3,6	4,4	4,4	5,8	n.a.	n.a.
97	2,9	1,1	0,8	1,2	1,1	1,5	1,3	1,4	0,8	2,1	n.a.	n.a.
87/115	n.a.	1,8	2,0	2,1	1,3	2,5	1,7	2,0	1,4	3,3	n.a.	n.a.
110/77	7,7	8,6	9,7	9,6	6,8	7,0	2,7	9,6	8,0	8,9	n.a.	n.a.
135	1,2	0,4	1,0	1,0	0,7	1,1	1,2	1,0	1,0	1,0	n.a.	n.a.
123/149	3,8	4,2	4,3	3,3	3,9	5,4	5,2	4,4	4,6	4,5	n.a.	n.a.
118	3,3	3,7	3,5	2,9	3,7	2,9	2,9	2,7	2,4	3,2	n.a.	n.a.
134	0,7	n.a.	0,6	0,9	1,0	0,4	1,1	0,8	1,5	n.a.	n.a.	n.a.
153	1,8	2,9	3,7	3,5	3,0	6,0	7,2	6,6	5,9	3,0	n.a.	n.a.
132/105	2,2	1,9	1,7	1,7	1,8	2,2	1,8	1,7	1,5	1,1	n.a.	n.a.
141/179	1,8	1,7	1,6	1,2	1,7	1,8	2,8	1,4	1,6	1,2	n.a.	n.a.
176/137	0,8	1,6	n.a.	0,6	n.a.	n.a.	n.a.	1,0	3,9	0,5	n.a.	n.a.
138	9,6	8,6	7,2	7,1	8,4	8,9	9,9	7,6	7,7	6,7	n.a.	n.a.
158	0,7	0,9	0,3	0,6	0,7	0,7	0,7	0,6	0,7	0,6	n.a.	n.a.
129/178	0,6	0,5	0,5	0,6	0,6	0,9	0,8	0,7	0,7	0,3	n.a.	n.a.
187	2,0	2,9	3,0	2,6	2,8	5,5	4,4	3,5	3,9	1,3	n.a.	n.a.
183	0,7	0,8	1,1	1,0	0,8	2,0	2,0	1,8	1,9	0,7	n.a.	n.a.
128	1,2	1,2	1,3	1,0	1,1	1,3	1,5	1,0	1,0	1,1	n.a.	n.a.
174	3,8	6,5	4,0	3,5	4,4	n.a.	0,4	n.a.	n.a.	1,1	n.a.	n.a.
177	2,4	2,2	2,1	1,7	1,8	2,8	2,6	1,8	2,3	1,1	n.a.	n.a.
171/156	1,8	1,0	1,3	1,3	n.a.	1,7	3,0	1,4	1,5	1,1	n.a.	n.a.
173/157	3,7	1,2	3,1	0,9	n.a.	2,9	n.a.	0,7	1,0	0,3	n.a.	n.a.
172	0,7	0,3	0,7	0,3	0,3	0,6	0,6	0,6	0,6	0,3	n.a.	n.a.
180	3,3	3,0	5,5	4,1	4,8	7,9	8,1	6,1	6,3	2,4	n.a.	n.a.
190/170	3,4	2,7	2,7	2,0	2,3	2,2	2,7	1,8	2,4	1,2	n.a.	n.a.
203/196	0,7	0,4	1,2	0,9	0,7	4,1	1,7	1,7	1,4	0,4	n.a.	n.a.
194	0,5	0,8	0,9	1,0	0,8	4,1	1,9	0,3	1,5	n.a.	n.a.	n.a.

ANHANG

Tab. 6 a: Sedimentologische Daten des Korns 18036 aus dem Oder Hafl

Teufe (cm)	Wassergehalt (%)	TRG (g/ccm)	Corg (%)	CaCO ₃ (%)	C/N	spez. G. (g/ccm)	Sand (%)	Silt (%)	Ton (%)
0,5	1654	0,13	9,4	26,0	6,8	2,35	5,6	54,4	40,0
1,5	1169	0,15	10,8	23,2	7,7	2,34	5,0	56,0	39,0
2,5	1020	0,14	11,8	15,7	7,6	2,29	5,0	57,0	38,0
3,5	999	0,15	12,0	17,1	7,5	2,27	5,3	68,2	26,5
4,5	958	0,15	12,4	18,3	7,4	2,37	1,4	65,6	33,0
5,5	959	0,15	10,7	24,4	7,1	2,34	5,8	74,2	20,0
6,5	753	0,17	8,9	23,1	7,5	2,44	0,7	81,6	17,8
7,5	693	0,17	8,8	26,2	7,2	2,45	1,6	77,2	21,3
8,5	630	0,18	10,4	19,2	7,4	2,42	1,2	84,8	14,0
9,5	576	0,18	10,0	20,6	7,4	2,39	0,5	83,0	16,5
10,5	345	0,25	9,1	26,5	7,4	2,45	26,8	54,7	18,5
11,5	359	0,25	3,7	41,1	9,5	2,73	70,0	9,8	20,2
12,5	371	0,24	5,0	16,7	7,8	2,54	36,1	39,5	24,0
13,5	396	0,24	6,0	5,7	8,4	2,51	13,8	50,2	36,0
14,5	359	0,25	5,5	12,4	7,9	2,49	7,9	66,1	26,0
15,5	284	0,27	5,6	7,0	7,9	2,53	3,3	68,9	27,8
16,5	298	0,27	5,7	2,9	8,0	2,56	4,4	71,0	24,6
17,5	326	0,26	5,8	10,7	8,2	2,56	7,8	68,0	24,2
18,5	348	0,25	6,3	3,2	8,5	2,51	6,8	59,8	33,4
19,5	350	0,25	6,9	0,9	9,0	2,50	3,8	70,0	26,2
20,5	350	0,25	6,8	5,3	9,1	2,53	2,7	68,9	28,4
21,5	365	0,24	7,8	2,9	8,8	2,55	2,7	68,7	28,6
22,5	393	0,23	8,0	2,5	9,2	2,50	2,9	70,7	26,4
23,5	403	0,23	8,1	6,5	9,0	2,54	2,1	67,5	31,0
24,5	411	0,23	8,1	15,3	9,2	2,48	1,5	63,7	34,2
25,5	426	0,21	8,8	0,5	8,7	2,40	2,8	67,4	29,8
26,5	419	0,21	8,5	3,2	8,6	2,42	3,1	67,7	32,2
27,5	391	0,22	8,8	4,1	8,6	2,43	1,3	67,1	31,6
28,5	398	0,23	9,6	2,9	9,0	2,43	1,9	63,8	34,4
29,5	393	0,23	9,9	3,5	8,9	2,54	2,1	56,9	41,0

Kern : 18036-10

Seegebiet : Oder Hafl

Schiff : F.S. Bornhöft

Gerät : RL

Wassertiefe: 5 m

ANHANG

Tab. 6 b: CB-Gehalte (pg/g TG) des Kerns 18036 aus dem Oder Haff

n.a. = nicht analysierbar bzw. Gehalt unter Detektionsgrenze von 1 pg/g

CB Nr.	Teufe (cm)										
	'0-1	'1-2	'2-3	'4-5	'6-7	'7-8	'8-9	'9-10	'10-12	'12-14	'14-16
41/64	339	323	129	151	42	113	62	34	33	n.a.	n.a.
40	203	358	64	75	50	19	31	11	n.a.	n.a.	n.a.
63	373	251	32	125	34	38	46	22	33	n.a.	n.a.
74	339	251	64	100	42	19	77	34	22	28	n.a.
70	468	763	185	436	118	84	139	78	109	121	n.a.
66/95	935	1091	373	664	195	143	123	151	196	230	n.a.
91	127	269	271	94	15	27	87	21	20	18	n.a.
60/56	381	134	120	n.a.	47	70	n.a.	n.a.	41	n.a.	n.a.
92	350	403	603	165	150	93	179	103	93	52	n.a.
84	705	807	317	376	79	62	72	42	62	70	n.a.
90/101	899	615	401	215	218	187	224	105	130	176	n.a.
119	639	491	165	279	65	72	106	57	47	16	n.a.
83	407	498	138	333	57	56	106	86	47	32	n.a.
97	261	304	83	175	57	40	53	38	56	64	n.a.
87/115	285	524	150	295	100	64	92	57	112	112	n.a.
110	1438	1722	676	988	341	273	369	201	290	304	n.a.
82	348	215	55	86	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
151	204	218	97	113	38	28	46	17	33	14	n.a.
135	51	216	48	38	n.a.	14	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
107	n.a.	188	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
123/149	1420	1242	540	749	239	237	387	222	229	156	n.a.
118	851	1066	316	602	171	127	217	131	197	109	n.a.
146	n.a.	85	278	39	n.a.	162	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
153	1868	1352	757	877	316	320	467	286	301	161	n.a.
132	327	395	155	277	58	78	106	46	75	64	n.a.
105	280	346	133	173	35	65	85	31	68	51	n.a.
141/179	187	247	89	173	35	52	85	46	45	32	n.a.
138	1942	1563	907	960	330	341	512	269	336	200	n.a.
158	103	n.a.	24	38	38	29	23	17	17	14	n.a.
129/178	269	159	57	67	n.a.	33	27	20	19	n.a.	n.a.
187	753	644	286	393	101	127	195	101	105	17	n.a.
183	322	237	104	141	41	45	74	27	46	17	n.a.
128	351	329	120	156	25	49	91	33	49	7	n.a.
185	905	479	95	n.a.	n.a.	42	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
174	619	404	160	198	62	55	114	66	69	28	n.a.
177	351	n.a.	143	n.a.	50	42	103	66	73	21	n.a.
171/156	353	657	153	131	44	n.a.	107	68	57	40	n.a.
173/157	130	137	62	72	16	n.a.	n.a.	43	42	n.a.	n.a.
172	97	137	31	48	48	n.a.	59	3	21	n.a.	n.a.
180	1715	1405	741	851	244	319	381	243	223	109	n.a.
190/170	641	502	224	235	102	100	141	85	66	35	n.a.
199	670	982	n.a.	649	121	86	188	85	100	n.a.	n.a.
203/196	568	491	n.a.	267	77	n.a.	141	68	83	n.a.	n.a.
194	445	329	n.a.	150	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
Summe	23918	22834	9344	11953	3798	3708	5312	3015	3546	2298	

ANHANG

Tab. 7 a: Sedimentologische Daten des Kerns 18039 aus dem Achterwasser

n.a. = nicht analysierbar

Kern: 18039-8 Seegebiet: Achterwasser Schiff: F.S. Bornhöft Gerät: RL Wassertiefe: 3,7 m						
Teufe (cm)	Wassergehalt (%)	TRG (g/ccm)	Corg (%)	CaCO ₃ (%)	C/N	spez. Gewicht (g/ccm)
0,5	1513	0,17	10,2	13,0	7,3	n.a.
1,5	1172	0,20	9,5	14,1	7,0	n.a.
2,5	1118	0,24	10,2	12,8	7,2	n.a.
3,5	987	0,21	9,1	11,7	7,4	n.a.
4,5	868	0,25	8,2	17,1	6,6	2,68
5,5	846	0,24	9,3	14,0	7,5	2,61
6,5	811	0,24	9,4	17,3	7,5	2,67
7,5	n.a.	n.a.	8,8	19,8	7,1	2,62
8,5	n.a.	n.a.	8,5	11,6	7,8	2,46
9,5	646	0,23	8,8	11,1	8,5	2,49
10,5	597	0,25	8,6	6,6	8,1	2,43
11,5	567	0,26	8,1	6,3	8,9	2,53
12,5	555	0,25	8,2	3,9	8,4	2,47
13,5	532	0,26	7,4	4,4	8,3	2,45
14,5	488	0,26	7,4	1,0	9,2	2,48
15,5	447	0,28	6,3	2,2	8,9	2,52
16,5	474	0,30	5,7	5,2	8,1	2,53
17,5	388	0,29	5,4	8,2	7,0	2,57
18,5	373	0,29	5,8	4,7	8,5	2,48
19,5	482	0,26	7,0	0,5	8,6	2,52
20,5	489	0,28	7,7	1,5	8,6	2,49
21,5	470	0,27	7,9	7,0	7,6	2,56
22,5	505	0,28	8,1	2,9	8,5	2,45
23,5	514	0,26	8,0	1,6	8,0	2,53
24,5	420	0,28	6,7	0,3	8,7	2,49
25,5	389	0,30	7,1	2,6	8,3	2,49
26,5	427	0,29	7,2	0,1	8,9	2,49
27,5	428	0,26	7,1	6,6	7,5	2,50
28,5	414	0,26	6,9	2,3	8,3	2,51
29,5	379	0,27	7,1	2,0	8,0	2,48

ANHANG

Tab. 7 b: CB-Gehalte (pg/g TG) des Kerns 18039 aus dem Achterwasser

n.a. = nicht analysierbar bzw. Gehalt unter Detektionsgrenze von 1 pg/g

CB Nr.	Teufe (cm)					
	'0-1	'5-6	'9-10	'15-16	'21-22	'27-28
52	137	725	547	543	664	326
49	70	297	234	259	391	264
44	164	495	366	316	601	250
41/64	118	179	140	105	160	64
40	79	59	35	35	65	32
63	26	30	17	18	32	32
74	66	223	166	141	292	106
70	167	840	698	650	1205	385
66/95	372	1447	1186	1110	1939	736
91	98	215	213	181	335	113
60/56	98	130	98	82	152	102
92	74	420	359	363	639	208
84	98	617	458	445	852	330
90/101	398	1443	1352	1144	2251	825
99	68	775	656	642	1242	474
83	184	126	88	98	195	71
97	90	654	544	519	980	334
87/115	113	1010	985	873	1867	558
136	113	197	231	196	615	196
110	450	2262	1910	1972	3793	1176
82	68	211	209	196	388	178
151	89	200	183	132	220	133
135	39	205	183	185	354	112
107	10	111	105	119	223	49
123/149	352	1200	1015	976	1938	629
118	225	1043	959	965	1732	787
134	n.a.	162	89	83	153	59
146	n.a.	n.a.	192	345	51	106
153	345	1085	878	848	1699	536
132	91	407	541	484	1073	350
105	54	285	481	424	805	290
141/179	63	264	240	254	425	141
176/137	91	163	265	139	224	127
138	444	1695	1478	1435	2699	810
158	20	265	251	279	417	114
129/178	24	183	139	140	230	73
187	55	153	116	74	91	67
183	55	107	74	42	130	50
128	39	462	518	313	722	262
185	n.a.	66	52	104	530	155
174	78	122	117	78	217	61
177	195	132	78	248	181	72
171/156	114	281	280	61	534	159
173/157	88	85	50	n.a.	124	114
172	n.a.	206	25	n.a.	62	21
180	287	377	317	281	567	216
190/170	80	170	173	348	272	135
199	60	67	27	160	n.a.	n.a.
203/196	40	45	53	n.a.	n.a.	n.a.
194	80	79	126	n.a.	76	59
Summe	6069	21972	19495	18408	34406	12445

ANHANG

Tab. 7 c: CB-Gehalte (Mol %) des Kerns 18039 aus dem Achterwasser

n.a. = nicht analysierbar bzw. Gehalt unter Detektionsgrenze von 1 pg/g

CB Nr.	Teufe (cm)					
	'0-1	'5-6	'9-10	'15-16	'21-22	'27-28
52	2,6	3,8	3,2	3,4	2,2	3,0
49	1,3	1,5	1,4	1,6	1,3	2,4
44	3,1	2,6	2,2	2,0	2,0	2,3
41/64	2,3	0,9	0,8	0,7	0,5	0,6
40	1,5	0,3	0,2	0,2	0,2	0,3
63	0,5	0,2	0,1	0,1	0,1	0,3
74	1,3	1,2	1,0	0,9	1,0	1,0
70	3,2	4,4	4,1	4,1	4,0	3,5
66/95	7,1	7,5	7,0	6,9	6,5	6,8
91	1,7	1,0	1,1	1,0	1,0	0,9
60/56	1,9	0,7	0,6	0,5	0,5	0,9
92	1,3	2,0	1,9	2,0	1,9	1,7
84	1,7	2,9	2,4	2,5	2,5	2,7
90/101	6,8	6,7	7,1	6,4	6,7	6,8
99	1,2	3,6	3,4	3,6	3,7	3,9
83	3,1	0,6	0,5	0,5	0,6	0,6
97	1,5	3,0	2,9	2,9	2,9	2,7
87/115	1,9	4,7	5,2	4,9	5,6	4,6
136	1,7	0,8	1,1	1,0	1,7	1,5
110	7,7	10,5	10,1	11,0	11,3	9,7
82	1,2	1,0	1,1	1,1	1,2	1,5
151	1,4	0,8	0,9	0,7	0,6	1,0
135	0,6	0,9	0,9	0,9	1,0	0,8
107	0,2	0,5	0,6	0,7	0,7	0,4
123/149	5,4	5,0	4,8	4,9	5,2	4,7
118	3,8	4,8	5,0	5,4	5,2	6,5
134	n.a.	0,7	0,4	0,4	0,4	0,4
146	n.a.	n.a.	0,9	1,7	0,1	0,8
153	5,3	4,6	4,2	4,3	4,6	4,0
132	1,4	1,7	2,6	2,4	2,9	2,6
105	0,8	1,2	2,3	2,1	2,2	2,2
141/179	1,0	1,1	1,1	1,3	1,1	1,1
176/137	1,3	0,6	1,2	0,6	0,6	0,9
138	6,9	7,1	7,0	7,2	7,3	6,0
158	0,3	1,1	1,2	1,4	1,1	0,8
129/178	0,4	0,8	0,7	0,7	0,6	0,5
187	0,8	0,6	0,5	0,3	0,2	0,5
183	0,8	0,4	0,3	0,2	0,3	0,3
128	0,6	1,9	2,5	1,6	2,0	1,9
185	n.a.	0,3	0,2	0,5	1,3	1,1
174	1,1	0,5	0,5	0,4	0,5	0,4
177	2,8	0,5	0,3	1,1	0,4	0,5
171/156	1,8	1,2	1,3	0,3	1,4	1,2
173/157	1,4	0,4	0,2	n.a.	0,3	0,8
172	n.a.	0,8	0,1	n.a.	0,2	0,1
180	4,0	1,4	1,4	1,3	1,4	1,5
190/170	1,1	0,7	0,8	1,6	0,7	0,9
199	0,8	0,2	0,1	0,7	n.a.	n.a.
203/196	0,5	0,2	0,2	n.a.	n.a.	n.a.
194	1,0	0,3	0,5	n.a.	0,2	0,4

ANHANG

Tab. 8 a: Sedimentologische Daten des Kerns 18041

Kern: 18041-13									
Seegebiet: Greifswalder Bodden									
Schiff: F.S. Bornhöft									
Gerät: RL									
Wassertiefe: 7,8 m									
Teufe (cm)	Wassergehalt (%)	TRG (g/ccm)	Corg (%)	CaCO ₃ (%)	C/N	spez. G. (g/ccm)	Sand (%)	Silt (%)	Ton (%)
0,5	484	0,21	6,3	1,0	8,5	2,46	1,2	87,3	11,6
1,5	425	0,23	6,5	1,0	7,9	2,44	0,8	88,0	11,2
2,5	396	0,23	6,2	4,1	10,1	2,41	1,0	86,4	12,6
3,5	384	0,24	5,7	1,6	8,6	2,48	0,5	82,1	17,4
4,5	381	0,24	5,9	5,7	7,6	2,43	0,8	79,2	20,0
5,5	366	0,25	6,0	3,1	8,1	2,49	1,2	86,2	12,6
6,5	363	0,24	6,0	2,2	8,6	2,47	0,8	79,8	19,4
7,5	324	0,26	5,7	1,4	8,7	2,45	0,6	81,2	18,2
8,5	304	0,27	5,2	0,3	8,3	2,45	0,9	80,1	19,0
9,5	283	0,28	4,9	4,4	8,3	2,47	3,1	79,7	17,2
10,5	298	0,27	3,8	5,8	7,6	2,45			
11,5	301	0,26	4,8	2,4	8,4	2,43			
12,5	307	0,26	5,2	6,1	9,3	2,40			
13,5	290	0,27	4,6	2,8	8,5	2,50			
14,5	163	0,36	2,9	3,5	7,5	2,56			
15,5	63	0,50	2,3	3,0	7,4	2,47	2,0	84,4	13,6
16,5	60	0,51	3,7	2,6	8,2	2,54			
17,5	83	0,46	3,9	5,9	7,7	2,60			
18,5	195	0,33	3,7	3,7	7,6	2,44			
19,5	262	0,28	5,2	4,6	9,2	2,45			
20,5	165	0,35	3,6	7,7	7,0	2,48			
21,5	209	0,32	3,7	4,9	8,2	2,60			
22,5	249	0,29	2,6	7,8	7,8	2,62	20,7	72,9	6,4
23,5	285	0,28	2,9	17,3	8,0	2,59			
24,5	303	0,27	4,6	2,3	9,2	2,59			
25,5	299	0,26	5,1	2,1	9,5	2,59			
26,5	267	0,28	4,1	4,1	8,6	2,61			
27,5	281	0,27	4,4	16,3	8,5	2,62			
28,5	303	0,26	5,0	24,4	8,4	2,62			
29,5	281	0,27	5,4	23,4	8,5	2,62	8,9	73,1	18,0

ANHANG

Tab. 8 b: CB-Gehalte (pg/g TG) des Kerns 18041 aus dem Greifswalder Bodden

n.a. = nicht analysierbar bzw. Gehalt unter Detektionsgrenze von 1 pg/g

CB Nr.	Teufe (cm)										
	'0-1	'1-2	'2-3	'3-4	'4-5	'5-6	'6-7	'7-8	'8-9	'14-16	'29-30
16/32	n.a.	72	37	113	133	58	106	447	32	n.a.	n.a.
31	n.a.	41	40	64	219	34	55	n.a.	28	n.a.	n.a.
28	n.a.	22	15	24	102	17	46	n.a.	15	n.a.	n.a.
20/33/53	n.a.	26	17	n.a.	96	n.a.	23	330	11	n.a.	n.a.
46	n.a.	44	21	54	75	16	53	n.a.	16	n.a.	n.a.
52	29	40	41	65	216	37	71	675	32	n.a.	n.a.
44	n.a.	33	44	64	241	43	67	844	37	n.a.	n.a.
74	n.a.	53	30	22	21	28	64	422	29	n.a.	n.a.
70	n.a.	105	89	119	343	73	142	740	50	n.a.	n.a.
66/95	115	182	128	219	498	132	275	1074	110	n.a.	n.a.
60/56	41	157	121	123	276	107	184	546	94	n.a.	n.a.
84	33	57	38	72	300	43	73	255	75	n.a.	n.a.
90/101	142	240	134	224	286	170	268	981	131	n.a.	n.a.
99	59	148	117	165	283	105	236	446	137	n.a.	n.a.
83	50	192	197	169	297	113	261	396	278	n.a.	n.a.
97	n.a.	58	48	56	153	41	82	217	29	n.a.	n.a.
87/115	46	77	67	116	243	68	137	348	40	n.a.	n.a.
110/77	113	310	240	346	594	203	421	949	284	n.a.	n.a.
135	n.a.	53	57	71	124	44	106	198	36	n.a.	n.a.
107	n.a.	27	19	20	38	18	30	41	14	n.a.	n.a.
123/149	141	299	287	303	524	213	377	719	165	n.a.	n.a.
118	37	143	153	151	305	121	249	280	85	n.a.	n.a.
153	51	395	462	121	621	281	351	428	273	n.a.	n.a.
132/105	33	46	86	61	198	56	147	261	38	n.a.	n.a.
141/179	34	61	75	88	111	11	130	221	29	n.a.	n.a.
138	194	546	610	677	959	417	474	734	262	n.a.	n.a.
158	n.a.	49	38	46	95	22	89	108	22	n.a.	n.a.
129/178	n.a.	49	48	64	53	31	72	55	22	n.a.	n.a.
187	40	148	264	115	363	141	161	241	95	n.a.	n.a.
183	n.a.	74	117	41	139	73	173	103	48	n.a.	n.a.
128	31	80	82	85	121	59	127	123	39	n.a.	n.a.
174	41	161	137	171	224	52	n.a.	114	32	n.a.	n.a.
177	31	57	117	102	148	50	147	172	43	n.a.	n.a.
171/156	42	103	385	154	n.a.	66	155	136	43	n.a.	n.a.
173/157	n.a.	149	19	213	135	41	124	202	39	n.a.	n.a.
172	19	23	32	65	50	22	56	50	13	n.a.	n.a.
180	43	323	492	239	530	201	430	372	185	n.a.	n.a.
190/170	44	146	186	205	253	92	120	243	72	n.a.	n.a.
203/196	n.a.	43	69	41	55	31	84	46	21	n.a.	n.a.
194	n.a.	45	92	47	91	33	86	46	31	n.a.	n.a.
Summe	1411	4879	5249	5096	9513	3364	6253	13561	3038		

ANHANG

Tab. 8 c: CB-Gehalte (Mol %) des Kerns 18041 aus dem Greifswalder Bodden

n.a. = nicht analysierbar bzw. Gehalt unter Detektionsgrenze von 1 pg/g

CB Nr.	Tiefe (cm)										
	0-1	1-2	2-3	3-4	4-5	5-6	6-7	7-8	8-9	14-16	29-30
16/32	n.a.	2,0	1,0	2,9	1,8	2,3	2,2	4,1	1,4	n.a.	n.a.
31	n.a.	1,1	1,1	1,7	3,0	1,3	1,2	0,0	1,2	n.a.	n.a.
28	n.a.	0,6	0,4	0,6	1,4	0,7	1,0	0,0	0,7	n.a.	n.a.
20/33/53	n.a.	0,7	0,4	n.a.	1,3	n.a.	0,5	3,0	0,5	n.a.	n.a.
46	n.a.	1,1	0,5	1,2	0,9	0,5	1,0	0,0	0,6	n.a.	n.a.
52	2,4	1,0	0,9	1,5	2,6	1,3	1,3	5,5	1,2	n.a.	n.a.
44	n.a.	0,8	1,0	1,5	2,9	1,5	1,3	6,9	1,4	n.a.	n.a.
74	n.a.	1,3	0,7	0,5	0,3	1,0	1,2	3,4	1,1	n.a.	n.a.
70	n.a.	2,5	2,1	2,7	4,1	2,5	2,6	6,0	1,9	n.a.	n.a.
66/95	9,5	4,4	2,9	5,0	6,0	4,6	5,1	8,7	4,2	n.a.	n.a.
60/56	3,4	3,8	2,8	2,8	3,3	3,7	3,4	4,4	3,6	n.a.	n.a.
84	2,5	1,2	0,8	1,5	3,2	1,3	1,2	1,9	2,6	n.a.	n.a.
90/101	10,5	5,2	2,8	4,6	3,1	5,3	4,5	7,1	4,5	n.a.	n.a.
99	4,3	3,2	2,4	3,4	3,1	3,3	3,9	3,2	4,7	n.a.	n.a.
83	3,7	4,1	4,0	3,5	3,2	3,5	4,4	2,9	9,5	n.a.	n.a.
97	n.a.	1,2	1,0	1,2	1,7	1,3	1,4	1,6	1,0	n.a.	n.a.
87/115	3,4	1,6	1,4	2,4	2,6	2,1	2,3	2,5	1,4	n.a.	n.a.
110/77	8,4	6,7	4,9	7,1	6,4	6,3	7,0	6,9	9,7	n.a.	n.a.
135	n.a.	1,0	1,1	1,3	1,2	1,2	1,6	1,3	1,1	n.a.	n.a.
107	n.a.	0,5	0,4	0,4	0,4	0,5	0,5	0,3	0,4	n.a.	n.a.
123/149	10,4	6,4	5,9	6,2	5,7	6,6	6,3	5,2	5,7	n.a.	n.a.
118	2,5	2,8	2,8	2,8	3,0	3,4	3,8	1,8	2,6	n.a.	n.a.
153	3,4	7,7	8,6	2,2	6,1	7,9	5,3	2,8	8,5	n.a.	n.a.
132/105	2,2	0,9	1,6	1,1	1,9	1,6	2,2	1,7	1,2	n.a.	n.a.
141/179	2,3	1,2	1,4	1,6	1,1	0,3	2,0	1,5	0,9	n.a.	n.a.
138	13,0	10,6	11,3	12,6	9,4	11,8	7,2	4,8	8,1	n.a.	n.a.
158	n.a.	1,0	0,7	0,8	0,9	0,6	1,3	0,7	0,7	n.a.	n.a.
129/178	n.a.	1,0	0,9	1,2	0,5	0,9	1,1	0,4	0,7	n.a.	n.a.
187	2,4	2,6	4,5	2,0	3,2	3,6	2,2	1,4	2,7	n.a.	n.a.
183	n.a.	1,3	2,0	0,7	1,2	1,9	2,4	0,6	1,4	n.a.	n.a.
128	2,1	1,6	1,5	1,6	1,2	1,7	1,9	0,8	1,2	n.a.	n.a.
174	2,5	2,9	2,3	2,9	2,0	1,3	n.a.	0,7	0,9	n.a.	n.a.
177	1,9	1,0	2,0	1,7	1,3	1,3	2,0	1,0	1,2	n.a.	n.a.
171/156	2,8	2,0	7,2	2,8	n.a.	1,9	2,3	0,9	1,3	n.a.	n.a.
173/157	n.a.	2,9	0,4	4,0	1,3	1,2	1,9	1,3	1,2	n.a.	n.a.
172	1,2	0,4	0,5	1,1	0,4	0,6	0,8	0,3	0,4	n.a.	n.a.
180	2,7	5,7	8,3	4,1	4,7	5,2	5,9	2,2	5,2	n.a.	n.a.
190/170	2,7	2,6	3,2	3,5	2,3	2,4	1,7	1,5	2,0	n.a.	n.a.
203/196	n.a.	0,7	1,1	0,6	0,5	0,7	1,1	0,3	0,6	n.a.	n.a.
194	n.a.	0,7	1,4	0,7	0,7	0,8	1,1	0,3	0,8	n.a.	n.a.

ANHANG

Tab. 9 a: Sedimentologische Daten des Kerns 18025

n.a. = nicht analysierbar

Kern : 18025-7									
Seegebiet : Oder Rinne									
Schiff : F.S. ALKOR									
Gerät : RL									
Wassertiefe: 23 m									
Teufe (cm)	Wassergehalt (%)	TRG (g/ccm)	Corg (%)	CaCO ₃ (%)	C/N	spez. G. (g/ccm)	Sand (%)	Silt (%)	Ton (%)
0,5	225	0,39	4,3	4,0	6,1	2,45	4,8	66,6	28,5
1,5	208	0,43	4,4	0,1	6,9	2,41	7,8	62,0	30,2
2,5	195	0,43	5,0	5,1	6,8	2,36	4,9	63,9	31,2
3,5	172	0,48	5,2	4,7	7,0	2,31	3,8	62,8	33,4
4,5	n.a.	n.a.	4,9	2,5	7,5	2,39	4,3	61,1	34,6
5,5	129	0,61	4,5	15,1	7,0	2,42	12,1	63,7	24,2
6,5	71	0,93	4,5	11,8	7,9	2,47	6,0	61,8	32,2
7,5	93	0,77	3,9	5,9	7,4	2,44	6,5	63,9	29,6
8,5	120	0,65	3,6	4,3	7,6	2,47	8,0	65,4	26,6
9,5	177	0,48	2,4	3,9	7,4	2,55	11,5	64,7	23,8
10,5	129	0,60	1,4	1,7	7,8	2,60	14,7	62,7	22,6
12,5	122	0,65	0,8	2,3	7,2	2,61	15,8	64,2	20,0
13,5	114	0,66	1,0	4,3	6,2	2,61	14,8	68,2	17,0
14,5	100	0,71	1,6	3,1	7,4	2,60	13,4	71,0	15,6
15,5	100	0,72	1,2	4,2	5,8	2,61	10,4	71,2	18,4
16,5	80	0,84	1,6	2,7	7,6	2,55	16,5	62,8	21,2
17,5	94	0,76	1,4	3,1	7,1	2,58	14,9	67,3	17,8
18,5	75	0,88	2,0	1,1	8,3	2,55	8,5	70,9	20,6
19,5	75	0,89	2,9	1,0	8,9	2,54	13,8	60,8	25,4
20,5	n.a.	n.a.	1,3	0,8	6,1	2,57	18,4	61,6	20,0
21,5	74	0,90	1,0	1,8	7,8	2,62	18,6	62,4	19,0
22,5	81	0,85	1,1	0,8	8,3	2,61	17,4	65,8	16,8
23,5	79	0,86	1,3	1,0	8,3	2,59	16,3	63,9	19,8
24,5	76	0,90	1,1	1,6	7,9	2,58	19,7	58,1	22,2
26,5	n.a.	n.a.	1,6	0,7	7,7	2,61	18,0	59,2	22,8
27,5	67	0,96	1,6	0,9	7,6	2,59	15,3	61,9	22,8
28,5	67	0,96	1,7	1,8	8,0	2,57	17,0	63,6	19,4
29,5	56	1,03	1,3	2,7	6,4	2,56	22,4	59,6	18,0

ANHANG

Tab. 9 b: CB-Gehalte (pg/g TG) des Kerns 18025 aus der Oder Rinne

n.a. = nicht analysierbar bzw. Gehalt unter Detektionsgrenze von 1 pg/g

CB Nr.	Teufe (cm)											
	'0-1	'1-2	'2-3	'3-4	'4-5	'5-6	'6-7	'7-8	'8-9	'9-10	'14-15	'19-20
18/17/15	81	72	n.a.	28	9	22	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
16/32	11	16	n.a.	20	n.a.	41	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
31/28	170	549	77	26	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	87	n.a.	n.a.
52	52	62	25	78	58	32	11	3	16	29	n.a.	n.a.
49	71	187	31	73	33	36	n.a.	4	22	39	n.a.	n.a.
44	56	67	49	61	32	54	12	n.a.	24	4	n.a.	n.a.
66/95	165	253	82	385	131	130	46	10	60	116	n.a.	n.a.
60/56	71	51	48	71	38	57	16	n.a.	n.a.	46	n.a.	n.a.
101/90	137	153	198	198	73	96	37	21	93	203	n.a.	n.a.
110	193	47	38	286	113	123	34	6	44	84	n.a.	n.a.
151	46	n.a.	n.a.	126	32	35	n.a.	8	34	67	n.a.	n.a.
149/118	496	400	239	680	243	236	105	38	209	493	n.a.	n.a.
153/132/105	756	514	432	1142	346	356	150	125	366	1435	n.a.	n.a.
138	343	207	171	1472	635	103	287	98	516	431	n.a.	n.a.
187	108	99	148	84	55	68	25	28	72	149	n.a.	n.a.
183	49	47	79	39	27	29	13	16	35	77	n.a.	n.a.
128	46	40	31	41	30	35	3	4	n.a.	10	n.a.	n.a.
202/156	30	38	50	307	93	34	56	31	106	52	n.a.	n.a.
157/173	26	16	43	69	9	39	n.a.	n.a.	7	28	n.a.	n.a.
180	246	125	139	355	114	88	49	56	127	242	n.a.	n.a.
170	96	413	80	131	229	144	106	17	n.a.	153	n.a.	n.a.
194	20	16	32	45	9	14	4	8	18	n.a.	n.a.	n.a.
Summe	3267	3371	1990	5717	2311	1771	954	473	1749	3743		

ANHANG

Tab. 9 c: CB-Gehalte (Mol %) des Kerns 18025 aus der Oder Rinne

n.a. = nicht analysierbar bzw. Gehalt unter Detektionsgrenze von 1 pg/g

CB Nr.	Teufe (cm)		'2-3	'3-4	'4-5	'5-6	'6-7	'7-8	'8-9	'9-10	'14-15	'19-20
	'0-1	'1-2										
18/17/15	3,3	2,7	n.a.	0,7	0,5	1,7	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
16/32	0,5	0,6	n.a.	0,5	n.a.	3,1	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
31/28	6,9	20,6	5,2	0,6	n.a.	0,0	n.a.	n.a.	n.a.	3,2	n.a.	n.a.
52	1,8	2,0	1,5	1,6	3,0	2,1	1,5	0,8	1,1	0,9	n.a.	n.a.
49	2,5	6,2	1,8	1,5	1,7	2,4	n.a.	1,2	1,5	1,3	n.a.	n.a.
44	2,0	2,2	3,0	1,3	1,7	3,6	1,6	n.a.	1,7	0,1	n.a.	n.a.
66/95	5,9	8,4	4,9	8,1	6,9	8,6	5,9	2,7	4,2	3,8	n.a.	n.a.
60/56	2,5	1,7	2,9	1,5	2,0	3,8	2,1	n.a.	n.a.	1,5	n.a.	n.a.
101/90	4,4	4,5	10,6	3,7	3,4	5,7	4,2	5,0	5,8	5,9	n.a.	n.a.
110	6,2	1,4	2,1	5,4	5,3	7,3	3,9	1,5	2,7	2,4	n.a.	n.a.
151	1,3	n.a.	n.a.	2,1	1,4	1,9	n.a.	1,8	1,9	1,8	n.a.	n.a.
149/118	14,3	10,7	11,6	11,5	10,3	12,7	11,0	8,1	11,8	12,9	n.a.	n.a.
153/132/105	21,9	13,8	21,0	19,4	14,6	19,1	15,7	26,6	20,7	37,7	n.a.	n.a.
138	9,9	5,5	8,3	25,0	26,9	5,5	30,0	20,8	29,2	11,3	n.a.	n.a.
187	2,8	2,4	6,6	1,3	2,1	3,3	2,4	5,4	3,7	3,6	n.a.	n.a.
183	1,3	1,1	3,5	0,6	1,1	1,4	1,2	3,1	1,8	1,9	n.a.	n.a.
128	1,3	1,1	1,5	0,7	1,3	1,9	0,3	0,8	n.a.	0,3	n.a.	n.a.
202/156	0,9	1,0	2,4	5,2	3,9	1,8	5,9	6,7	6,0	1,4	n.a.	n.a.
157/173	0,7	0,4	2,1	1,2	0,4	2,1	0,0	n.a.	0,4	0,7	n.a.	n.a.
180	6,5	3,0	6,2	5,5	4,4	4,3	4,7	10,9	6,6	5,8	n.a.	n.a.
170	2,5	10,1	3,5	2,0	8,9	7,1	10,1	3,2	0,0	3,7	n.a.	n.a.
194	0,5	0,4	1,3	0,6	0,3	0,6	0,4	1,4	0,8	n.a.	n.a.	n.a.

ANHANG

Tab. 10 a: Sedimentologische Daten des Kerns 18104

n.a. = nicht analysierbar

Kern: 18104-1									
Seegebiet: Arkona-Becken									
Schiff: F.S. ALKOR									
Gerät: RL									
Wassertiefe: 45 m									
Teufe (cm)	Wassergehalt (%)	TRG (g/ccm)	Corg (%)	CaCO ₃ (%)	C/N	spez.Ge (g/ccm)	Sand (%)	Silt (%)	Ton (%)
0,5	488	0,20	n.a.	n.a.	n.a.	2,50	0,3	19,9	79,8
1,5	322	0,25	4,8	5,6	7,9	2,46	0,1	33,1	66,8
2,5	285	0,27	4,7	5,6	8,0	2,44	0,2	34,0	65,8
3,5	293	0,27	4,4	5,9	8,1	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
4,5	267	0,28	4,4	5,1	8,0	2,45	0,1	40,9	59,0
5,5	298	0,27	4,7	4,6	8,4	2,52	0,1	51,5	48,4
6,5	265	0,29	5,1	7,0	8,1	2,46	0,1	37,3	62,6
7,5	209	0,32	5,5	4,8	8,5	2,48	0,1	7,7	92,2
8,5	211	0,32	4,7	4,1	8,7	2,49	0,3	0,7	99,0
9,5	207	0,32	3,9	5,4	8,1	2,51	0,2	26,8	73,0
10,5	213	0,32	4,0	4,2	8,5	2,50	0,3	9,1	90,6
11,5	213	0,32	4,2	3,9	8,2				
12,5	195	0,33	n.a.	n.a.	n.a.				
13,5	186	0,34	3,6	3,5	8,9	2,54	0,1	47,7	52,2
14,5	174	0,35	3,3	3,8	8,8				
15,5	174	0,35	3,3	4,1	8,5	2,50	0,1	21,1	78,8
16,5	183	0,34	3,1	5,4	8,2				
17,5	188	0,33	3,1	4,3	8,5	2,47	0,2	14,0	85,8
18,5	193	0,33	3,0	3,6	8,6				
19,5	186	0,33	n.a.	n.a.	n.a.	2,50	0,4	12,6	87,0
20,5	177	0,34	n.a.	n.a.	n.a.				
21,5	162	0,35	n.a.	n.a.	n.a.	2,52	0,3	2,3	97,4
22,5	158	0,36	3,3	4,6	8,8				
23,5	159	0,36	4,0	6,3	8,5	2,51	0,6	61,5	38,0
24,5	169	0,35	3,3	6,0	8,3				
25,5	168	0,35	3,2	4,5	8,9	2,51	0,5	38,3	61,2
26,5	170	0,35	3,7	1,7	9,5				
27,5	162	0,36	3,6	5,1	8,9				
28,5	164	0,35	3,7	3,0	8,9				
29,5	168	0,35	n.a.	n.a.	n.a.				

ANHANG

Tab. 10 b: CB-Gehalte (pg/g TG) des Kerns 18104 aus dem Arkona-Becken

n.a. = nicht analysierbar bzw. Gehalt unter Detektionsgrenze von 1 pg/g

CB Nr.	Teufe (cm)					
	'0-1	'5-6	'10-11	'14-16	'20-22	'26-28
24/27	n.a.	13	7	n.a.	n.a.	n.a.
16/32	28	56	39	21	8	27
31	56	36	15	16	4	15
28	40	39	13	14	5	8
20/33/53	34	32	17	15	n.a.	12
46	12	35	22	20	n.a.	7
52	65	97	45	41	6	31
44	77	79	39	37	7	24
67	n.a.	15	13	8	n.a.	n.a.
63	18	n.a.	n.a.	4	n.a.	n.a.
74	64	55	43	33	6	14
70	110	143	82	74	11	32
66/95	163	235	154	116	21	50
60/56	90	190	118	93	16	8
84	48	49	35	33	7	16
90/101	183	281	171	139	24	44
99	72	149	107	79	14	33
83	42	280	143	117	13	6
97	51	81	60	40	7	15
87/115	100	87	65	43	10	26
110/77	243	397	244	187	30	48
135	46	49	48	42	5	6
107	12	19	16	9	2	n.a.
123/149	238	220	192	121	24	19
118	119	211	187	119	16	24
134	20	10	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
153	343	157	320	259	20	25
132/105	85	108	70	11	4	14
141/179	89	63	43	29	4	6
138	502	628	592	418	52	40
158	71	57	49	35	5	5
129/178	48	39	41	34	n.a.	n.a.
187	129	105	114	90	10	5
183	95	46	63	54	5	4
128	69	77	68	53	6	9
174	63	188	n.a.	15	14	n.a.
177	104	74	67	44	3	n.a.
171/156	104	79	80	59	4	n.a.
173/157	80	69	49	45	5	n.a.
172	29	18	30	19	n.a.	n.a.
180	326	127	220	155	14	11
190/170	120	106	95	78	7	n.a.
199	33	28	41	29	4	n.a.
203/196	45	26	39	27	n.a.	8
194	n.a.	11	21	24	9	22
Summe	4266	4865	3881	2897	402	616

ANHANG

Tab. 10 c: CB-Gehalte (Mol %) des Kerns 18104 aus dem Arkona-Becken

n.a. = nicht analysierbar bzw. Gehalt unter Detektionsgrenze von 1 pg/g

CB Nr.	Teufe (cm)					
	0-1	5-6	10-11	14-16	20-22	26-28
24/27	n.a.	0,3	0,2	n.a.	n.a.	n.a.
16/32	0,9	1,5	1,3	1,0	2,7	5,4
31	1,8	1,0	0,5	0,8	1,1	3,0
28	1,2	1,0	0,5	0,7	1,7	1,6
20/33/53	1,1	0,8	0,6	0,7	n.a.	2,5
46	0,3	0,8	0,7	0,8	n.a.	1,3
52	1,8	2,3	1,4	1,7	1,9	5,6
44	2,1	1,9	1,2	1,5	2,0	4,3
67	n.a.	0,4	0,4	0,3	n.a.	n.a.
63	0,5	n.a.	n.a.	0,2	n.a.	n.a.
74	1,8	1,3	1,3	1,4	1,6	2,5
70	3,0	3,4	2,5	3,0	3,3	5,7
66/95	4,5	5,5	4,7	4,7	5,9	8,8
60/56	2,5	4,5	3,6	3,8	4,5	1,5
84	1,2	1,0	0,9	1,2	1,8	2,6
90/101	4,5	5,9	4,6	5,0	6,2	7,0
99	1,8	3,2	2,9	2,9	3,7	5,2
83	1,0	5,9	3,9	4,2	3,3	1,0
97	1,3	1,7	1,6	1,5	1,7	2,3
87/115	2,5	1,8	1,8	1,6	2,6	4,1
110/77	6,0	8,4	6,6	6,8	7,7	7,6
135	1,0	0,9	1,2	1,4	1,1	0,9
107	0,3	0,4	0,4	0,3	0,4	n.a.
123/149	5,3	4,2	4,7	4,0	5,6	2,8
118	2,9	4,5	5,1	4,3	4,2	3,9
134	0,5	0,2	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
153	7,7	3,0	7,8	8,5	4,6	3,6
132/105	1,9	2,1	1,7	0,4	1,0	2,0
141/179	2,0	1,2	1,1	0,9	1,0	0,9
138	11,2	12,0	14,5	13,7	12,1	5,7
158	1,6	1,1	1,2	1,1	1,2	0,8
129/178	1,1	0,8	1,0	1,1	n.a.	n.a.
187	2,6	1,8	2,5	2,7	2,0	0,6
183	1,9	0,8	1,4	1,6	1,1	0,6
128	1,5	1,5	1,7	1,7	1,4	1,3
174	1,3	3,3	n.a.	0,4	3,0	n.a.
177	2,1	1,3	1,5	1,3	0,7	n.a.
171/156	2,3	1,5	2,0	1,9	0,9	n.a.
173/157	1,8	1,3	1,2	1,5	1,1	n.a.
172	0,6	0,3	0,7	0,6	n.a.	n.a.
180	6,7	2,2	4,9	4,7	3,1	1,5
190/170	2,4	1,9	2,1	2,3	1,5	n.a.
199	0,6	0,4	0,8	0,8	0,8	n.a.
203/196	0,8	0,4	0,8	0,8	n.a.	1,0
194	n.a.	0,2	0,4	0,7	1,8	2,7

ANHANG

Tab. 11 a: Sedimentologische Daten des Kerns 18014

n.a. = nicht analysierbar

Kern: 18014-2 Seegebiet: Arkona-Becken Schiff: F.S. Alkor Gerät: GKG Wassertiefe: 42 m									
Teufe (cm)	Wassergehalt (%)	TRG (g/ccm)	Corg (%)	CaCO ₃ (%)	C/N	spez. G. (g/ccm)	Sand (%)	Silt (%)	Ton (%)
0,5	284	0,31	4,9	2,2	8,2	2,50	0,3	19,9	79,8
1,5	278	0,31	4,6	0,3	8,6	2,46	0,1	33,1	66,8
2,5	264	0,34	4,5	3,1	8,0	2,44	0,2	34,0	65,8
4,5	225	0,38	3,5	9,8	6,8	2,45	0,1	40,9	59,0
5,5	226	0,38	4,7	0,6	8,9	2,52	0,1	51,5	48,4
6,5	223	0,39	4,8	0,9	8,5	2,46	0,1	37,3	62,6
7,5	232	0,38	4,6	3,3	8,2	2,48	0,1	7,7	92,2
8,5	241	0,36	4,8	3,1	8,3	2,49	0,3	0,7	99,0
9,5	236	0,37	4,5	3,1	8,5	2,51	0,2	26,8	73,0
11,0	225	0,39	2,8	19,1	5,2	2,50	0,3	9,1	90,6
13,0	220	0,40	4,6	2,3	8,6	2,54	0,1	47,7	52,2
15,0	221	0,39	4,5	2,4	8,5	2,50	0,1	21,1	78,8
17,0	171	0,48	3,4	2,9	8,3	2,47	0,2	14,0	85,8
19,0	187	0,45	3,7	5,9	8,3	2,50	0,4	12,6	87,0
21,0	174	0,48	3,7	3,2	8,1	2,52	0,3	2,3	97,4
23,0	180	0,48	3,5	2,3	8,7	2,51	0,6	61,5	38,0
25,0	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	2,51	0,5	38,3	61,2

ANHANG

Tab. 11 b: CB-Gehalte (pg/g TG) des Kerns 18014

n.a. = nicht analysierbar bzw. Gehalt unter Detektionsgrenze von 1 pg/g

CB Nr.	Tiefe (cm)			
	'0-1	'5-7	'15-17	'26-28
44	33	31	28	12
41/64	21	n.a.	11	8
40	n.a.	n.a.	n.a.	3
63	12	n.a.	n.a.	n.a.
74	50	20	n.a.	9
70	74	32	8	9
66/95	130	51	23	13
91	62	n.a.	n.a.	n.a.
92	n.a.	n.a.	8	n.a.
84	n.a.	n.a.	8	n.a.
90/101	n.a.	n.a.	19	n.a.
99	n.a.	n.a.	14	n.a.
83	n.a.	n.a.	18	n.a.
97	65	n.a.	7	n.a.
87/115	69	n.a.	7	n.a.
136	53	11	7	3
110	256	81	35	17
82	42	17	n.a.	n.a.
151	74	29	n.a.	n.a.
135	67	21	n.a.	n.a.
107	19	5	n.a.	n.a.
123/149	298	91	47	17
118	226	63	30	13
134	n.a.	31	11	3
146	146	26	37	n.a.
153	329	114	63	25
132	104	48	22	17
105	83	44	19	19
141/179	83	31	9	18
176/137	62	26	40	n.a.
138	452	133	75	26
158	37	10	6	4
129/178	44	12	n.a.	5
183	45	17	n.a.	n.a.
128	60	25	16	6
174	n.a.	n.a.	14	n.a.
177	83	34	15	18
171/156	75	28	19	19
173/157	12	25	19	23
172	142	28	26	39
180	207	62	45	29
190/170	132	9	40	20
199	94	35	n.a.	n.a.
203/196	99	15	n.a.	n.a.
194	22	n.a.	n.a.	n.a.
Summe	3862	1202	748	374

ANHANG

Tab. 11 c: CB-Gehalte (Mol %) des Kerns 18014

n.a. = nicht analysierbar bzw. Gehalt unter Detektionsgrenze von 1 pg/g

CB Nr.	Teufe (cm)			
	'0-1	'5-7	'15-17	'26-28
44	1,0	3,1	4,5	3,9
41/64	0,7	n.a.	1,8	2,5
40	n.a.	n.a.	n.a.	1,1
63	0,4	n.a.	n.a.	n.a.
74	1,6	2,0	n.a.	2,8
70	2,3	3,2	1,4	2,8
66/95	4,1	5,2	3,7	4,1
91	1,7	n.a.	n.a.	n.a.
60/56	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
92	n.a.	n.a.	1,2	n.a.
84	n.a.	n.a.	1,1	n.a.
90/101	n.a.	n.a.	2,8	n.a.
99	n.a.	n.a.	2,0	n.a.
83	n.a.	n.a.	2,7	n.a.
97	1,8	n.a.	1,0	n.a.
87/115	1,9	n.a.	1,0	n.a.
136	1,4	0,9	0,9	0,8
110	7,2	7,3	5,1	4,9
82	1,2	1,5	n.a.	n.a.
151	1,9	2,4	n.a.	n.a.
135	1,7	1,7	n.a.	n.a.
107	0,5	0,4	n.a.	n.a.
123/149	7,6	7,4	6,2	4,5
118	6,4	5,7	4,3	3,7
134	n.a.	2,5	1,4	0,7
146	3,7	2,1	4,9	n.a.
153	8,4	9,3	8,2	6,7
132	2,7	3,9	2,9	4,5
105	2,1	3,5	2,4	5,1
141/179	2,1	2,5	1,2	4,7
176/137	1,4	1,9	4,7	n.a.
138	11,5	10,8	9,8	6,8
158	1,0	0,8	0,8	1,0
129/178	1,1	0,9	n.a.	1,2
187	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
183	1,0	1,2	n.a.	n.a.
128	1,5	2,0	2,1	1,7
185	n.a.	n.a.	0,0	n.a.
174	n.a.	n.a.	1,7	n.a.
177	1,9	2,5	1,7	4,3
171/156	1,9	2,3	2,5	5,1
173/157	0,3	2,0	2,5	6,2
172	3,3	2,1	3,2	9,3
180	4,8	4,6	5,4	7,1
190/170	3,1	0,7	4,8	4,7
199	2,0	2,4	n.a.	n.a.
203/196	2,1	1,0	n.a.	n.a.
194	0,5	n.a.	n.a.	n.a.

ANHANG

Tab. 12 a: Sedimentologische Daten des Kerns 18021

n.a. = nicht analysierbar

Kern: 18021-7 Seegebiet: Bornh.-Becken Schiff: F.S. ALKOR Gerät: RL Wassertiefe: 54,1 m									
Teufe (cm)	Wassergehalt (%)	TRG (g/ccm)	Corg (%)	CaCO ₃ (%)	C/N	spez. G. (g/ccm)	Sand (%)	Silt (%)	Ton (%)
0,5	272	0,33	3,5	1,3	7,4	2,49	17,8	67,8	14,4
1,5	229	0,36	3,2	2,8	6,9	2,51	12,4	73,8	13,8
2,5	249	0,35	4,1	0,8	7,6	2,48	9,2	69,8	21,0
3,5	250	0,35	4,2	0,0	8,2	2,39	8,1	72,3	19,6
4,5	n.a.	n.a.	4,5	0,7	7,9	2,42	7,6	77,2	15,2
5,5	391	0,24	4,1	1,0	7,2	2,48	9,5	74,9	15,6
6,5	n.a.	n.a.	4,0	0,1	8,1	2,50	9,6	70,6	19,8
7,5	368	0,25	4,0	0,8	7,8	2,39	7,2	69,2	23,6
8,5	344	0,27	4,5	2,3	7,4	2,40	5,8	71,0	23,2
9,5	n.a.	n.a.	4,1	1,0	7,9	2,45	8,6	73,4	18,0
10,5	212	0,41	4,3	0,5	8,1	2,44	14,8	71,0	14,2
11,5	178	0,46	3,8	0,2	7,9	2,53	11,4	69,0	19,6
12,5	n.a.	n.a.	4,3	1,1	7,7	2,38	5,3	75,5	19,2
13,5	183	0,45	4,2	0,6	7,9	2,49	5,3	69,9	24,8
14,5	188	0,44	4,4	0,1	7,9	2,48	5,9	77,3	26,8
15,5	198	0,43	4,4	0,9	7,8	2,49	5,5	73,7	20,8
16,5	223	0,39	4,3	0,2	7,8	2,42	6,6	71,2	22,2
17,5	n.a.	n.a.	4,2	1,0	8,2	2,49	5,5	74,7	19,8
18,5	232	0,37	4,0	3,4	6,8	2,49	4,9	77,9	17,2
19,5	220	0,39	4,1	1,1	7,7	2,54	4,3	69,7	26,0
20,5	243	0,36	4,6	2,2	7,5	2,49	3,8	70,8	25,4
21,5	229	0,38	5,0	0,3	8,0	2,47	2,9	70,1	27,0
22,5	231	0,37	5,7	1,7	8,3	2,46	2,8	76,2	21,0
23,5	247	0,35	5,1	0,5	8,0	2,45	3,3	74,9	21,8
24,5	241	0,36	5,4	0,7	7,9	2,47	2,9	77,1	20,0
25,5	228	0,38	5,3	1,9	8,1	2,45	2,9	76,6	20,6
26,5	n.a.	n.a.	5,3	0,3	8,4	2,45	2,1	71,5	26,4
27,5	n.a.	n.a.	5,1	0,0	8,1	2,46	2,2	77,4	20,4
28,5	215	0,40	5,3	0,8	8,3	2,49	1,6	75,2	23,2
29,5	227	0,38	5,2	0,9	8,0	2,48	1,3	73,7	25,0

ANHANG

Tab. 12 b: CB-Gehalte (pg/g TG) des Kerns 18021 aus dem Bornholm-Becken

n.a. = nicht analysierbar bzw. Gehalt unter Detektionsgrenze von 1 pg/g

CB Nr.	Tiefe (cm)									
	'0-1	'1-2	'2-3	'3-4	'4-5	'5-6	'6-7	'7-8	'9-10	'15-16
16/32	n.a.	19	46	22	n.a.	25	12	8	n.a.	n.a.
52	22	15	22	n.a.	n.a.	34	22	18	n.a.	n.a.
49	n.a.	11	42	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
44	26	23	27	19	n.a.	24	n.a.	16	n.a.	n.a.
74	21	11	24	21	8	14	10	7	n.a.	n.a.
70	44	23	45	49	20	26	28	23	n.a.	n.a.
66/95	107	41	77	72	60	54	67	32	n.a.	n.a.
91	13	6	21	8	8	n.a.	10	n.a.	n.a.	n.a.
60/56	n.a.	20	46	46	20	n.a.	16	7	n.a.	n.a.
92	48	27	29	20	9	n.a.	16	n.a.	n.a.	n.a.
84	24	22	78	52	16	26	13	8	n.a.	n.a.
90/101	27	33	39	64	8	53	35	19	n.a.	n.a.
99	n.a.	29	20	n.a.	n.a.	n.a.	6	n.a.	n.a.	n.a.
83	11	11	16	5	n.a.	10	7	n.a.	n.a.	n.a.
97	76	40	85	56	42	17	26	11	n.a.	n.a.
87/115	16	11	20	15	7	10	13	n.a.	n.a.	n.a.
85	n.a.	14	37	22	n.a.	n.a.	12	8	n.a.	n.a.
136	16	11	19	11	5	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
110	201	83	199	113	59	35	57	31	n.a.	n.a.
82	26	12	15	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
151	24	14	30	18	16	n.a.	28	n.a.	n.a.	n.a.
135	24	18	50	28	10	n.a.	n.a.	13	n.a.	n.a.
107	n.a.	17	29	5	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
123/149	140	64	122	78	41	37	52	31	n.a.	n.a.
118	95	40	72	40	21	19	31	22	n.a.	n.a.
146	n.a.	n.a.	26	17	n.a.	n.a.	13	n.a.	n.a.	n.a.
153	153	68	146	72	41	35	56	34	n.a.	n.a.
132	35	22	50	23	12	11	12	8	n.a.	n.a.
105	26	17	34	12	5	5	7	5	n.a.	n.a.
141/179	17	9	18	15	11	8	n.a.	5	n.a.	n.a.
176/137	13	15	29	7	7	14	n.a.	8	n.a.	n.a.
138	196	87	183	88	50	39	65	41	n.a.	n.a.
158	19	5	27	10	3	n.a.	5	7	n.a.	n.a.
187	40	n.a.	11	20	9	n.a.	14	n.a.	n.a.	n.a.
183	77	n.a.	39	12	11	n.a.	13	4	n.a.	n.a.
128	19	13	31	11	6	n.a.	8	6	n.a.	n.a.
185	33	16	34	15	6	18	n.a.	24	n.a.	n.a.
174	85	23	48	23	29	n.a.	43	n.a.	n.a.	n.a.
177	61	26	34	16	6	n.a.	10	n.a.	n.a.	n.a.
171/156	36	21	49	17	7	n.a.	10	n.a.	n.a.	n.a.
173/157	n.a.	26	80	12	7	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
172	35	26	63	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
180	92	31	94	48	24	14	25	33	n.a.	n.a.
190/170	n.a.	29	49	18	11	10	13	9	n.a.	n.a.
199	n.a.	13	53	15	10	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
203/196	n.a.	35	23	24	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
194	n.a.	54	82	20	n.a.	12	35	n.a.	n.a.	n.a.
Summe	1897	1148	2414	1255	606	551	788	438		

ANHANG

Tab. 12 c: CB-Gehalte (Mol %) des Kerns 18021 aus dem Bornholm-Becken

n.a. = nicht analysierbar bzw. Gehalt unter Detektionsgrenze von 1 pg/g

CB Nr.	Tiefe (cm)										
	'0-1	'1-2	'2-3	'3-4	'4-5	'5-6	'6-7	'7-8	'9-10	'15-16	
16/32	n.a.	2,2	2,6	2,3	n.a.	5,6	2,0	2,5	n.a.	n.a.	
52	1,4	1,5	1,1	n.a.	n.a.	7,0	3,3	4,7	n.a.	n.a.	
49	n.a.	1,2	2,1	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	
44	1,6	2,4	1,3	1,7	n.a.	4,8	n.a.	4,3	10,8	n.a.	
74	1,3	1,1	1,2	2,0	1,5	2,8	1,5	1,8	2,3	n.a.	
70	2,8	2,4	2,2	4,5	3,8	5,2	4,1	6,0	5,3	n.a.	
66/95	6,7	4,2	3,8	6,6	11,6	11,0	9,9	8,5	14,2	n.a.	
91	0,7	0,5	0,9	0,7	1,4	n.a.	1,4	n.a.	n.a.	n.a.	
60/56	n.a.	2,0	2,3	4,2	3,9	n.a.	2,4	1,9	n.a.	n.a.	
92	2,7	2,5	1,3	1,7	1,6	n.a.	2,1	n.a.	n.a.	n.a.	
84	1,3	2,0	3,5	4,3	2,7	4,7	1,7	1,9	n.a.	n.a.	
90/101	1,5	3,0	1,7	5,3	1,5	9,7	4,7	4,6	3,1	n.a.	
99	n.a.	2,6	0,9	n.a.	n.a.	n.a.	0,8	n.a.	n.a.	n.a.	
83	0,6	1,0	0,7	0,5	n.a.	1,8	1,0	n.a.	n.a.	n.a.	
97	4,3	3,7	3,7	4,7	7,3	3,1	3,5	2,5	3,1	n.a.	
87/115	0,8	1,0	0,9	1,2	1,3	1,9	1,7	n.a.	n.a.	n.a.	
85	n.a.	1,3	1,6	1,8	n.a.	n.a.	1,5	1,9	n.a.	n.a.	
136	0,8	0,9	0,8	0,8	0,8	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	
110	11,3	7,7	8,8	9,3	10,1	6,3	7,6	7,3	11,0	n.a.	
82	1,4	1,1	0,6	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	
151	1,2	1,2	1,2	1,3	2,4	n.a.	3,3	n.a.	n.a.	n.a.	
135	1,2	1,5	2,0	2,1	1,6	n.a.	n.a.	2,8	5,5	n.a.	
107	n.a.	1,5	1,3	0,4	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	
123/149	7,1	5,4	4,9	5,8	6,4	6,1	6,2	6,6	7,9	n.a.	
118	5,3	3,7	3,2	3,3	3,6	3,4	4,2	5,3	7,2	n.a.	
146	n.a.	n.a.	1,0	1,3	n.a.	n.a.	1,6	n.a.	1,7	n.a.	
153	7,8	5,7	5,8	5,4	6,5	5,8	6,7	7,2	8,4	n.a.	
132	1,8	1,8	2,0	1,8	1,8	1,8	1,4	1,6	n.a.	n.a.	
105	1,3	1,5	1,4	0,9	0,8	0,9	0,8	1,1	n.a.	n.a.	
141/179	0,9	0,7	0,7	1,1	1,7	1,3	n.a.	1,1	n.a.	n.a.	
176/137	0,7	1,2	1,1	0,5	1,1	2,2	n.a.	1,6	n.a.	n.a.	
138	9,9	7,3	7,3	6,6	7,8	6,3	7,8	8,6	8,2	n.a.	
158	1,0	0,4	1,1	0,7	0,5	n.a.	0,6	1,5	n.a.	n.a.	
187	1,9	n.a.	0,4	1,4	1,2	n.a.	1,6	n.a.	2,7	n.a.	
183	3,6	n.a.	1,4	0,8	1,6	n.a.	1,4	0,7	n.a.	n.a.	
128	1,0	1,0	1,2	0,8	1,0	n.a.	0,9	1,2	n.a.	n.a.	
185	1,5	1,2	1,2	1,0	0,9	2,6	n.a.	4,6	n.a.	n.a.	
174	3,9	1,8	1,7	1,6	4,2	n.a.	4,7	n.a.	n.a.	n.a.	
177	2,8	2,0	1,2	1,1	0,9	n.a.	1,1	n.a.	n.a.	n.a.	
171/156	1,8	1,8	2,0	1,2	1,1	n.a.	1,2	n.a.	n.a.	n.a.	
173/157	n.a.	2,2	3,2	0,9	1,1	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	
172	1,6	2,0	2,3	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	
180	4,3	2,3	3,4	3,3	3,4	2,2	2,7	6,3	3,6	n.a.	
190/170	n.a.	2,2	1,8	1,2	1,5	1,5	1,4	1,8	n.a.	n.a.	
199	n.a.	0,9	1,8	0,9	1,3	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	
203/196	n.a.	2,5	0,8	1,5	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	
194	n.a.	3,8	2,8	1,3	n.a.	1,7	3,5	n.a.	4,8	n.a.	

ANHANG

Tab. 13 a: Sedimentologische Daten des Kerns 18023

n.a. = nicht analysierbar

Kern: 18023-2									
Seegebiet: Bornholm-Becken									
Schiff: F.S. ALKOR									
Gerät: GKG									
Wassertiefe: 70,3 m									
Teufe (cm)	Wassergehalt (%)	TRG (g/ccm)	Corg (%)	CaCO ₃ (%)	C/N	spez. G. (g/ccm)	Sand (%)	Silt (%)	Ton (%)
0,5	349	0,26	4,6	0,5	7,7	2,52	1,3	66,2	32,5
2,5	335	0,27	4,5	1,1	4,1	2,50	1,0	57,8	41,3
3,5	326	0,28	4,4	1,6	3,8	2,52	1,0	58,8	40,3
4,5	315	0,29	4,2	1,1	8,4	2,57	1,8	52,9	45,3
5,5	319	0,28	4,1	0,4	8,1	2,49	2,4	50,9	46,8
6,5	306	0,30	4,0	2,3	7,5	2,53	3,4	54,6	42,0
7,5	287	0,31	4,0	1,0	7,8	2,53	3,7	52,6	43,8
8,5	288	0,31	3,9	2,1	7,5	2,57	4,6	53,9	41,5
9,5	n.a.	n.a.	4,1	0,3	8,3	n.a.			
10,5	299	0,30	4,0	2,0	8,5	2,55			
11,5	272	0,33	4,1	1,8	7,8	2,47			
12,5	278	0,32	4,3	0,6	8,0	2,57			
13,5	275	0,33	4,2	1,4	7,8	2,46			
14,5	256	0,35	4,1	1,1	7,8	2,52			
15,5	242	0,37	4,0	1,5	8,2	2,51			
16,5	241	0,37	3,9	1,1	5,9	2,54			
17,5	248	0,36	4,1	0,0	7,4	2,49			
18,5	243	0,36	4,2	1,1	7,9	2,50			
19,5	243	0,36	4,3	0,8	7,6	2,50			
20,5	253	0,35	4,2	0,0	8,0	2,54			
21,5	257	0,35	4,0	1,0	8,1	2,49			
22,5	n.a.	n.a.	4,0	1,1	7,9	n.a.			
23,5	n.a.	n.a.	4,4	0,5	6,6	n.a.			
24,5	251	0,36	4,4	0,9	8,1	2,50			
25,5	n.a.	n.a.	4,3	1,2	7,4	n.a.			
26,5	n.a.	n.a.	4,4	0,6	8,1	n.a.			
27,5	n.a.	n.a.	4,2	2,8	7,6	n.a.			
28,5	n.a.	n.a.	4,4	1,1	7,8	n.a.			
29,5	n.a.	n.a.	4,4	1,2	8,0	n.a.			

ANHANG

Tab. 13 b: CB-Gehalte (pg/g TG) des Kerns 18023

n.a. = nicht analysierbar bzw. Gehalt unter Detektionsgrenze von 1 pg/g

CB Nr.	Teufe (cm)					
	0-1	2-3	6-7	8-9	10-11	15-16
16/32	171	138	36	35	n.a.	n.a.
31	113	52	11	17	n.a.	n.a.
28	49	30	9	23	n.a.	n.a.
20/33/53	20	30	5	15	n.a.	n.a.
46	47	42	9	15	n.a.	n.a.
52	104	87	23	14	n.a.	n.a.
44	100	75	24	11	n.a.	n.a.
74	86	77	21	6	n.a.	n.a.
70	162	143	42	24	n.a.	n.a.
66/95	261	224	91	35	117	n.a.
60/56	219	177	46	74	267	n.a.
84	88	47	34	19	51	n.a.
90/101	211	212	117	55	92	n.a.
99	137	103	42	29	39	n.a.
83	233	191	140	81	273	n.a.
97	80	55	26	6	26	n.a.
87/115	117	76	26	17	34	n.a.
110/77	420	435	316	161	485	n.a.
135	59	61	31	24	23	n.a.
123/149	281	166	101	43	110	n.a.
118	264	174	72	32	85	n.a.
153	430	228	181	26	201	n.a.
132/105	92	53	26	19	45	n.a.
141/179	55	53	26	9	36	n.a.
138	638	414	301	110	372	n.a.
158	72	32	26	24	33	n.a.
129/178	45	32	12	37	26	n.a.
187	189	73	55	33	59	n.a.
183	85	37	33	21	37	n.a.
128	211	59	37	18	34	n.a.
174	328	95	53	79	19	n.a.
177	69	n.a.	n.a.	18	39	n.a.
171/156	132	48	38	n.a.	43	n.a.
173/157	375	36	28	107	29	n.a.
172	92	12	n.a.	30	n.a.	n.a.
180	380	127	126	95	118	n.a.
190/170	170	64	56	52	62	n.a.
203/196	66	32	24	16	18	n.a.
194	26	28	17	n.a.	5	n.a.
Summe	6677	4018	2262	1432	2779	

ANHANG

Tab. 13 c: CB-Gehalte (Mol %) des Kerns 18023

n.a. = nicht analysierbar bzw. Gehalt unter Detektionsgrenze von 1 pg/g

CB Nr.	Tiefe (cm)					
	'0-1	'2-3	'6-7	'8-9	'10-11	'15-16
16/32	3,4	4,4	2,1	3,2	n.a.	n.a.
31	2,2	1,7	0,6	1,6	n.a.	n.a.
28	1,0	1,0	0,5	2,1	n.a.	n.a.
20/33/53	0,4	1,0	0,3	1,4	n.a.	n.a.
46	0,8	1,2	0,5	1,2	n.a.	n.a.
52	1,8	2,4	1,2	1,1	n.a.	n.a.
44	1,7	2,1	1,2	0,9	n.a.	n.a.
74	1,5	2,2	1,1	0,5	n.a.	n.a.
70	2,8	4,0	2,2	2,0	n.a.	n.a.
66/95	4,6	6,3	4,7	2,8	4,9	n.a.
60/56	3,8	5,0	2,4	6,0	11,2	n.a.
84	1,4	1,2	1,6	1,4	1,9	n.a.
90/101	3,3	5,3	5,4	4,0	3,4	n.a.
99	2,1	2,6	1,9	2,1	1,4	n.a.
83	3,6	4,8	6,5	5,9	10,2	n.a.
97	1,2	1,4	1,2	0,5	1,0	n.a.
87/115	1,8	1,9	1,2	1,2	1,3	n.a.
110/77	6,6	10,9	14,6	11,7	18,2	n.a.
135	0,8	1,4	1,3	1,6	0,8	n.a.
123/149	4,0	3,8	4,2	2,8	3,7	n.a.
118	4,1	4,4	3,3	2,3	3,2	n.a.
153	6,1	5,2	7,5	1,7	6,8	n.a.
132/105	1,3	1,2	1,1	1,3	1,5	n.a.
141/179	0,8	1,2	1,1	0,6	1,2	n.a.
138	9,0	9,4	12,6	7,3	12,6	n.a.
158	1,0	0,7	1,1	1,6	1,1	n.a.
129/178	0,6	0,7	0,5	2,4	0,9	n.a.
187	2,4	1,5	2,1	2,0	1,8	n.a.
183	1,1	0,8	1,2	1,3	1,1	n.a.
128	3,0	1,4	1,5	1,2	1,2	n.a.
174	4,2	2,0	2,0	4,7	0,6	n.a.
177	0,9	n.a.	n.a.	1,1	1,2	n.a.
171/156	1,9	1,1	1,6	n.a.	1,5	n.a.
173/157	5,3	0,8	1,2	7,1	1,0	n.a.
172	1,2	0,2	n.a.	1,8	n.a.	n.a.
180	4,9	2,6	4,8	5,7	3,7	n.a.
190/170	2,2	1,3	2,2	3,1	1,9	n.a.
203/196	0,8	0,6	0,9	0,9	0,5	n.a.
194	0,3	0,5	0,6	n.a.	0,1	n.a.

ANHANG

Tab. 14 a: Bilanzierung der CB-Gehalte (kg) für das Oder Haff

18036: Oder Haff				TRG		(218 km ²)	
Teufe (cm)	pg/g TG	mg/g Corg	pg/g Corg	(g/ccm)	ng/cm ³	CB (kg)	
0-1	23918	94	254	0,13	3,10	6,8	
1-2	22834	108	212	0,15	3,51	7,6	
2-3	9344	118	79	0,14	1,30	2,8	
3-4	10649	120	89	0,14	1,49	3,2	erechnet
4-5	11953	124	97	0,15	1,76	3,8	
5-6	7876	107	74	0,15	1,16	2,5	erechnet
6-7	3798	89	43	0,17	0,64	1,4	
7-8	3708	88	42	0,17	0,65	1,4	
8-9	5312	104	51	0,18	0,97	2,1	
9-10	3015	100	30	0,18	0,54	1,2	
10-11	3546	91	39	0,25	0,88	1,9	
11-12	3546	37	95	0,25	0,88	1,9	
12-13	2298	50	46	0,24	0,55	1,2	
13-14	2298	60	39	0,24	0,55	1,2	
14-16	0	55	0	0,27	0,00	0,0	
					17,97	39,2 Menge (kg)	

18120: Oder Haff				TRG		(26 km ²)	
Teufe (cm)	pg/g TG	mg/g Corg	pg/g Corg	(g/ccm)	ng/cm ³	CB (kg)	
0-1	19720	79	249	0,16	3,16	0,8	
1-2	19490	76	256	0,18	3,49	0,9	
2-3	15664	76	206	0,20	3,08	0,8	
3-4	18754	82	228	0,20	3,72	1,0	erechnet
4-5	21844	80	274	0,20	4,42	1,1	
5-6	12958	84	153	0,20	2,56	0,7	
6-7	9890	87	114	0,21	2,11	0,5	erechnet
7-8	6821	84	81	0,22	1,51	0,4	
8-9	11356	81	140	0,23	2,58	0,7	erechnet
9-10	15890	77	206	0,23	3,66	1,0	
10-12	36371	81	448	0,23	8,43	2,2	erechnet
12-13	20480	83	247	0,24	4,85	1,3	
13-14	20480	83	248	0,24	4,85	1,3	
14-15	4954	74	67	0,26	1,27	0,3	
15-16	4954	69	72	0,26	1,27	0,3	
16-20	9909	61	162	0,26	2,54	0,7	erechnet
20-22	0	35	0	0,38	0,00	0,0	
					53,50	13,9 Menge (kg)	

18122: Oder Haff				TRG		(200 km ²)	
Teufe (cm)	pg/g TG	mg/g Corg	pg/g Corg	(g/ccm)	ng/cm ³	CB (kg)	
0-1	16640	91	182	0,16	2,63	5,3	
1-2	10510	87	121	0,19	2,02	4,0	
2-3	6280	94	67	0,20	1,28	2,6	
3-4	10038	77	131	0,20	2,03	4,1	
4-5	6775	80	85	0,20	1,37	2,7	
5-6	3096	67	46	0,25	0,78	1,6	
6-7	3063	63	49	0,30	0,90	1,8	
7-8	1886	53	36	0,33	0,62	1,2	
8-9	3153	34	92	0,31	0,99	2,0	
9-12	13227	33	397	0,24	3,17	6,3	errechnet
12-13	5665	54	106	0,20	1,13	2,3	
13-14	5665	59	96	0,20	1,13	2,3	
14-18	11330	65	174	0,20	2,27	4,5	
18-20	0	69	0	0,21	0,00	0,0	
					20,33	40,7 Menge (kg)	

ANHANG

Tab. 14 b: Bilanzierung der CB-Gehalte (kg) für den Greifswalder Bodden für das Achterwasser und die Oder Rinne

18039: Achterwasser								
Teufe	pg/g TG	mg/g Corg	pg/g Corg	ng/g TG	TRG (g/ccm)	ng/cm3	80 km2 CB (kg)	
0-1	6069,	102,	59,	6,1	0,2	1,0	0,8	
1-5	56082,	370,	152,	56,1	0,2	12,6	10,1	errechnet
5-6	21972,	93,	235,	22,0	0,2	5,2	4,2	
6-9	62200,	267,	233,	62,2	0,2	14,9	11,9	errechnet
9-10	19495,	88,	221,	19,5	0,2	4,6	3,6	
10-15	94758,	460,	206,	94,8	0,3	24,3	19,4	errechnet
15-16	18408,	63,	291,	18,4	0,3	5,1	4,1	
16-21	132036,	316,	418,	132,0	0,3	37,2	29,7	errechnet
21-22	34406,	79,	433,	34,4	0,3	9,2	7,4	
22-27	117127,	371,	316,	117,1	0,3	32,6	26,1	errechnet
27-28	12445,	71,	175,	12,4	0,3	3,3	2,6	
						150,0	120,0	Menge (kg)

18041: Greifswalder Bodden								
Teufe	pg/g TG	mg/g Corg	pg/g Corg	ng/g TG	TRG (g/ccm)	ng/cm3	219 km2 CB (kg)	
0-1	1410,	63,	23,	1,4	0,2	0,3	0,6	
1-2	4879,	65,	76,	4,9	0,2	1,1	2,4	
2-3	5248,	62,	84,	5,2	0,2	1,2	2,7	
3-4	5098,	57,	89,	5,1	0,2	1,2	2,7	
4-5	9510,	59,	161,	9,5	0,2	2,3	4,9	
5-6	3362,	60,	56,	3,4	0,2	0,8	1,8	
6-7	6250,	60,	103,	6,3	0,2	1,5	3,3	
7-8	13568,	57,	240,	13,6	0,3	3,5	7,7	
8-9	3039,	52,	58,	3,0	0,3	0,9	1,9	
9-10	3039,	49,	62,	3,0	0,3	0,9	1,9	
10-14	6077,	184,	33,	6,1	0,3	1,6	3,5	errechnet
14-16	0,	29,	0,	0,0	0,5	0,0	0,0	
						15,3	33,5	Menge (kg)

18025: Oder Rinne								
Teufe	pg/g TG	mg/g Corg	pg/g Corg	ng/g TG	TRG (g/ccm)	ng/cm3	128 km2 CB (kg)	
0-1	3267,	43,	77,	3,3	0,4	1,3	1,6	
1-2	3371,	44,	76,	3,4	0,4	1,4	1,9	
2-3	1990,	50,	39,	2,0	0,4	0,9	1,1	
3-4	5717,	52,	110,	5,7	0,5	2,8	3,5	
4-5	2311,	49,	47,	2,3	0,6	1,3	1,6	
5-6	1771,	45,	39,	1,8	0,6	1,1	1,4	
6-7	954,	45,	21,	1,0	0,9	0,9	1,1	
7-8	473,	39,	12,	0,5	0,8	0,4	0,5	
8-9	1749,	36,	48,	1,7	0,7	1,1	1,5	
9-10	3743,	24,	154,	3,7	0,5	1,8	2,3	
10-14	7485,	48,	156,	7,5	0,6	4,6	5,8	errechnet
14-15	0,	16,	0,	0,0	0,7	0,0	0,0	
						17,4	22,3	Menge (kg)

ANHANG

Tab. 14 c: Bilanzierung der CB-Gehalte (kg) für das Arkona- und das Bornholm-Becken

18104: Arkona-Becken								
Teufe	pg/g TG	mg/g Corg	pg/g Corg	ng/g TG	TRG g/cm3	ng/cm3	3876 km2 CB (kg)	
0-1	4266	48	89	4,3	0,2	0,8	32,6	
1-5	18263	183	100	18,3	0,3	4,9	189,4	errechnet
5-6	4865	47	102	4,9	0,3	1,3	50,0	
6-10	17493	192	91	17,5	0,3	5,4	210,2	errechnet
10-11	3881	40	97	3,9	0,3	1,2	47,7	
11-14	10167	141	72	10,2	0,3	3,4	132,0	errechnet
14-15	2897	33	87	2,9	0,3	1,0	38,7	
15-16	2897	33	88	2,9	0,3	1,0	38,7	
16-20	6597	122	54	6,6	0,3	2,2	85,0	errechnet
20-21	402	30	13	0,4	0,4	0,1	5,5	
21-22	402	30	13	0,4	0,4	0,1	5,5	
22-27	2546	175	15	2,5	0,4	0,9	34,9	errechnet
27-28	616	36	17	0,6	0,4	0,2	8,5	
						22,7	878,7	Menge (kg)

18014: Arkona-Becken								
Teufe	pg/g TG	mg/g Corg	pg/g Corg	ng/g TG	TRG g/cm3	ng/cm3	3876 km2 CB (kg)	
0-1	3862	49	79	3,9	0,3	1,2	46,4	
1-5	10128	126	80	10,1	0,4	3,5	137,4	errechnet
5-6	1202	47	26	1,2	0,4	0,5	17,9	
6-7	1202	48	25	1,2	0,4	0,5	17,9	
7-15	7800	298	26	7,8	0,4	3,0	114,9	errechnet
15-16	748	45	17	0,7	0,4	0,3	11,3	
16-17	748	34	22	0,7	0,4	0,3	11,3	
17-24	3926	325	12	3,9	0,5	1,8	71,5	errechnet
24-25	374	35	11	0,4	0,5	0,2	6,9	
25-26	374	35	11	0,4	0,5	0,2	6,9	
26-27	374	35	11	0,4	0,5	0,2	6,9	
27-28	374	35	11	0,4	0,5	0,2	6,9	
28-29	374	35	11	0,4	0,5	0,2	6,9	
						11,9	463,1	Menge (kg)

18021: Bornholm-Becken								
Teufe	pg/g TG	mg/g Corg	pg/g Corg	ng/g TG	TRG g/cm3	ng/cm3	990 km2 CB (kg)	
0-1	1897	35	54	1,9	0,3	0,6	6,2	
1-2	1148	32	35	1,1	0,4	0,4	4,1	
2-3	2414	41	59	2,4	0,4	0,8	8,4	
3-4	1255	42	30	1,3	0,3	0,4	4,3	
4-5	606	45	14	0,6	0,3	0,2	1,8	
5-6	551	41	13	0,6	0,2	0,1	1,3	
6-7	788	40	20	0,8	0,2	0,2	1,9	
7-8	438	40	11	0,4	0,3	0,1	1,1	
8-9	219	45	5	0,2	0,3	0,1	0,6	errechnet
9-10	0	41	0	0,0	0,3	0,0	0,0	
						3,0	29,7	Menge (kg)

BERICHTE AUS DEM INSTITUT FÜR MEERESKUNDE
Verzeichnis der veröffentlichten Arbeiten

(Auskünfte über die vorangegangenen Veröffentlichungen erteilt die Bibliothek)

- 250 (1994) SAYIN, E. Modelling Water and Salt Exchange through the Belt and Sound
- 251 (1994) MEYERHÖFER, M. Plankton-Pigmente und deren Abbauprodukte als Biomarker zur Beschreibung und Abschätzung der Phytoplankton-Sukzession und -Sedimentation im Nordatlantik
- 252 (1994) THETMEYER, H. Respiration von *Gobiusculus flavescens* und *Pomatoschistus minutus* bei spontaner Schwimmaktivität
- 253 (1994) QUACK, B. Leichtflüchtige Halogenkohlenwasserstoffe in der marinen Atmosphäre: Bestand, Herkunft und Massenbilanzen über Nord- und Ostsee
- 254 (1994) REUSCH, T.B.H. Factors structuring the *Mytilus*- and *Zostera*-community in the Western Baltic: an experimental approach (Strukturbestimmende Faktoren für die *Mytilus*- und *Zostera*-Gemeinschaft der westlichen Ostsee: ein experimenteller Ansatz)
- 255 (1994) KOEVE, W. New Production of Phytoplankton in the tropical and subarctic North Atlantic
- 256 (1994) OSCHLIES, A. Assimilation of Satellite Altimeter Data into an Eddy-Resolving Primitive Equation Model of the North Atlantic Ocean
- 257 (1994) DÖSCHER, R. Die thermohaline Zirkulation in einem numerischen Modell des Nordatlantischen Ozeans: quasistationäre Zustände und Adaptationsprozesse
- 258 (1994) KRAUSS, W. Sonderforschungsbereich 133 "Warmwassersphäre des Atlantiks" — Eine Dokumentation —
- 259 (1994) NEHRING, ST. Dinoflagellaten-Dauercysten in deutschen Küstengewässern: Vorkommen, Verbreitung und Bedeutung als Rekrutierungspotential
- 260 (1994) HOLFORT, J. Großräumige Zirkulation und meridionale Transporte im Südatlantik
- 261 (1994) KÖSTER, F.W. Der Einfluß von Bruträubern auf die Sterblichkeit früher Jugendstadien des Dorsches (*Gadus morhua*) und der Sprotte (*Sprattus sprattus*) in der zentralen Ostsee
- 262 (1994) AUF DEM VENNE, H. Zur Verbreitung und ökologischen Bedeutung planktischer Ciliaten in zwei verschiedenen Meeresgebieten: Grönlandsee und Ostsee
- 263 (1995) DETMER, A. Verbreitung, Abundanz und Bedeutung von autotrophem Pico- und Nanoplankton in polaren, temperierten und subtropischen Regionen
- 264 (1995) HUMBORG, CH. Untersuchungen zum Verbleib der Nährstoff-Frachten der Donau
- 265 (1995) DIAZ, H.F.
ISEMER, H.-J. Proceedings of the International COADS Winds Workshop, Kiel, Germany, May 31 — June 2, 1994
(In Verbindung mit National Oceanic and Atmospheric Administration NOAA)
- 266 (1995) WIELAND, K. Einfluß der Hydrographie auf die Vertikalverteilung und Sterblichkeit der Eier des Ostseedorsches (*Gadus morhua callarias*) im Bornholmbecken, südliche zentrale Ostsee

-
- 267 (1995) FUHRHOP, R. Fehleranalyse passiver Mikrowellenmessungen des Special Sensor Microwave / Imager
- 268 (1995) PULFRICH, A. Reproduction and Recruitment in Schleswig-Holstein Wadden Sea Edible Mussel (*Mytilus edulis* L.) Populations
- 269 (1995) HEISE, S. Der Einfluß von Umweltfaktoren auf die Bildung von exopolymerer Substanz (EP) durch ein marines Bakterium
- 270 (1995) SENOCAK, T. Schwermetalluntersuchung an Fischen der deutschen Ostseeküste (Kliesche *Limanda limanda*; Flunder *Platichthys flesus*; Hering *Clupea harengus* und Dorsch *Gadus morhua*)
- 271 (1995) SCHORIES, D. Populationsökologie und Massenentwicklung von *Enteromorpha* spp. (Chlorophyta) im Sylter Wattenmeer
- 272 (1995) KÖRTZINGER, A. Anthropogenes CO₂ im Nordatlantik
Methodische Entwicklungen und Messungen zur Quantifizierung des anthropogenen CO₂-Signals
- 273 (1995) DAHMEN, K. Vertikalverteilung und produktionsbiologische Bedeutung des Mesozooplanktons im Bornholm-Becken (Südliche Ostsee)
- 274 (1995) SCHRADER, M. Ein Dreiskalenmodell zur Berechnung der Reflektivität der Ozeanoberfläche im Mikrowellenfrequenzbereich
- 275 (1995) PALM, H.W. Untersuchungen zur Systematik von Rüsselbandwürmern (Cestoda: Trypanorhyncha) aus atlantischen Fischen
- 276 (1995) PIKER, L. Dynamik der Sulfatatmung und ihre Bedeutung für die Kohlenstoff-Mineralisierung in Ostsee-Sedimenten
- 277 (1995) BLANZ, TH. Dokumentation und Massenbilanz des Chlorbiphenyl-Eintrags der Oder in die Südpommersche Bucht