

G. Schulze und A. Lehmann unter Mitarbeit von F. Handschak,
J. Janetzky und V. Schöne

Verhältnisse der Lufttemperatur im Mittelgebirge der DDR

1. Auflage

(Abhandlungen des Meteorologischen Dienstes der DDR)

1984. 108 Seiten — 29 Abbildungen — 123 Tabellen — 21 × 29,5 cm — 64,— M
Bestell-Nr. 7631969 (2023/131)

Bei der Untersuchung der Lokal- und Mikrokimate sind Studien über die Temperaturverhältnisse von besonderer Bedeutung, besonders wenn sie sich auf Gebiete mit stark gegliedertem Relief, wie z. B. in den Mittelgebirgen, beziehen. In dieser Abhandlung werden die Verhältnisse der Lufttemperatur im Mittelgebirge der DDR betrachtet. Auf Grund der Beobachtungswerte von mehr als 50 Stationen aus dem Mittelgebirgsvorland und aus dem Mittelgebirge für die Zeit von 1951 bis 1975 analysieren die Autoren die Änderungen der Lufttemperatur mit der Höhe über dem Meeresspiegel und berechnen für die entsprechenden Höhen „Normwerte“. Schließlich ermitteln und interpretieren sie die Abweichungen von diesen „Normwerten“ für einzelne Stationen.

Bitte richten Sie Ihre Bestellungen an eine Buchhandlung



AKADEMIE-VERLAG
DDR-1086 Berlin, Leipziger Straße 3—4

ISSN 0067-51

AKADEMIE DER WISSENSCHAFTEN DER DDR
INSTITUT FÜR MEERESKUNDE

15 Juni 1984

BEITRÄGE ZUR MEERESKUNDE

BEGRÜNDET VON

ERICH BRUNS

HERAUSGEGEBEN VON

KLAUS VOIGT

UNTER MITWIRKUNG VON

HANS-JÜRGEN BROSIN, OTTO KOLP,
GÜNTHER SAGER, KLAUS STRIGGOW

HEFT 50

MIT GESAMTINHALTSVERZEICHNIS ZU DEN HEFTEN 1—50



AKADEMIE-VERLAG · BERLIN

1984

AKADEMIE DER WISSENSCHAFTEN DER DDR
INSTITUT FÜR MEERESKUNDE

BEITRÄGE ZUR MEERESKUNDE

Begründet von

ERICH BRUNS

herausgegeben von

KLAUS VOIGT

unter Mitwirkung von

HANS-JÜRGEN BROSIN, OTTO KOLP,
GÜNTHER SAGER, KLAUS STRIGGOW

HEFT 50

Mit 15 Abbildungen und 6 Tabellen

Mit Gesamtinhaltsverzeichnis
zu den Heften 1—50



Inhaltsverzeichnis

I. F. BERESTOVSKIJ, H. J. BROSIN und S. V. VIKTOROV, Internationales Subsatelliten-Experiment in der Ostsee (Kurzmitteilung)	5
W. MATTHÄUS, Zur mittleren jahreszeitlichen Veränderlichkeit von Temperatur und Salzgehalt in der Mecklenburger Bucht	9
K. STRIGGOW und R. DANKERT, Induktive Leitfähigkeitssensoren für die ozeanologische Anwendung — Physikalische Wirkprinzipien, theoretische Grundlagen und die Möglichkeiten zur Eliminierung des Einflusses einer variablen Kernpermeabilität	25
G. SAGER, Annuale Wachstumsschwankungen der Muschel <i>Macoma balthica</i> nach Daten von BACHELET (1980)	43
A. SCHRÖDER, Gesamtinhaltsverzeichnis zu den Heften 1—50 der „Beiträge zur Meereskunde“	51

Erschienen im Akademie-Verlag, DDR-1086 Berlin, Leipziger Straße 3—4

© Akademie-Verlag Berlin 1984

Lizenznummer: 202 · 100/436/84

P 244/82

Printed in the German Democratic Republic

Gesamtherstellung: VEB Druckerei „Thomas Müntzer“, 5820 Bad Langensalza

LSV 1465

Bestellnummer: 763 302 4 (2105/50)

02000

Contents

I. F. BERESTOVSKIJ, H.-J. BROSIN and S. V. VIKTOROV, An international sub-satellite experiment in the Baltic (Short note)	5
W. MATTHÄUS, On the mean seasonal variability of temperature and salinity in the Bay of Mecklenburg	9
K. STRIGGOW and R. DANKERT, Inductive measurement of conductivity in oceanography — physical principles, theoretical analysis and the possibilities for eliminating the influence of a variable permeability	25
G. SAGER, Annual Growth Variations of the Clam <i>Macoma balthica</i> after Data from BACHELET (1980)	43
A. SCHRÖDER, Contents of the numbers 1—50 of "Beiträge zur Meereskunde"	51

Содержание

И. Ф. Берестовский, Х.-Й. Брозин и С. В. Виктор, Международный подспутниковый эксперимент, проведенный на Балтийском море (Краткая информация)	5
В. Маттэус, О средней сезонной изменчивости температуры и солености в Мекленбургском заливе	9
К. Стриггов и Р. Данкерт, Индуктивные датчики электропроводности, применяемые в океанологии — Физические принципы действия, теоретические основы и возможности элиминации влияния изменяющейся проницаемости сердечника	25
Г. Загер, Годичные отклонения роста раковины <i>Macoma balthica</i> по данным BACHELET (1980)	43
А. Шрёдер, Общее содержание выпусков 1—50 журнала „Beiträge zur Meereskunde“	51

Internationales Subsatelliten-Experiment in der Ostsee (Kurzmitteilung)

Von I. F. BERESTOVSKIJ, H.-J. BROSIN und S. V. VIKTOROV

Der Einsatz von Fernerkundungsverfahren gewinnt auch für die Erforschung des Meeres zunehmend an Bedeutung (z. B. ALLAN, 1980; FEDOROV, 1980; NELEPO, 1980; VIKTOROV, 1982). Der gegenwärtige Entwicklungsabschnitt wird bestimmt von der Notwendigkeit, komplexe synchrone Subsatelliten-Experimente durchzuführen, bei denen gleichzeitig mit dem Satellitenüberflug eine Vielzahl von Parametern, die den Zustand der Meeresoberfläche und der Atmosphäre bestimmen, erfaßt werden müssen. Von Forschungsschiffen ausgeführte Anschlußmessungen ermöglichen einen Vergleich mit den Ergebnissen der aerokosmischen Messungen und werden zur Erarbeitung von Methoden zur Bestimmung ozeanologischer Größen aus Satellitenmessungen und zur notwendigen Kalibrierung und Kontrolle der Satellitensensoren benötigt. Messungen und Beobachtungen von Forschungsflugzeugen in verschiedenen Höhen sind ein wesentlicher Bestandteil der Subsatellitenmessungen und ermöglichen u. a. eine bessere Erfassung des Atmosphäreinflusses und eine Anpassung von Fernmeßverfahren an die direkten schiffsgebundenen Messungen (z. B. DRABKIN u. a., 1982).

Die Durchführung von Subsatellitenexperimenten im Meer ist mit erheblichen organisatorischen und technischen Problemen verbunden. So müssen die unterschiedliche räumliche Auflösung der Sensoren an Bord von Satelliten, Flugzeugen und Schiffen, die unterschiedlichen Geschwindigkeiten der einzelnen Geräteträger und die Fragen des operativen Einsatzes der Schiffe und Flugzeuge berücksichtigt werden.

In der zweiten Aprilhälfte 1982 erfolgte in der zentralen Ostsee an der internationalen Station 9 A (56° 06' N, 19° 10' E) ein komplexes internationales Subsatellitenexperiment. An den Untersuchungen waren beteiligt Einrichtungen des Staatlichen Komitees für Hydrometeorologie und Umweltkontrolle der UdSSR, der Akademie der Wissenschaften der DDR und des Meteorologischen Dienstes der DDR. Das Ziel der gemeinsamen Arbeiten bestand in der Gewinnung von Grundlagen für Methoden zur Bestimmung des Zustandes der Meeresoberfläche (einschließlich der Erfassung von Verunreinigungen) und der Verteilung suspendierter Materialien sowie zur Weiterentwicklung von Methoden zur Bestimmung der Wasseroberflächentemperatur vom Flugzeug bzw. Satelliten aus. Gleichzeitig sollten Erfahrungen im Zusammenwirken von Raumflugkörpern, Flugzeugen, Forschungsschiffen und Landstationen gesammelt werden.

Über das Versuchsgebiet verliefen die Bahnen von Satelliten der Systeme „Meteor-2“ und „Meteor-Priroda“. Die Satellitensensoren ermöglichten eine Erfassung des Gebietes im sichtbaren und infraroten Bereich des elektromagnetischen Spektrums mit Auflösungen zwischen 80 und 1000 m. Informationen über die eingesetzten Satelliten und Sensoren finden sich z. B. bei TRIFONOV 1981 a, b und VETLOV 1980. Außerdem erfolgten synchrone

Beobachtungen und Messungen von zwei Flugzeugen des Staatlichen Komitees für Hydrometeorologie und Umweltkontrolle aus verschiedenen Flughöhen bis 6 km. Dabei kamen u. a. eine Multispektralkamera MKF-6 M und ein Infrarotradiometer zum Einsatz. Einbezogen wurden auch die Messungen mehrerer hydrometeorologischer und aerologischer Landstationen. Schiffsgebundene Messungen erfolgten von Bord des Forschungsschiffes „A. v. Humboldt“ durch eine gemeinsame Arbeitsgruppe aus Mitarbeitern des Instituts für Meereskunde der AdW der DDR, des Aerologischen Observatoriums Lindenberg des Meteorologischen Dienstes der DDR und der Leningrader Abteilung des Staatlichen Ozeanographischen Instituts der UdSSR.

Entsprechend der Zielstellung des Experimentes und unter Berücksichtigung internationaler Empfehlungen (z. B. SØRENSEN 1979) wurden folgende Parameter vom Schiff aus bestimmt:

- Seston und Chlorophyll a bzw. Phaeopigmente
- Spektrale Strahlstärke und auf- und abwärts gerichtete Bestrahlungsstärke im Wellenlängenbereich 0,4–1,0 μm über der Meeresoberfläche
- Spektraler Reflexionsgrad der Wasseroberfläche
- Lichtschwächung im Wasser im Wellenlängenbereich 0,38–0,725 μm
- Lichtstreuung im Wasser bei 0,633 μm
- Auf- und abwärts gerichtete Bestrahlungsstärke im Wasser bei 0,435 bzw. 0,545 μm
- Spektraler Transmissionsfaktor der Atmosphäre
- Strahlungstemperatur der Meeresoberfläche
- Temperatur der oberflächennahen Wasserschicht
- Vertikale Verteilung der Wassertemperatur und -dichte

Bei der Planung der Anschlußmessungen mußten die Forderungen an die raum-zeitliche Auflösung berücksichtigt werden, die aus der räumlichen Auflösung der verwendeten Fernerkundungssensoren und aus den zu erwartenden raum-zeitlichen Veränderungen im Versuchsgebiet resultieren. Dabei waren ferner die verfügbaren personellen und technischen Möglichkeiten in Rechnung zu stellen. Unter diesen Bedingungen und im Hinblick auf die Bahndaten der „Meteor“-Satelliten ergab sich die in Abb. 1 dargestellte Konfiguration des Versuchsgebietes. Die Messungen waren so angelegt, daß jeweils eine Umrundung des Gebietes pro Tag erfolgte und die Untersuchungen möglichst immer zum gleichen Zeitpunkt durchgeführt wurden. Während die oberflächennahe Temperatur- und Chlorophyllverteilung kontinuierlich registriert wurden, erfolgten Untersuchungen der vertikalen

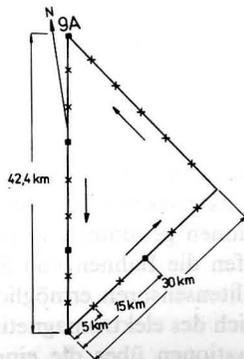


Abb. 1. Lage der vom FS „A. v. Humboldt“ untersuchten Stationen

Temperatur- und Dichteverteilung alle 5 km. Die optischen Messungen wurden bei Sonnenhöhen zwischen 15 und 45° alle 15 km ausgeführt.

Das vorgesehene Programm konnte in vollem Umfang verwirklicht werden, wozu auch die günstigen meteorologischen Verhältnisse während der Arbeiten beitragen. Insbesondere waren synchrone Schiffs- und Flugzeugmessungen beim Überfliegen des Versuchsgebietes mit dem hochauflösenden Scanner „Fragment“ an Bord eines „Meteor“-Satelliten möglich. Auch die vorgesehene operative Funkverbindung zwischen Schiff, Flugzeug und Landstation konnte realisiert werden.

Literatur

- ALLAN, T. D.: Monitoring the sea surface. Proc. Technical Conference on "Use of Data from Meteorological Satellites". — Lannion, France, 17–21 Sept. 1979. ESA SP 143, Oct. 1979, 205–215.
- DRABKIN, V. V.; ALLABERT, A. B.; FLORENSKAJA, M. L.: Zadači i obščie principi organizacii okeanografičeskich aërokosmičeskich poligonov. — Trudy GOIN 166, 1982, 30–36.
- FEDOROV, K. N.: Nadeždy i real'nosti kosmičeskoj okeanologii. — Issledovanie zemli iz kosmosa 1980, 1, 64–77.
- NELEPO, B. A.: Sovremennye problemy sputnikovoj okeanologii. — Issledovanie zemli iz kosmosa 1980, 1, 55–63.
- SØRENSEN, B. M.: Recommendation from the international workshop on remote sensing sea truth data. — International Council for the Exploration of the Sea Council Meeting Warsaw, Poland, 1979, Paper C: 17, 8 pp.
- TRIFONOV, JU. V.: Sputniki serii „Meteor“ prednaznačennye dlja izučenija zemli iz kosmosa. — Issledovanie zemli iz kosmosa 1981, 5, 8–20.
- TRIFONOV, JU. V.: Kompleks tehničeskich sredstv eksperimenta po distancionnomu zondirovaniju zemli iz kosmosa. — Issledovanie zemli iz kosmosa 1981, 5, 21–27.
- VEILOV, I. P.: Kosmičeskaja sistema „Meteor“ na službe gidrometeorologii. — Issledovanie zemli iz kosmosa 1980, 2, 11–27.
- VIKTOROV, S. V.: Kosmičeskaja okeanografija: predmet, sostojanie, perspektivy. — Trudy GOIN 166, 1982, 4–23.

Anschriften der Verfasser:

Dr. I. F. BERESTOVSKIJ
Staatliches Komitee der UdSSR für Hydrometeorologie und Umweltkontrolle
123 376 Moskau

Dr. H.-J. BROSIN
Akademie der Wissenschaften der DDR
Institut für Meereskunde
DDR-2530 Rostock-Warnemünde

Dr. S. V. VIKTOROV
Staatliches Ozeanographisches Institut
Leningrader Abteilung
199 026 Leningrad

Zur mittleren jahreszeitlichen Veränderlichkeit von Temperatur und Salzgehalt in der Mecklenburger Bucht

Von WOLFGANG MATTHÄUS

Zusammenfassung: Die mittlere jahreszeitliche Veränderlichkeit von Temperatur t und Salzgehalt s in der Mecklenburger Bucht wird an Hand von sechs Stationen mit jeweils etwa 50 ozeanologischen Serien aus dem Zeitraum 1969—1981 untersucht. Es zeigt sich eine Abhängigkeit der Jahresgänge sowohl in vertikaler als auch in regionaler Hinsicht. Mittlere Jahreszyklen der t/s -Eigenschaften gestatten eine zusammenfassende Übersicht über die jahreszeitlichen Variationen diskreter Tiefenhorizonte, die durch äußere Kräfte und durch Wechselwirkungen untereinander in regional und jahreszeitlich unterschiedlicher Weise beeinflußt werden. Das oberflächennahe Wasser weist einen einfachen jährlichen Gang beider Parameter, die mittleren Tiefen jedoch auf allen Stationen und das grundnahe Wasser auf den Stationen 020—023 einen jährlichen Gang des Salzgehaltes mit doppelter Periode auf.

Summary: On the basis of six stations with in each case about 50 oceanological series between 1969 and 1981 the mean seasonal variability of temperature t and salinity s in the Bay of Mecklenburg was investigated. The results show vertical and regional variations in the mean seasonal courses. The mean annual cycles of the t/s -properties permit the summarizing view of the seasonal variations at discrete levels which are affected in a regional and seasonal different way by external forces and internal interactions. In the upper water layer there is a simple annual course of both parameters. The intermediate depths, however, show at all stations and the nearbottom waters at the stations 020—023 mean annual courses of salinity with a double period.

Резюме: Средняя сезонная изменчивость температуры t и солености s в Мекленбургском заливе исследуется на основе данных, измеренных на шести станциях, каждая по ок. 50 океанологических серий, за период 1969—1981 гг. Показывается зависимость годовых ходов как по вертикали, так и по районам. Средние годовые циклы свойств t и s позволяют получить сводный обзор о сезонных изменениях в дискретных горизонтах, на которые влияют внешние силы и внутренние взаимодействия различным по пространству и сезонам образом. Приповерхностные воды показывают одинарный годовой ход обоих параметров, а средние глубины на всех станциях и придонные воды на станциях 020—023 — годовой ход солености двойного периода.

1. Einleitung

Die Mecklenburger Bucht als Teilgebiet der Beltsee wird zum Übergangsgebiet zwischen Nord- und Ostsee gerechnet. Über den Fehmarnbelt im Nordwesten hat sie Verbindung zur Kieler Bucht und über die Darßer Schwelle mit einer Satteltiefe von 18 m zur eigentlichen Ostsee. Der zentrale Teil der Bucht mit Tiefen zwischen 20 und 26 m ist relativ eben (Abb. 1).

Bezüglich der sommerlichen Schichtung kann die Mecklenburger Bucht nach WÜST und BROGMUS (1955) zum Typ der engen und flachen Gewässer gezählt werden, die im allgemeinen durch zwei Wasserarten gekennzeichnet sind. Da die Wasserarten im Bereich der

Beltsee nicht durch eine bestimmte Temperatur und einen bestimmten Salzgehalt gekennzeichnet werden können, spricht man nach HELA und KRAUSS (1959) besser von „quasi-permanenten“ Wasserarten. WOLF (1977) identifizierte an Hand von Beobachtungen des Jahres 1953 am Feuerschiff „Fehmarnbelt“ drei quasipermanente Wasserarten, deren Eigenschaften durch innere und äußere Kräfte einer ständigen Veränderung unterliegen. Das aus der Ostsee ausfließende Oberwasser ist durch die Beltseegrenzfläche vom Zwischenwasser getrennt, das gewöhnlich mit dem Einstrom über die Darßer Schwelle in das Arkona-becken gelangt. Die Skagerrak-Grenzfläche trennt das Zwischenwasser vom salzreichen Bodenwasser. Die Verlagerung der beiden Grenzflächen zwischen Katttegat und Darßer Schwelle in Abhängigkeit von Jahreszeit und Wetterlage (KÄNDLER, 1951) sowie die lokalen meteorologischen Bedingungen prägen die thermohalinen Schichtungsverhältnisse in der Mecklenburger Bucht.

Für das Seegebiet der Mecklenburger Bucht sind erhebliche jahreszeitliche Variationen in Temperatur und Salzgehalt charakteristisch, auf die bereits DIETRICH (1948, 1950) aufmerksam machte. Nach seiner Bestimmung der natürlichen Regionen der Nord- und Ostsee auf hydrographischer Grundlage gehört die Mecklenburger Bucht zu den Gebieten, die zeitweise oder das ganze Jahr halin geschichtet sind und in der Deckschicht einen starken, in der Bodenschicht einen regelmäßigen Jahresgang des Salzgehaltes aufweisen. Für die Oberfläche gibt DIETRICH Jahresschwankungen der Temperatur von etwa $15\text{ }^{\circ}\text{C}$ und des Salzgehaltes von $3\text{--}4 \cdot 10^{-3}$ an. Die Jahresmaxima beider Parameter liegen bei etwa

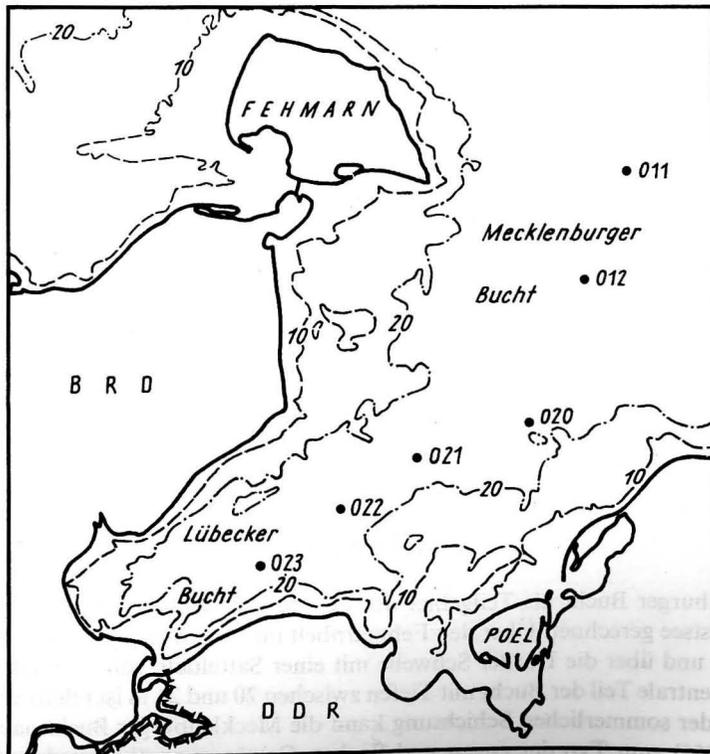


Abb. 1. Lage der Beobachtungsstationen

$17\text{ }^{\circ}\text{C}$ bzw. $10\text{--}15 \cdot 10^{-3}$. Aus der Analyse der Elemente des Jahresgangs der Oberflächentemperatur auf der Basis von Daten aus dem Zeitraum 1906—1938 ergibt sich für das Untersuchungsgebiet ein Jahresmittelwert von $8,5\text{--}9\text{ }^{\circ}\text{C}$ und eine Amplitude der Jahreswelle von $7,75\text{--}8\text{ }^{\circ}\text{C}$ (DIETRICH, 1953). HUPFER (1962) untersuchte die meeresklimatischen Veränderungen in der Beltsee seit 1900 und berechnete u. a. mittlere Jahresgänge der Temperatur und des Salzgehaltes für die Normalperioden 1901/30 und 1931/60 an der Oberfläche und in 15 m Tiefe am Feuerschiff „Gedser Rev“. Schließlich konnte WOLF (1977) zeigen, daß die t/s -Eigenschaften der quasipermanenten Wasserarten im Fehmarnbelt einen charakteristischen jährlichen Zyklus aufweisen. Die vorliegende Untersuchung soll die vom Verfasser an 10 Stationen der zentralen Ostsee durchgeführten Analysen der mittleren jahreszeitlichen Veränderlichkeit von Temperatur (MATTHÄUS, 1977, 1978a) und Salzgehalt (MATTHÄUS, 1978b) ergänzen und eine Charakterisierung der t/s -Eigenschaften der Mecklenburger Bucht an Hand der Elemente des Jahresgangs liefern.

2. Beobachtungsmaterial und Bearbeitungsmethodik

Zur Bearbeitung wurde das Material des Zeitraums 1969—1981 von sechs Stationen aus dem Terminfahrtprogramm des Instituts für Meereskunde Warnemünde herangezogen (Abb. 1, Tab. 1). Die Berechnung der mittleren jahreszeitlichen Veränderlichkeiten erfolgte mit Hilfe der Ausgleichung der Werte durch eine Linearkombination trigonometrischer Funktionen (MATTHÄUS, 1971, 1977), wobei aus den mittleren Fehlern der Amplituden über die Konfidenzintervalle bei einer statistischen Sicherheit von 95% der Ausgleichungsgrad 2 ermittelt wurde.

Tabelle 1
Beobachtungsmaterial (Zeitraum 1969—1981)

Station Nr.	Position		Tiefe (in m)	Anzahl der Serien
	N	E		
011	$54^{\circ} 24,8'$	$11^{\circ} 37,0'$	25	51
012	$54^{\circ} 18,9'$	$11^{\circ} 33,0'$	25	52
020	$54^{\circ} 11,3'$	$11^{\circ} 27,8'$	23	52
021	$54^{\circ} 09,3'$	$11^{\circ} 17,6'$	24	52
022	$54^{\circ} 06,6'$	$11^{\circ} 10,5'$	23	49
023	$54^{\circ} 03,5'$	$11^{\circ} 03,3'$	23	49

3. Ergebnisse der Analysen

3.1. Amplituden

Die Temperatur zeigt in allen Tiefen einen mittleren Jahresgang, dessen Verlauf hier am Beispiel der Stationen 011 im zentralen Teil der Bucht und 023 am Eingang zur Lübecker Bucht dokumentiert werden soll (Abb. 2). An der Zeitachse ist zusätzlich die zur Auswertung herangezogene Anzahl von Serien aufgetragen. An allen Stationen ist eine deutliche

Abhängigkeit des Jahresgangs von der Tiefe erkennbar (vgl. auch Tab. 2), die im inneren Teil der Bucht zunimmt. Diese regionale Abhängigkeit spiegelt sich auch in den Elementen des Jahresgangs.

Der Jahresmittelwert A_0 nimmt von der Oberfläche zum Boden hin ab und an der Oberfläche von Station 011 bis Station 023 von 8,4 bis 9,2 °C zu, während er beispielsweise in 20 m Tiefe von 7,2 auf 6,6 °C zurückgeht (Tab. 2). Ähnliche Variationen zeigt die Amplitude der Jahreshauptwelle A_1 , die an der Oberfläche von 6,8 °C an der Station 011 auf 8 °C an der Station 023 zunimmt und in 20 m von 5,2 auf 4,6 °C zurückgeht. Die Amplituden der halbjährlichen Wellen A_2 sind nur zum Teil signifikant; die nicht signifikanten Werte sind in den Tabellen durch einen Stern (*) gekennzeichnet.

In Abb. 3 ist der mittlere Jahresgang im Salzgehalt dargestellt, der ebenfalls regionale Unterschiede zeigt. Im Winter treten in der inneren Bucht im Mittel vertikale Salzgehaltsdifferenzen zwischen Oberfläche und Meeresgrund von nur $2-3 \cdot 10^{-3}$ auf, während an der Station 011 Differenzen von $6-8 \cdot 10^{-3}$ beobachtet werden. Der Jahresmittelwert A_0 nimmt zu von der Oberfläche zum Boden und an der Oberfläche zwischen Station 011

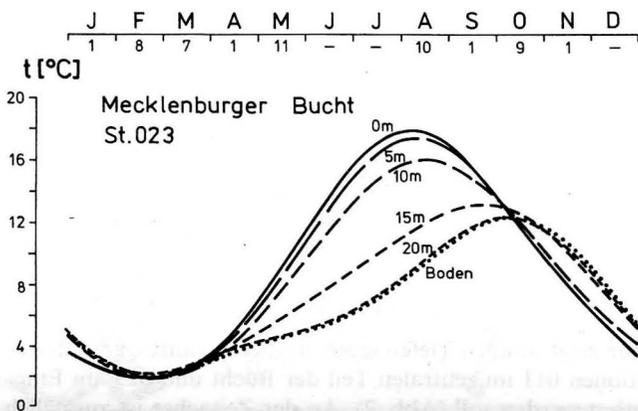
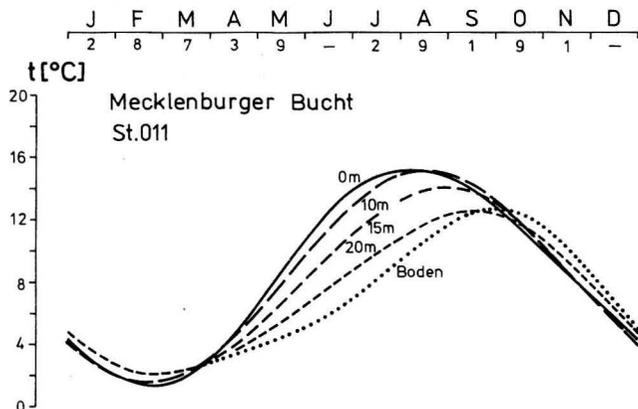


Abb. 2. Mittlerer Jahresgang der Temperatur an den Stationen 011 und 023

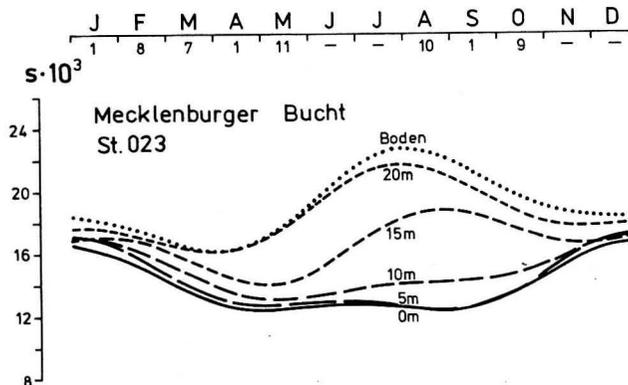
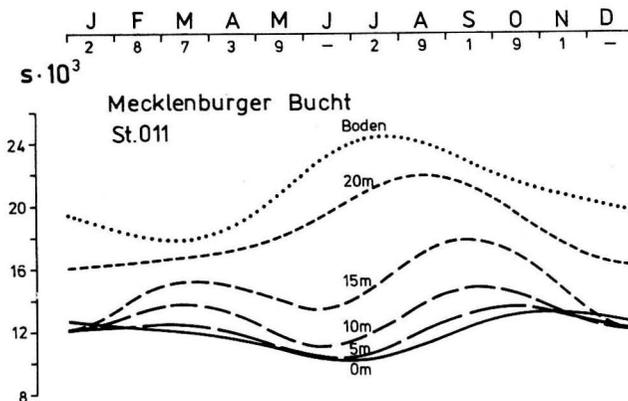


Abb. 3. Mittlerer Jahresgang des Salzgehaltes an den Stationen 011 und 023

und 023 von $11,9 \cdot 10^{-3}$ auf $13,8 \cdot 10^{-3}$. Am Boden geht er von $20,9 \cdot 10^{-3}$ auf Station 011 auf $19,2 \cdot 10^{-3}$ auf 023 zurück (vgl. auch Tab. 3). Die Amplitude A_1 besitzt auf allen Stationen bei 10–15 m die geringsten Werte und am Boden ihre Maxima.

3.2. Beträge und Eintrittszeiten der Extrema

Die Beträge des mittleren Maximums der Temperatur sind in Abhängigkeit von Station und Tiefe in Abb. 4 wiedergegeben. In Tab. 4 sind die Extrema des mittleren Jahresgangs und die beobachteten absoluten Extremwerte sowie ihre Eintrittszeiten für alle sechs Stationen zusammengestellt.

Die Beträge der Maxima gehen von der Oberfläche zum Boden hin um etwa 3–6 °C zurück. Für den Oberflächenbereich ist auch eine beträchtliche regionale Abhängigkeit der mittleren Maxima charakteristisch. Unmittelbar an der Oberfläche nimmt beispielsweise das mittlere Maximum von etwa 15 °C in den küstenfernen Teilen der Bucht (011) bis auf 18 °C im Bereich der Lübecker Bucht zu (Abb. 4). Die Eintrittszeiten liegen bis in 10–15 m im August, von 15 m bis zum Boden zwischen Ende August (011) und Anfang Oktober (023)

Tabelle 2
Amplituden des mittleren Jahresgangs und die mittlere Jahresschwankung der Temperatur

Station 011					Station 021				
z/m	A ₀ /°C	A ₁ /°C	A ₂ /°C	Δt/°C	z/m	A ₀ /°C	A ₁ /°C	A ₂ /°C	Δt/°C
0	8,431	6,833	0,614*)	13,9	0	8,795	7,650	0,672	15,3
5	8,434	6,824	0,583*)	13,8	5	8,702	7,516	0,654	15,0
10	8,254	6,766	0,217*)	13,6	10	8,495	7,274	0,723	14,6
15	7,775	6,156	0,274*)	12,3	15	7,435	5,771	0,767*)	11,8
20	7,239	5,235	0,509*)	10,7	20	6,763	4,787	1,047	10,1
Grund	6,769	4,920	0,973	10,3	Grund	6,534	4,704	1,208	9,8

Station 012					Station 022				
z/m	A ₀ /°C	A ₁ /°C	A ₂ /°C	Δt/°C	z/m	A ₀ /°C	A ₁ /°C	A ₂ /°C	Δt/°C
0	8,628	7,238	0,585	14,5	0	9,014	8,130	0,878	16,3
5	8,638	7,254	0,644	14,6	5	8,870	7,965	0,799	16,0
10	8,494	7,109	0,692	14,2	10	8,332	7,325	0,733	14,7
15	8,112	6,596	0,611	13,2	15	7,009	5,301	1,191	11,4
20	7,197	5,290	0,709*)	10,8	20	6,639	4,674	1,247	10,2
Grund	7,004	4,903	0,695*)	10,1	Grund	6,563	4,816	1,365	10,4

Station 020					Station 023				
z/m	A ₀ /°C	A ₁ /°C	A ₂ /°C	Δt/°C	z/m	A ₀ /°C	A ₁ /°C	A ₂ /°C	Δt/°C
0	8,779	7,760	0,782	15,6	0	9,154	8,033	0,816	16,2
5	8,684	7,551	0,735	15,2	5	8,998	7,793	0,761	15,7
10	8,368	7,036	0,483*)	14,1	10	8,552	7,063	0,460*)	14,1
15	7,231	5,550	0,959	11,6	15	7,359	5,314	0,865	11,1
20	6,705	5,094	1,335	10,8	20	6,609	4,574	1,315	10,1
Grund	6,518	4,878	1,331	10,4	Grund	6,640	4,639	1,307	10,2

*) zum 95%-Niveau nicht signifikant

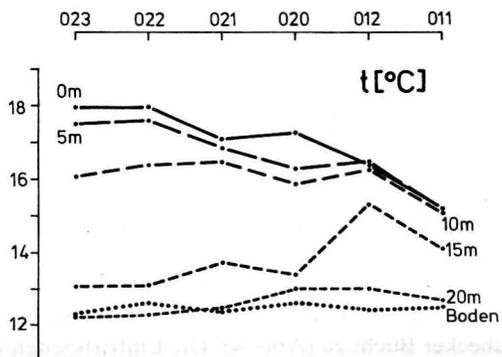


Abb. 4. Beiträge des mittleren Maximums der Temperatur

Tabelle 3
Amplituden des mittleren Jahresgangs und die mittlere Jahresschwankung des Salzgehaltes

Station 011					Station 021				
z/m	A ₀ · 10 ³	A ₁ · 10 ³	A ₂ · 10 ³	Δs · 10 ³	z/m	A ₀ · 10 ³	A ₁ · 10 ³	A ₂ · 10 ³	Δs · 10 ³
0	11,874	1,345	0,481*)	3,1	0	12,888	1,482	0,539*)	3,3
5	12,081	1,068*)	0,756*)	3,1	5	13,498	1,414	0,209*)	2,9
10	12,868	0,685*)	1,295*)	3,6	10	14,421	1,298	0,196*)	2,7
15	14,647	1,524	1,763	5,8	15	16,421	1,495	1,003*)	4,3
20	18,459	2,767	0,755*)	5,8	20	18,774	2,232	1,372	5,7
Grund	20,895	2,910	0,891*)	6,6	Grund	19,977	2,794	1,415	6,8

Station 012					Station 022				
z/m	A ₀ · 10 ³	A ₁ · 10 ³	A ₂ · 10 ³	Δs · 10 ³	z/m	A ₀ · 10 ³	A ₁ · 10 ³	A ₂ · 10 ³	Δs · 10 ³
0	12,047	1,570	0,832*)	4,1	0	13,349	1,595	0,305*)	3,2
5	12,381	1,387	0,895*)	3,9	5	13,703	1,789	0,600*)	3,7
10	13,403	0,696*)	0,759*)	2,6	10	14,675	1,494	1,088*)	4,0
15	15,299	0,824*)	0,413*)	2,1	15	16,605	1,276	1,272	4,5
20	18,042	2,461	0,911*)	5,2	20	18,858	2,326	1,231	6,1
Grund	19,913	4,154	1,153*)	8,6	Grund	19,533	2,646	1,673	7,4

Station 020					Station 023				
z/m	A ₀ · 10 ³	A ₁ · 10 ³	A ₂ · 10 ³	Δs · 10 ³	z/m	A ₀ · 10 ³	A ₁ · 10 ³	A ₂ · 10 ³	Δs · 10 ³
0	12,858	1,150	0,191*)	2,4	0	13,819	1,980	0,891*)	4,3
5	13,527	1,404	0,211*)	2,9	5	14,127	2,154	0,991*)	4,9
10	14,757	1,004*)	0,654*)	2,9	10	14,771	1,696	0,638*)	3,9
15	16,825	1,463	1,508	5,1	15	16,572	1,525	1,238	4,8
20	19,018	2,732	1,632	6,6	20	18,454	2,181	1,154	5,6
Grund	19,398	2,852	1,497	6,8	Grund	19,210	2,610	1,222*)	6,5

*) zum 95%-Niveau nicht signifikant

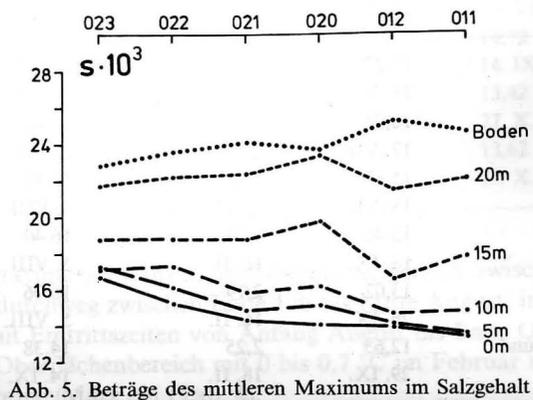


Abb. 5. Beiträge des mittleren Maximums im Salzgehalt

(Tab. 4). Auch die mittleren Minima der Temperatur zeigen eine vertikale Abhängigkeit und betragen 1,3–1,9 °C an der Oberfläche und 2,0–2,6 °C am Boden. Sie treten in allen Tiefen zwischen dem 13. und 26. Februar ein.

Tabelle 4

Extrema des mittleren Jahresgangs und beobachtete Extrema der Temperatur sowie deren Eintrittszeiten

z/m	mittl. Extrema (in °C)		absolute Extrema (in °C)		
	Max.	Min.	Max.	Min.	
Station 011	0	15,20	1,34	18,98	0,08
		6. VIII.	24. II.	31. VII. 73	13. II. 80
	5	15,22	1,39	19,03	0,11
		6. VIII.	25. II.	1. VIII. 75	13. II. 80
	10	15,08	1,52	18,94	0,15
		15. VIII.	23. II.	1. VIII. 75	13. II. 80
	15	14,12	1,78	18,12	0,72
		29. VIII.	22. II.	1. VIII. 75	18. II. 72
	20	12,66	2,01	14,56	1,25
		18. IX.	28. II.	14. IX. 74	21. III. 80
Grund	12,49	2,21	14,53	1,29	
	29. IX.	26. II.	14. IX. 74	21. III. 80	
Station 012	0	16,40	1,88	18,93	0,71
		11. VIII.	20. II.	1. VIII. 73	17. II. 69
	5	16,47	1,91	18,95	0,77
		11. VIII.	22. II.	1. VIII. 73	20. III. 80
	10	16,28	2,04	18,60	0,82
		16. VIII.	22. II.	1. VIII. 75	17. II. 69
	15	15,31	2,11	17,62	0,90
		25. VIII.	21. II.	1. VIII. 75	17. II. 69
	20	13,02	2,21	15,27	1,14
		15. IX.	21. II.	5. VIII. 76	23. III. 76
Grund	12,42	2,35	14,08	1,15	
	22. IX.	27. II.	14. IX. 74	23. III. 76	
Station 020	0	17,27	1,69	19,50	0,23
		11. VIII.	21. II.	2. VIII. 75	18. II. 72
	5	16,93	1,78	19,44	0,25
		12. VIII.	22. II.	2. VIII. 75	18. II. 72
	10	15,87	1,78	18,57	0,39
		18. VIII.	23. II.	4. VIII. 72	18. II. 72
	15	13,40	1,79	16,40	0,64
		18. IX.	16. II.	5. VIII. 76	18. II. 72
	20	13,02	2,19	16,06	1,23
		26. IX.	16. II.	5. VIII. 76	20. III. 80
Grund	12,63	2,25	14,38	1,23	
	29. IX.	18. II.	14. IX. 74	20. III. 80	

Tabelle 4 (Fortsetzung)

z/m	mittl. Extrema (in °C)		absolute Extrema (in °C)		
	Max.	Min.	Max.	Min.	
Station 021	0	17,10	1,77	18,74	0,44
		12. VIII.	18. II.	2. VIII. 75	17. II. 69
	5	16,86	1,82	18,76	0,45
		14. VIII.	18. II.	1. VIII. 73	17. II. 69
	10	16,49	1,94	18,67	0,71
		18. VIII.	21. II.	4. VIII. 72	17. II. 69
	15	13,73	1,91	15,98	0,92
		13. IX.	18. II.	5. VIII. 76	17. II. 69
	20	12,44	2,37	14,01	1,09
		29. IX.	23. II.	14. IX. 74	23. III. 76
Grund	12,39	2,56	13,96	1,21	
	2. X.	25. II.	14. IX. 74	17. II. 69	
Station 022	0	17,97	1,63	18,98	0,03
		9. VIII.	20. II.	13. VIII. 69	18. II. 69
	5	17,60	1,63	19,03	0,01
		11. VIII.	20. II.	13. VIII. 69	18. II. 69
	10	16,38	1,72	18,55	0,02
		20. VIII.	15. II.	4. VIII. 72	18. II. 69
	15	13,10	1,69	14,68	0,33
		23. IX.	13. II.	14. IX. 74	18. II. 69
	20	12,30	2,09	13,56	0,43
		7. X.	24. II.	14. IX. 74	19. II. 72
Grund	12,60	2,18	13,43	0,43	
	6. X.	22. II.	26. X. 76	19. II. 72	
Station 023	0	17,92	1,76	19,14	0,38
		7. VIII.	20. II.	13. VIII. 69	18. II. 69
	5	17,49	1,84	19,21	0,39
		10. VIII.	21. II.	13. VIII. 69	18. II. 69
	10	16,06	1,92	19,24	0,42
		17. VIII.	23. II.	13. VIII. 69	18. II. 69
	15	13,07	1,95	14,72	0,42
		22. IX.	20. II.	14. IX. 74	18. II. 69
	20	12,26	2,17	13,42	0,50
		17. IX.	22. II.	27. X. 76	18. II. 69
Grund	12,30	2,05	13,62	0,71	
	10. X.	26. II.	27. X. 76	18. II. 69	

Die absoluten Maxima schwanken im Oberflächenbereich zwischen 18,6 und 19,5 °C, mit Eintrittszeiten durchweg zwischen Ende Juli bis Mitte August, in Grundnähe zwischen 13,4 und 16,0 °C mit Eintrittszeiten von Anfang August bis Ende Oktober. Die absoluten Minima treten im Oberflächenbereich mit 0 bis 0,7 °C im Februar und in Grundnähe mit 0,4–1,3 °C im Februar/März ein (Tab. 4).

Die Beträge des mittleren Maximums im Salzgehalt sind in Abb. 5 dargestellt. Tab. 5 enthält Angaben über die mittleren und beobachteten absoluten Extrema des Salzgehaltes an den sechs Stationen der Mecklenburger Bucht. In Oberflächennähe zeigt sich eine regionale Abhängigkeit derart, daß die mittleren Maxima in Richtung auf die Lübecker Bucht

Tabelle 5

Extrema des mittleren Jahresgangs und beobachtete Extrema des Salzgehaltes sowie deren Eintrittszeiten

Station	z/m	mittl. Extrema ($s \cdot 10^3$)		absolute Extrema ($s \cdot 10^3$)	
		Max.	Min.	Max.	Min.
Station 011	0	13,31	10,17	16,37	8,04
		6. XI.	28. VI.	11. X. 75	13. VIII. 69
	5	13,48	10,36	16,42	8,08
		13. X.	21. VI.	11. X. 75	13. VIII. 69
	10	14,71	11,12	18,50	8,50
		23. IX.	13. VI.	6. VIII. 76	26. X. 78
	15	17,76	12,01	20,12	10,07
7. IX.		22. XII.	4. VIII. 72	7. V. 75	
20	21,95	16,14	27,83	12,36	
	16. VIII.	7. I.	2. VIII. 80	4. IV. 71	
Grund	24,41	17,82	30,18	13,24	
	22. VII.	10. III.	4. VIII. 72	22. II. 71	
Station 012	0	13,91	9,80	17,34	8,52
		18. X.	19. VI.	10. X. 75	10. V. 73
	5	14,05	10,19	17,83	8,52
		18. X.	23. VI.	10. X. 75	10. V. 73
	10	14,63	12,06	18,58	8,59
		8. X.	22. VI.	10. X. 75	4. VIII. 72
	15	16,49	14,40	24,00	10,33
18. VIII.		18. IV.	2. VIII. 80	7. V. 75	
20	21,41	16,24	28,39	12,36	
	8. VIII.	20. XII.	2. VIII. 80	4. IV. 71	
Grund	25,20	16,63	29,40	13,15	
	28. VII.	21. XII.	4. VIII. 72	23. II. 71	
Station 020	0	13,94	11,56	18,03	8,96
		1. XII.	30. VI.	17. II. 69	2. VIII. 80
	5	15,11	12,25	18,03	9,97
		2. I.	8. VI.	17. II. 69	4. VIII. 72
	10	16,18	13,30	20,71	9,98
		10. I.	5. V.	1. VIII. 78	4. VIII. 72
	15	19,72	14,66	25,07	11,06
7. VIII.		20. IV.	1. VIII. 78	2. IV. 75	
20	23,38	16,78	26,69	12,13	
	5. VIII.	11. IV.	2. VIII. 80	2. IV. 75	
Grund	23,73	16,93	26,91	12,93	
	5. VIII.	3. XII.	2. VIII. 80	8. V. 75	

Tabelle 5 (Fortsetzung)

Station	z/m	mittl. Extrema ($s \cdot 10^3$)		absolute Extrema ($s \cdot 10^3$)	
		Max.	Min.	Max.	Min.
Station 021	0	14,24	10,91	17,84	9,06
		31. X.	22. VI.	17. II. 69	2. VIII. 80
	5	14,82	11,92	17,89	9,98
		30. XI.	26. VI.	17. II. 69	17. X. 72
	10	15,80	13,10	18,55	10,20
		29. XII.	28. V.	14. IX. 74	4. VIII. 72
	15	18,78	14,51	24,15	11,07
19. VIII.		25. IV.	2. VIII. 78	8. V. 75	
20	22,36	16,65	26,75	11,31	
	7. VIII.	12. IV.	4. VIII. 72	8. V. 75	
Grund	24,14	17,35	28,41	13,09	
	1. VIII.	1. IV.	4. VIII. 72	8. V. 75	
Station 022	0	15,25	12,05	17,49	9,48
		17. XII.	26. VI.	3. II. 78	4. VIII. 72
	5	16,09	12,40	17,75	9,49
		21. XII.	4. VIII.	3. II. 78	4. VIII. 72
	10	17,26	13,26	20,25	10,00
		18. IX.	18. IV.	2. VIII. 78	4. VIII. 72
	15	18,80	14,32	21,10	11,49
5. VIII.		18. IV.	2. VIII. 80	8. V. 75	
20	22,15	16,05	26,58	11,56	
	9. VIII.	10. IV.	4. VIII. 72	8. V. 75	
Grund	23,59	16,19	27,91	14,04	
	23. VII.	28. III.	4. VIII. 72	4. IV. 71	
Station 023	0	16,69	12,38	18,17	9,69
		29. XI.	3. V.	3. II. 78	17. X. 72
	5	17,27	12,40	18,19	10,35
		28. XII.	26. VIII.	3. II. 78	17. X. 72
	10	17,03	13,11	19,58	10,49
		5. I.	2. XII.	10. X. 75	4. VIII. 72
	15	18,78	14,00	21,68	11,20
24. VIII.		3. V.	1. VIII. 79	2. IV. 75	
20	21,66	16,06	26,30	11,59	
	9. VIII.	10. IV.	4. VIII. 72	8. V. 75	
Grund	22,82	16,29	27,34	11,59	
	4. VIII.	2. IV.	4. VIII. 72	8. V. 75	

abnehmen. So liegt beispielsweise an der Oberfläche der Station 011 das Maximum bei $13,3 \cdot 10^{-3}$, an der Station 023 bei $16,7 \cdot 10^{-3}$ (Tab. 5). Von der Oberfläche zum Boden nehmen die Maxima des Salzgehaltes regional unterschiedlich zu. In den küstenfernen Teilen liegt die Zunahme bei $11 \cdot 10^{-3}$ (011), in der Lübecker Bucht bei $6 \cdot 10^{-3}$. Die mittleren Maxima im Oberflächenbereich treten zwischen Oktober und Januar, in Grundnähe zwi-

schen Ende Juli und Mitte August ein. Auch die mittleren Minima des Salzgehaltes zeigen eine vertikale Abhängigkeit mit Zunahme zum Meeresgrund von $4-7 \cdot 10^{-3}$. Eine Zusammenstellung der im Zeitraum 1969-1981 beobachteten absoluten Maxima und Minima aller sechs Stationen gibt die Tab. 5.

3.3. Mittlere Jahresschwankung

Die mittleren Jahresschwankungen Δt bzw. Δs von Temperatur und Salzgehalt sind in Abb. 6 und 7 dargestellt bzw. in Tab. 2 und 3 enthalten. Die Jahresschwankung der Temperatur liegt an der Oberfläche zwischen 14 und 16 °C (mit deutlicher regionaler Abhängigkeit), in 15 m Tiefe zwischen 11 und 13 °C und in Grundnähe zwischen 10 und 11 °C. Die Jahresschwankung im Salzgehalt beträgt im Oberflächenbereich $2-4 \cdot 10^{-3}$ und vergrößert sich in Grundnähe auf $6-8 \cdot 10^{-3}$.

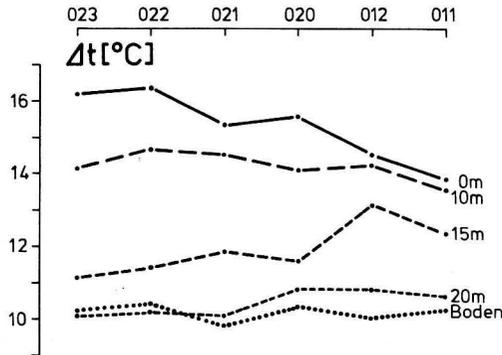


Abb. 6. Mittlere Jahresschwankung der Temperatur

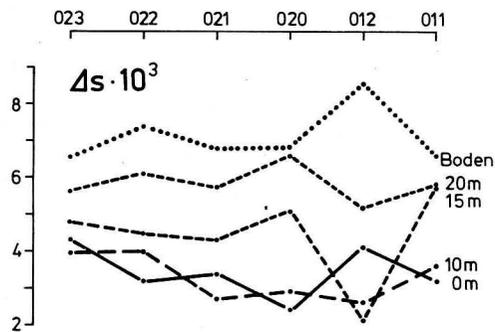


Abb. 7. Mittlere Jahresschwankung im Salzgehalt

3.4. t/s -Eigenschaften diskreter Tiefenhorizonte der Mecklenburger Bucht

Einen zusammenfassenden Überblick über die mittlere jahreszeitliche Veränderlichkeit von Temperatur und Salzgehalt in der Mecklenburger Bucht gestatten die in Abb. 8 dargestellten mittleren Jahreszyklen der t/s -Eigenschaften an allen sechs Stationen. Dabei zeigt die Station 011 große Ähnlichkeit mit den durch WOLF (1977) analysierten Verhältnissen im Fehmarnbelt.

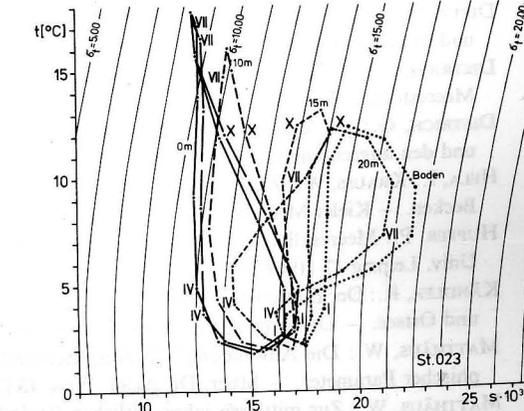
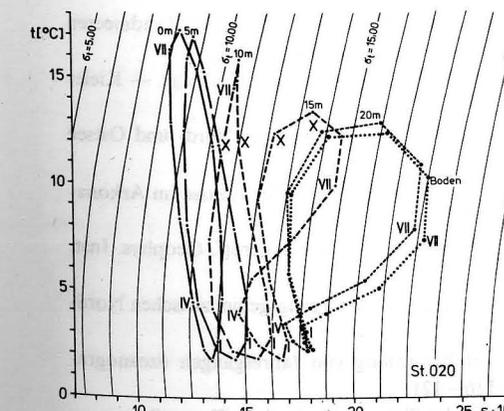
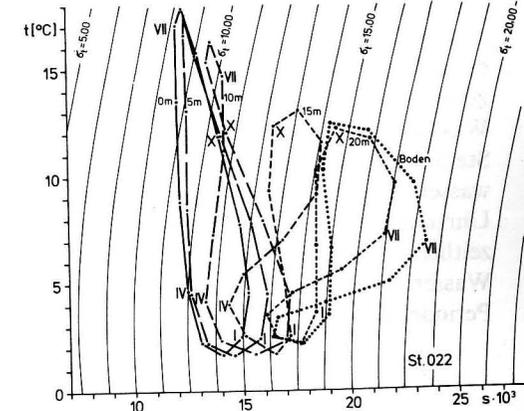
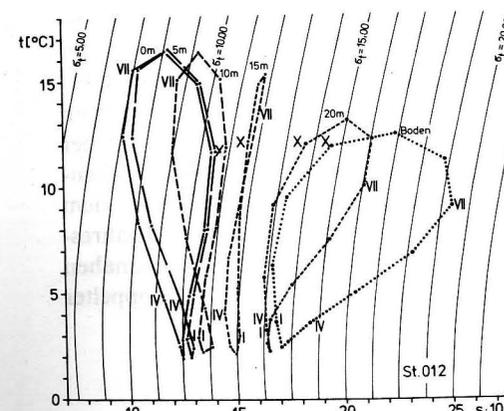
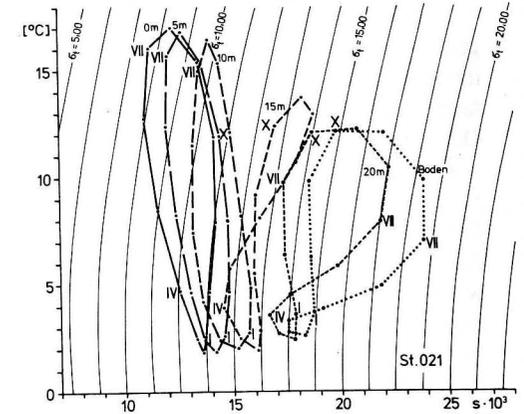
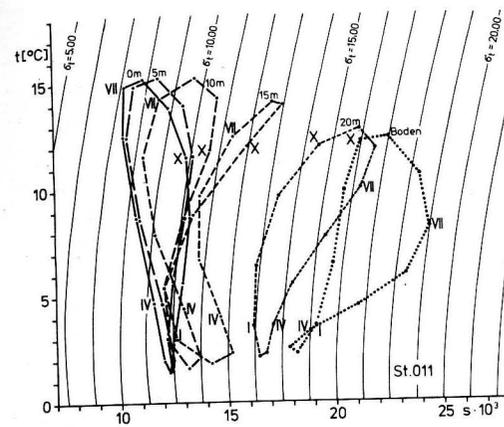


Abb. 8. Mittlerer Jahreszyklus der t/s -Eigenschaften an sechs Stationen der Mecklenburger Bucht

Für alle Stationen typisch ist das Diagramm im Oberflächenbereich. Die infolge der großen jahreszeitlichen Änderungen der Temperatur und der relativ geringen Änderungen im Salzgehalt langgestreckte Form wird im allgemeinen zeitlich im Uhrzeigersinn durchlaufen. Die Verhältnisse im Oberflächenbereich sind typisch für die t/s -Eigenschaften des Oberwassers mit einfachem jährlichen Gang von Temperatur und Salzgehalt.

Für den grundnahen Bereich zeigt sich eine deutliche regionale Abhängigkeit. An den Stationen 011 und 012 wird der Jahreszyklus entgegen dem Uhrzeigersinn durchlaufen. Die Änderungen von Temperatur und Salzgehalt sind im allgemeinen gleichsinnig mit einfachem jährlichen Gang. Je weiter man in Richtung Lübecker Bucht kommt, um so größer wird ein Anteil im Gesamtzyklus, der im Uhrzeigersinn durchlaufen wird. Damit wird mit zunehmender Buchtenlage der Stationen zwischen Januar und April die wachsende Beeinflussung des grundnahen Wassers durch das Oberflächenwasser dokumentiert, die auch in der Scharung der Diagramme zum Ausdruck kommt. Die zeitweilige Beeinflussung durch die Verhältnisse im Oberflächenbereich verursacht im grundnahen Wasser der Stationen 020—023 einen jährlichen Gang des Salzgehaltes mit doppelter Periode.

In mittleren Tiefen (etwa 15 m) ist grundsätzlich eine Zweiteilung des mittleren Jahreszyklus zu beobachten. Während jedoch auf Station 011 die erste Phase von etwa November bis Mai nur gleichsinnig mit den Verhältnissen im grundnahen Wasser entgegen dem Uhrzeigersinn durchlaufen wird, läuft diese Phase an den Stationen 020—023 im gesamten Wasserkörper gleichsinnig ab. In der 2. Phase sind die Verhältnisse umgekehrt. An der Station 011 ist ein gleichsinniger Ablauf im Uhrzeigersinn zwischen 15 m und Oberflächenwasser zu beobachten, an allen übrigen Stationen mit dem grundnahen Wasser entgegen dem Uhrzeigersinn. Die Verhältnisse in den mittleren Tiefen werden in regional und jahreszeitlich unterschiedlicher Weise durch die Bedingungen im oberflächen- oder grundnahen Wasser beeinflusst, so daß grundsätzlich ein Jahresgang des Salzgehaltes mit doppelter Periode auftritt.

Literatur

- DIETRICH, G.: Der jährliche Gang der Temperatur- und Salzgehaltsschichtung in den britischen Randmeeren und in der Nord- und Ostsee. — *Wiss. Ber. Dt. Hydrogr. Inst., Hamburg* (1948), 80 S.
- DIETRICH, G.: Die natürlichen Regionen von Nord- und Ostsee auf hydrographischer Grundlage. — *Kieler Meeresforsch.* 7 (1950), H. 2, 35—69.
- DIETRICH, G.: Die Elemente des jährlichen Ganges der Oberflächentemperatur in der Nord- und Ostsee und den angrenzenden Gewässern. — *Dt. Hydrogr. Z.* 6 (1953), 49—64.
- HELA, I.; KRAUSS, W.: Zum Problem der starken Veränderlichkeit der Schichtungsverhältnisse im Arkona-Becken. — *Kieler Meeresforsch.* 15 (1959), 125—143.
- HUPFER, P.: Meeresklimatische Veränderungen im Gebiet der Beltsee seit 1900. — *Veröff. Geophys. Inst. Univ. Leipzig* 17 (1962), 4, 355—512.
- KÄNDLER, R.: Der Einfluß der Wetterlage auf die Salzgehaltsschichtung im Übergangsbereich zwischen Nord- und Ostsee. — *Dt. Hydrogr. Z.* 4 (1951), 150—160.
- MATTHÄUS, W.: Die Anwendung von Ausgleichsverfahren zur Ermittlung von Jahresgängen ozeanographischer Parameter. — *Mber. Dt. Akad. Wiss.* 13 (1971), 116—121.
- MATTHÄUS, W.: Zur mittleren jahreszeitlichen Veränderlichkeit der Temperatur in der offenen Ostsee. — *Beitr. Meereskunde*, H. 40 (1977), 117—155.
- MATTHÄUS, W.: Regionale Charakterisierung der zentralen Ostsee an Hand von Elementen der mittleren jahreszeitlichen Veränderlichkeit der Temperatur. — *Beitr. Meereskunde*, H. 41 (1978), 49—60. (1978a)

- MATTHÄUS, W.: Zur mittleren jahreszeitlichen Veränderlichkeit des Oberflächensalzgehaltes in der Ostsee. — *Gerlands Beitr. Geophys.* 87 (1978), 369—376. (1978 b)
- WOLF, G.: Über die jahreszeitliche Veränderung der T-S-Eigenschaften quasipermanenter Wasserarten im Fehmarnbelt. — *Beitr. Meereskunde*, H. 39 (1977), 51—59.
- WÜST, G.; BROGMUS, W.: Ozeanographische Ergebnisse einer Untersuchungsfahrt mit Forschungskutter „Südfall“ durch die Ostsee Juni/Juli 1954 (anlässlich der totalen Sonnenfinsternis auf Öland). — *Kieler Meeresforsch.* 11 (1955), 3—21.

Abschluß der Arbeit: 24. 6. 1982

Anschrift des Verfassers:

Dr. sc. nat. WOLFGANG MATTHÄUS
Akademie der Wissenschaften der DDR
Institut für Meereskunde
DDR-2530 Rostock-Warnemünde, Seestr. 15

Induktive Leitfähigkeitssensoren für die ozeanologische Anwendung — Physikalische Wirkprinzipien, theoretische Grundlagen und die Möglichkeiten zur Eliminierung des Einflusses einer variablen Kernpermeabilität

Von KLAUS STRIGGOW und REINHARD DANKERT

Zusammenfassung: In diesem Übersichtsartikel werden für die drei gebräuchlichen Grundformen der induktiven Leitfähigkeitssensoren (einfacher Transformator, Doppeltransformator und Doppeltransformator mit Zusatzschleife) (1.) die physikalische Wirkungsweise erläutert, (2.) der exakte Zusammenhang zwischen der zu bestimmenden Leitfähigkeit und dem elektrischen Ausgangssignal abgeleitet und (3.) die Möglichkeiten zur Eliminierung des Einflusses einer variablen Kernpermeabilität systematisch untersucht.

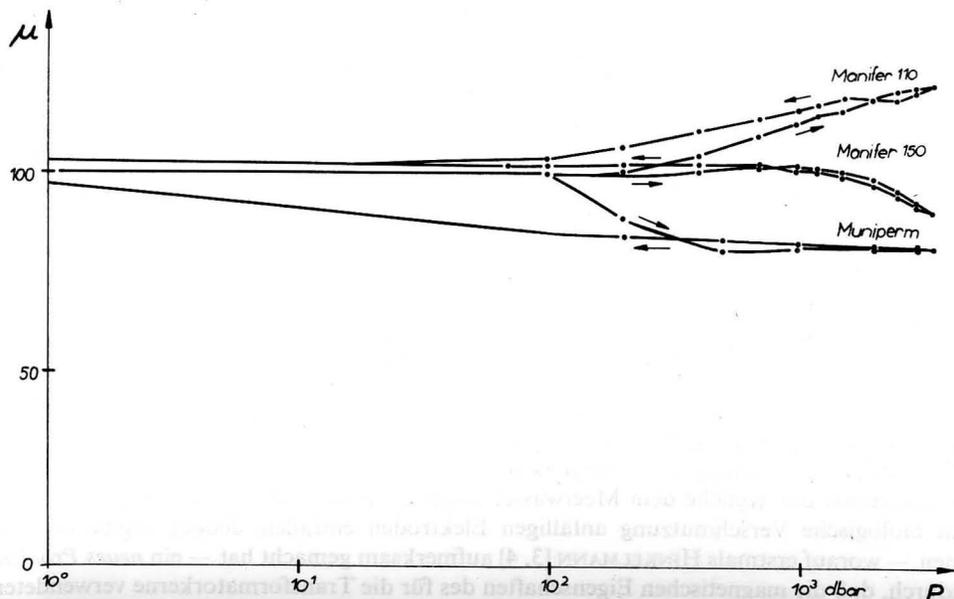
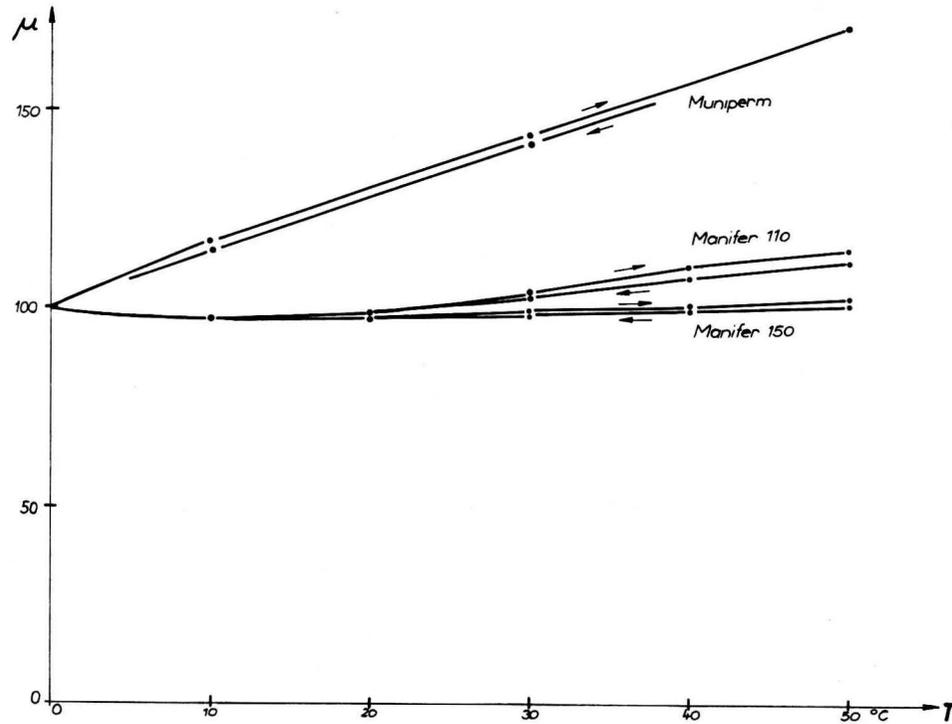
Summary: This review paper deals with three commonly used types of inductive conductivity sensors (single transformer, double transformer and double transformer with an additional loop). The underlying physical principles are explained, the exact relationships between conductivity and sensor output are derived and the possibilities for eliminating the influence of a variable permeability are investigated systematically.

Резюме: В данном обзорном статье для трех употребительных основных форм индуктивных датчиков электропроводимости (обычного трансформатора, двойного трансформатора и двойного трансформатора с дополнительным шлейфом) (1.) объясняется физический принцип действия, (2.) отводится точная связь определяемой электропроводимости с электрическим сигналом на выходе и (3.) систематически исследуются возможности элиминации влияния изменяющейся проницаемости сердечника.

0. Einleitung

Zur Messung der elektrischen Leitfähigkeit von Flüssigkeiten stehen drei verschiedene Typen von Sensoren zur Verfügung: 1. die klassischen, mit zwei oder mehr Elektroden bestückten *Leitfähigkeitzellen*, 2. die mit einem oder zwei Transformatoren arbeitenden *induktiven Leitfähigkeitssensoren* und 3. die *kapazitiven Leitfähigkeitssensoren*. Speziell in der Meeresforschung, wo die Leitfähigkeit zur Ermittlung des Salzgehaltes des Wassers benutzt wird, finden die beiden erstgenannten Typen Verwendung (GINZKEY und ZENK, [1]), wobei der Trend besteht, erstere für Messungen im Laboratorium, letztere für in situ Messungen einzusetzen (DAUPHINEE, [2]). Kapazitive Sensoren haben sich nicht durchsetzen können, da wegen der Kleinheit der Kapazitäten die Verwendung von *hochfrequenten* Wechselspannungen notwendig wird, wodurch sich neue Störeffekte ergeben.

Die induktiv arbeitenden Sensoren sind gegenüber den Leitfähigkeitzellen dadurch ausgezeichnet, daß jegliche dem Meerwasser ausgesetzte und für physikalische, chemische und biologische Verschmutzung anfälligen Elektroden entfallen. Jedoch ergibt sich bei ihnen — worauf erstmals HINKELMANN [3, 4] aufmerksam gemacht hat — ein *neues Problem* dadurch, daß die magnetischen Eigenschaften des für die Transformatorkerne verwendeten



Materials unter den realen, oft rasch wechselnden Umgebungsbedingungen ($-2\text{ °C} \leq T \leq 30\text{ °C}$; $0 \leq p \leq 10^8\text{ Pa}$) nicht konstant sind, da sowohl die Temperatur als auch der hydrostatische Druck die relative Permeabilitätskonstante μ beeinflussen. Der Zusammenhang zwischen T , p und μ ist wegen des zeitlichen Nachhinkens und der auftretenden Hysteresereischeinungen weder eindeutig noch einheitlich für verschiedene Kernwerkstoffe. Abbildung 1 aus den umfangreichen von MÖCKEL [5] und unter dessen Leitung von SCHEFFLER [6] durchgeführten Messungen veranschaulicht diesen komplizierten Sachverhalt.

Daher ergibt sich für den Entwickler derartiger Sensoren die Aufgabe, den Einfluß der quantitativ nicht im einzelnen voraussagbaren Schwankungen der Permeabilitätskonstanten bis zu $\pm 20\%$ und mehr durch geeignete schaltungstechnische Maßnahmen zu beseitigen.

In der vorliegenden Arbeit sollen

- die physikalischen Wirkprinzipien der für die ozeanographische Anwendung bestimmten induktiven Leitfähigkeitssensoren erläutert,
- die in der Literatur bisher nicht zu findenden *exakten* mathematischen Beziehungen zwischen der Leitfähigkeit und dem Sensor-Ausgangssignal abgeleitet und
- die Möglichkeiten zur Eliminierung des Einflusses veränderlicher Permeabilitätskonstanten systematisch untersucht werden.

1. Der einfache Transformator als Leitfähigkeitssensor

1.1. Physikalisches Wirkprinzip

Die einfachste Form des induktiven Leitfähigkeitssensors für flüssige Elektrolyte ist ein Transformator, dessen Sekundärwicklung durch das umgebende Medium (Meerwasser) gebildet wird. Abb. 2a und 2b zeigen den Aufbau mit dem dazugehörigen Schaltbild.

Da der der Leitfähigkeit des Meerwassers direkt proportionale Sekundärstrom einer direkten Messung nicht zugänglich ist, wird der Primärstrom gemessen.

1.2. Theoretische Grundlagen

Die Theorie des Transformators ist in den Lehrbüchern der Theoretischen Elektrotechnik und Theoretischen Physik (s. z. B. WEIZEL [7]) dargelegt. Die grundlegenden Beziehungen¹⁾ für einen Transformator nach Abb. 2 lauten

$$U_1 = Z_{11}I_1 + Z_{12}I_2, \quad (1)$$

$$U_2 = -Z_{12}I_1 - Z_{22}I_2, \quad (2)$$

¹⁾ Komplexe Größen sind durch Fettdruck gekennzeichnet.

Abb. 1. Temperatur- und Druckabhängigkeit der relativen Permeabilität keramischer (Manifer) und metallischer (Muniperm) Kernwerkstoffe (nach MÖCKEL [5] und SCHEFFLER [6]). Anfangswert = 100.

a) Temperaturabhängigkeit

(Man beachte, daß die der Erwärmung und der Abkühlung entsprechenden Kurvenäste nicht bei demselben Temperaturzyklus bestimmt wurden.)

b) Druckabhängigkeit

(Man beachte, daß die Kurven nur bei einer bestimmten Änderungsgeschwindigkeit des Druckes gelten.)

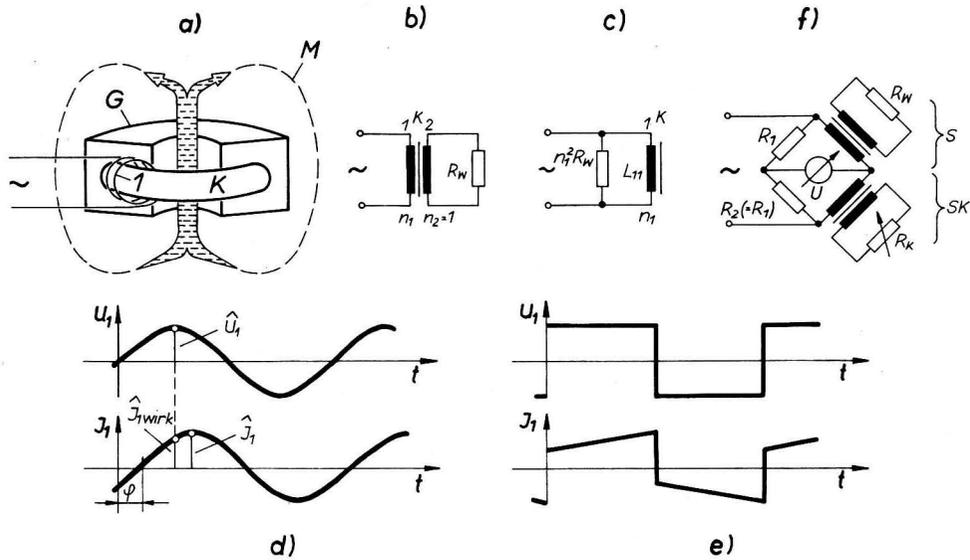


Abb. 2. Der einfache Transformator als Leitfähigkeitssensor

a) Aufbau, b) Schaltbild, c) äquivalenter Zweipol, d) Primärstrom bei sinusförmiger Primärspannung, e) Primärstrom bei rechteckförmiger Primärspannung, f) Brückenschaltung nach SKINNER [8]
 G — Gehäuse; K — Ringkern; 1, 2 — Primär- und Sekundärwicklung; n_1, n_2 — Windungszahlen von 1 und 2 ($n_2 = 1$); M — Meerwasserschleife (= Sekundärwindung); R_W — Widerstand der Wasserschleife; L_{11} — Selbstinduktivität der Primärwicklung; S — Sensor; SK — Kompensationssensor; R_1, R_2 — Brückenwiderstände; U — Nullspannungsindikator

worin

- I_1, U_1 Primärstrom bzw. -spannung
- I_2, U_2 Sekundärstrom bzw. -spannung
- Z_{11}, Z_{22} komplexer Widerstand der Primär- bzw. Sekundärwicklung
- Z_{12} komplexe Gegeninduktivität

bedeuten.

Führt man den (komplexen) Abschlußwiderstand Z der Sekundärwicklung ein, so gilt noch

$$U_2 = Z I_2 \tag{3}$$

Werden alle Größen durch die Primärspannung ausgedrückt, so erhält man

$$U_2 = - \frac{Z Z_{12}}{Z_{11} Z_{22} - Z_{12}^2 + Z Z_{11}} U_1 \tag{4}$$

$$I_2 = - \frac{Z_{12}}{Z_{11} Z_{22} - Z_{12}^2 + Z Z_{11}} U_1 \tag{5}$$

$$I_1 = \frac{Z_{22} + Z}{Z_{11} Z_{22} - Z_{12}^2 + Z Z_{11}} U_1 \tag{6}$$

Den weiteren Rechnungen seien drei vereinfachende Annahmen zugrunde gelegt:

(1.) Die Transformatorwicklungen besitzen weder einen ohmschen Widerstand noch kapazitive Schlüsse, d. h., es ist

$$Z_{11} = j\omega L_{11}; \tag{7}$$

$$Z_{22} = j\omega L_{22} \tag{7}$$

(2.) Der Transformator ist frei von Streuung, d. h.

$$L_{11} L_{22} = L_{12}^2 \tag{8}$$

(3.) Im Kern treten keine Ummagnetisierungsverluste auf.

Die Gleichungen (4) bis (6) nehmen dann die einfache Gestalt

$$U_2 = - \frac{L_{12}}{L_{11}} U_1 \tag{4'}$$

$$I_2 = - \frac{L_{12}}{Z L_{11}} U_1 \tag{5'}$$

$$I_1 = \frac{j\omega L_{22} + Z}{j\omega L_{11} \cdot Z} U_1 \tag{6'}$$

an. Nun gelten bekanntlich für Kerne beliebiger Form, sofern sie nur ohne Luftspalt sind, folgende Proportionalitäten:

$$L_{11} \sim \mu \mu_0 n_1^2; \quad L_{22} \sim \mu \mu_0 n_2^2; \tag{9}$$

$$L_{12} \sim \mu \mu_0 n_1 n_2,$$

worin μ_0 und μ die absolute und die relative Permeabilitätskonstante sind.

Damit ergibt sich aus den Gleichungen (4') bis (6')

$$U_2 = - \frac{n_2}{n_1} U_1 \tag{4''}$$

$$I_2 = - \frac{n_2}{n_1 Z} U_1 \tag{5''}$$

$$I_1 = \left[\frac{1}{(n_1^2/n_2^2) Z} + \frac{1}{j\omega L_{11}} \right] U_1 \tag{6''}$$

Gleichung (4'') drückt das bekannte Ergebnis aus, daß Primär- und Sekundärspannung — unabhängig vom Sekundärstrom — im direkten Verhältnis der Windungszahlen stehen.

²⁾ Hierin ist $j = \sqrt{-1}$ die imaginäre Einheit und $\omega = 2\pi f$ die Kreisfrequenz.

Gleichung (6'') besagt, daß ein sekundärseitig mit dem Widerstand Z belasteter Transformator gleichwertig mit dem leerlaufenden Transformator in Parallelschaltung mit einem Widerstand der Größe $(n_1^2/n_2^2)Z$ ist.

In dem hier betrachteten Spezialfall ist $n_2 = 1$ und $Z = R_w$. Damit erhalten wir endgültig

$$U_2 = -\frac{U_1}{n_1}, \quad (4'')$$

$$I_2 = -\frac{U_1}{n_1 R_w}, \quad (5'')$$

$$I_1 = \left(\frac{1}{n_1^2 R_w} + \frac{1}{j\omega L_{11}} \right) U_1. \quad (6'')$$

Diskussion der Gleichung (6''):

Der in Gleichung (6'') enthaltene Klammerausdruck stellt die Summe zweier Leitwerte dar. Das bedeutet, daß der Leitfähigkeitssensor nach Abb. 2a und 2b sich genau so wie der in Abb. 2c dargestellte Zweipol, bestehend aus einer Induktivität der Größe L_{11} parallel zu einem ohmschen Widerstand der Größe $n_1^2 R_w$, verhält. Hieraus folgt sofort, daß *nur die reelle Komponente des Primärstromes (der sog. Wirkstrom) das Maß für die Leitfähigkeit des umgebenden Mediums, ist und daß die Eigenschaften des Transformator-kernes nur die Blindkomponente des Primärstromes beeinflussen.*

1.3. Möglichkeiten zur Eliminierung des Einflusses variabler Kernpermeabilität

Für die Bestimmung des *Wirkwiderstandes* $n_1^2 R_w$ des Sensors bieten sich verschiedene Varianten an.

Wird der Sensor mit einer *sinusförmigen* Wechselspannung betrieben, so ergeben sich aus der Gleichung (6'') zunächst die folgenden drei Möglichkeiten zur Messung der *Wirkstromamplitude* $\hat{I}_{1 \text{ wirk}}$:

a) Die Amplitude \hat{I}_1 des Primärstromes und seine Phasenverschiebung φ gegen die Primärspannung (Abb. 2d) werden gemessen und daraus die Amplitude des Wirkstromes gemäß

$$\hat{I}_{1 \text{ wirk}} = \hat{I}_1 \cos \varphi$$

berechnet.

b) Der Primärstrom wird im Augenblick des Maximums der Primärspannung getastet (Abb. 2d) und gemessen. Da der Blindstrom in diesem Augenblick gerade verschwindet, stellt der Meßwert die Amplitude des Wirkstromes, $\hat{I}_{1 \text{ wirk}}$, dar.

c) Die Leistungsaufnahme N des Sensors wird mit einem Wattmeter bestimmt und daraus der Wirkstrom gemäß

$$N = \frac{1}{2} \hat{U}_1 \hat{I}_{1 \text{ wirk}}$$

berechnet.

Der Widerstand der Wasserschleife ergibt sich in allen Fällen aus

$$R_w = \hat{U}_1 / (n_1^2 \hat{I}_{1 \text{ wirk}}).$$

Näherungsweise läßt sich der *Wirkwiderstand* $n_1^2 R_w$ auch nach den folgenden Methoden bestimmen:

d) Der *Blindwiderstand* ωL_{11} des Sensors wird viel größer als sein *Wirkwiderstand* gewählt (HINKELMANN, [4])

$$\omega L_{11} \gg n_1^2 R_w.$$

e) Der *Blindwiderstand* ωL_{11} des Sensors wird durch Parallelschaltung eines Kondensators kompensiert. Die Kompensationsbedingung lautet

$$\frac{1}{\omega C} \approx \omega L_{11}.$$

In beiden Fällen folgt aus (6'')

$$I_1 \approx \frac{1}{n_1^2 R_w} U_1.$$

Exakt läßt sich der *Wirkwiderstand* des Sensors auch durch Anlegen einer *rechteckförmigen* Wechselspannung ermitteln:

f) Bei einer rechteckförmigen Spannung stellt sich ein Primärstrom nach Abb. 2e ein. Dieser Stromverlauf resultiert daraus, daß der durch den *Wirkwiderstand* $n_1^2 R_w$ (siehe Ersatzschaltbild gem. Abb. 2c) fließende Strom ebenfalls rechteckförmig ist, während der durch den *Blindwiderstand* fließende abwechselnd und *ohne Sprünge* linear ansteigt und abfällt. Die Amplitude des *Wirkstromes* kann daher direkt aus der *Sprunghöhe des Primärstromes* abgelesen werden.

Ein ganz anderes Verfahren zur Eliminierung des Einflusses der variablen Kernpermeabilität, bei welchem die *Kurvenform* der angelegten Wechselspannung im Prinzip *beliebig* sein darf, wurde von SKINNER [8] entwickelt und für ozeanographische Zwecke angewendet:

g) In der Nähe des eigentlichen Sensors S, aber magnetisch von ihm entkoppelt, wird ein *Kompensationssensor* SK angeordnet. Beide Sensoren stimmen in allen mechanischen und elektrischen Abmessungen überein. Der *Kompensationssensor* unterscheidet sich jedoch von dem eigentlichen Sensor in zwei Punkten:

- Die Öffnung seines Ringkernes ist durch eine isolierende Membran verschlossen, so daß er keinen Strom im Meerwasser verursachen kann.
- Sein Ringkern ist mit einer Sekundärwindung versehen, die mit einem einstellbaren *Kompensationswiderstand* R_k abgeschlossen ist.

Werden S und SK gemäß Abb. 2f in einer Brückenschaltung betrieben, so verschwindet deren *Diagonalspannung* genau dann, wenn R_k gleich dem gesuchten *Widerstand* des Wassers, R_w , ist.

Außer der *statischen* Gleichheit beider Sensoren muß auch ihre *dynamische* Gleichheit gewährleistet sein, weil ozeanographische Meßfühler oft mit Geschwindigkeiten von 1 m/s oder mehr gefiert werden, wobei sich besonders die Umgebungstemperatur sprunghaft ändern kann.

Ein weiteres Verfahren zur Eliminierung des Einflusses der Kernpermeabilität wurde von RUBEN [9] entwickelt:

h) Parallel zur Sensorspule wird ein Galvanometer, das mit einem Gleichrichter in Reihe liegt³⁾ und so nur bei einer negativen Spannung am Sensoreingang einen Ausschlag liefert. Diese Schaltung wird über einen periodisch arbeitenden Unterbrecher mit einer Gleichspannungsquelle verbunden.

Die Wirkungsweise dieser Schaltung kann an Hand des äquivalenten Schaltbildes nach Abb. 2c leicht quantitativ diskutiert werden. Zunächst sei angenommen, daß der Innenwiderstand des Galvanometers unendlich sei.

Wird der Unterbrecher geschlossen, liegt am Sensor die volle (als positiv vorausgesetzte) Batteriespannung U , und der durch die Induktivität fließende Strom wächst, vom Wert 0 beginnend, zeitproportional, wobei er am Ende der „Schließungsphase“, deren Dauer mit T bezeichnet sei, den Wert

$$I^* = UT/L_{11}$$

erreicht. Da sich beim Öffnen des Unterbrechers dieser Strom nicht sprunghaft ändern kann, springt die Spannung an den Klemmen des Sensors zunächst auf den negativen Wert

$$U^* = -n_1^2 R_W I^* = -n_1^2 R_W UT/L_{11}$$

Anschließend klingt sie mit der Zeitkonstanten

$$\tau = L_{11}/(n_1^2 R_W)$$

auf den Wert 0 ab.

Der gesamte negative Spannungsimpuls $\int U dt$ ist nach obigem proportional zu

$$U^* \tau = -UT,$$

also sowohl von R_W als auch von L_{11} unabhängig.

Gehen wir nun zu einem endlichen Galvanometerwiderstand über, so ändert dieses nichts am Spannungsimpuls, da er ja unabhängig vom Widerstand ist. Wegen der Stromaufteilung zwischen dem (transformierten) Galvanometerwiderstand R'_g und dem transformierten Flüssigkeitswiderstand $n_1^2 R_W$ zeigt das Galvanometer jedoch nur den Bruchteil

$$\frac{1/R'_g}{1/R'_g + 1/(n_1^2 R_W)} = \frac{1}{1 + R'_g/(n_1^2 R_W)}$$

des Spannungsimpulses an, der in eindeutiger Weise von dem zu bestimmenden R_W abhängt und unabhängig von der Induktivität der Spule⁴⁾ ist.

³⁾ Der Vollständigkeit halber sei ergänzt, daß RUBEN das Galvanometer nicht an den Eingang des Sensors, sondern an eine als zweite Sekundärwicklung des Transformators dienende weitere Spule gelegt hat. Für die Schaltungsanalyse ist es jedoch bequemer, sich das Galvanometer auf die Primärseite transformiert zu denken.

⁴⁾ RUBEN selbst hat einen kernlosen Transformator verwendet.

2. Der einfache Doppeltransformator als Leitfähigkeitssensor

Der Doppeltransformator wird in zwei Varianten als Leitfähigkeitssensor eingesetzt, die im folgenden als einfacher Doppeltransformator und als Doppeltransformator mit Zusatzschleife bezeichnet werden.

In diesem Abschnitt wird der einfache Doppeltransformator behandelt.

2.1. Physikalisches Wirkprinzip

Der einfache Doppeltransformator, schematisch in Abbildung 3a und 3b dargestellt, besteht aus einem ersten Transformator („driver transformer“, „exciting transformer“), dessen

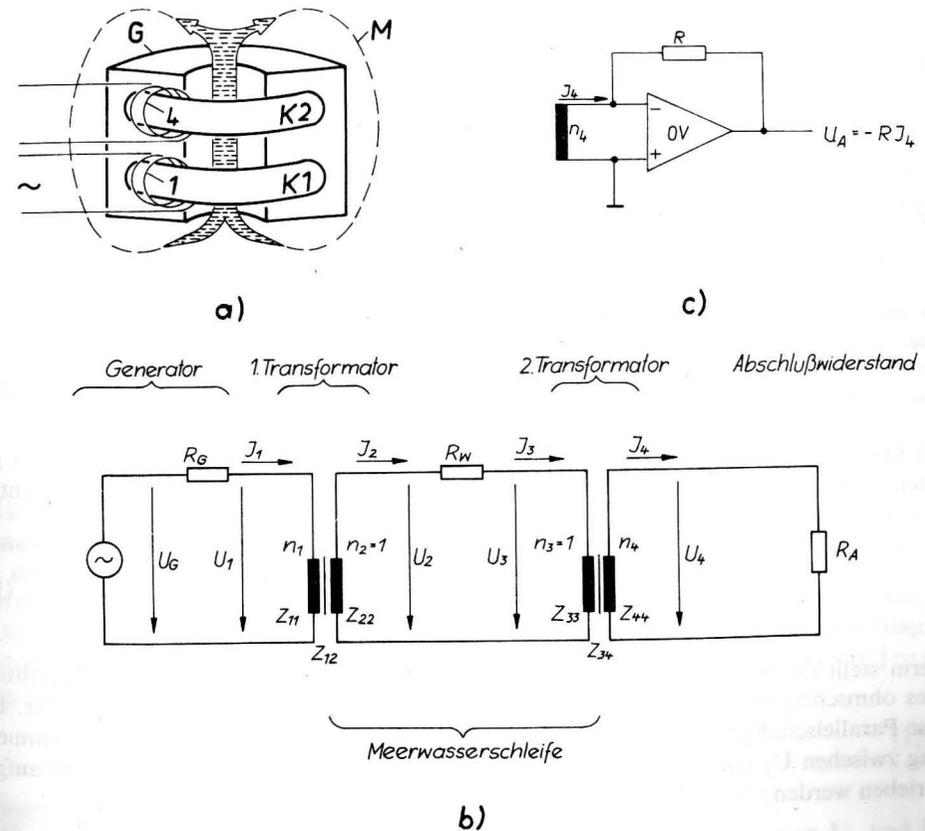


Abb. 3. Der einfache Doppeltransformator als Leitfähigkeitssensor

a) Aufbau, b) Schaltbild, c) Schaltung zur Erzeugung eines virtuellen Kurzschlusses am Ausgang
 G – Gehäuse; K1, K2 – Ringkerne des ersten und zweiten Transformators; 1, 4 – Primärwicklung des ersten und Sekundärwicklung des zweiten Transformators; M – Meerwasserschleife (= Primärwicklung des ersten und Sekundärwicklung des zweiten Transformators); R_W – Widerstand der Wasserschleife; R_A – Abschlußwiderstand; U_G, R_G – Spannung und Innenwiderstand des Generators; $U_1 \dots U_4$ bzw. $I_1 \dots I_4$ – Spannungen an bzw. Ströme in den Transformatorwicklungen; $n_1 \dots n_4$ – Windungszahlen; $Z_{11} \dots Z_{44}$ bzw. $L_{11} \dots L_{44}$ – komplexe Widerstände bzw. Selbstinduktions der Transformatorwicklungen; L_{12}, L_{34} – Gegeninduktion des ersten bzw. zweiten Transformators; OV – Operationsverstärker; R – Gegenkopplungswiderstand; U_A – Ausgangsspannung des Operationsverstärkers

Sekundärwindung durch die auszumessende Flüssigkeit gebildet wird, und einem zweiten Transformator („pickup transformer“), dessen Primärwindung durch dieselbe Flüssigkeitsschleife gebildet wird. Bei dieser Anordnung ist die Ausgangsspannung des zweiten Transformators ein Maß für die Leitfähigkeit der Flüssigkeit.

Um zu verhindern, daß beide Transformatoren durch magnetische und elektrische Streufelder verknüpft werden, werden *Ringkerne*, oft in Verbindung mit einer magnetischen Abschirmung, sowie eine elektrische Abschirmung zwischen ihnen verwendet. Um ferner zu verhindern, daß der vom ersten Transformator induzierte Strom nur teilweise am zweiten wirksam wird, werden beide Ringkern-Transformatoren koaxial auf einem isolierenden Rohr angeordnet.

Dieser einfache Doppeltransformator wurde 1951 von RELIS [10] für ozeanologische Meßzwecke eingeführt und für die gleiche Aufgabe 1960 von WILLIAMS [11] und 1962 von FATT [12] übernommen. EICHHOLZ und BETTENS [13] führten ihn für die metallurgische Industrie ein.

Eine wesentliche Verbesserung gelang 1963 BROWN [14]: Entsprechend dem von HINKELMANN [4] 1958 gegebenen Hinweis, daß der *Kurzschluß-Ausgangsstrom unabhängig von den Induktivitäten* ist, betrieb er den Doppeltransformator mit Hilfe eines gegengekoppelten Operationsverstärkers nach Abbildung 3c im virtuellen Kurzschluß, wobei der Kurzschlußstrom in eine proportionale Spannung umgewandelt wurde.

In dieser Form nach RELIS/HINKELMANN/BROWN hat der einfache Doppeltransformator weite Verbreitung in der Meeresforschung gefunden (z. B. PLESSEY [15], DANKERT und WILL [16], DANKERT [17]).

2.2. Theoretische Grundlagen

Für den Zusammenhang zwischen der Leitfähigkeit der Flüssigkeit und dem Ausgangssignal des Sensors haben verschiedene Autoren unter speziellen Annahmen bezüglich der Größe der Widerstände und Induktivitäten Näherungsformeln abgeleitet; die allgemeingültige Relation fehlt jedoch in der einschlägigen Literatur, obgleich ihre Herleitung nicht schwierig ist.

Wir knüpfen an die im Abschnitt 1.2. gegebene Ableitung an. Überträgt man die dort gegebene Gleichung (6'') auf den zweiten Transformator nach Abb. 3b und berücksichtigt $n_3 = 1$, so ergibt sich

$$I_3 = \left(\frac{1}{R_A/n_4^2} + \frac{1}{j\omega L_{33}} \right) U_3 \equiv \frac{1}{R_p} U_3. \quad (10)$$

Hierin stellt der Klammerausdruck den (komplexen) Leitwert $1/R_p$ der Parallelschaltung eines ohmschen Widerstandes der Größe R_A/n_4^2 und einer Selbstinduktivität L_{33} dar. Da diese Parallelschaltung in Serie mit dem Wasserwiderstand R_w liegt, kann der Zusammenhang zwischen U_2 und U_3 nach der bekannten Relation für Spannungsteiler sofort aufgeschrieben werden:

$$U_3 = \frac{R_p}{R_w + R_p} U_2 = \frac{1}{1 + n_4^2 R_w \left(\frac{1}{R_A} + \frac{1}{j\omega L_{44}} \right)} U_2, \quad (11)$$

wobei $L_{44} = n_4^2 L_{33}$ benutzt wurde.

Berücksichtigt man noch den Zusammenhang zwischen Aus- und Eingangsspannung der beiden Transformatoren (Gl. 4''' und Gl. 4'', angewandt auf den zweiten Transformator), so ergibt sich schließlich

$$U_4 = \frac{n_4}{n_1} \cdot \frac{1}{1 + n_4^2 R_w \left(\frac{1}{R_A} + \frac{1}{j\omega L_{44}} \right)} U_1 \quad (12)$$

Diskussion des Resultates (12):

Das Spannungsübersetzungsverhältnis U_4/U_1 des seewassergekoppelten Doppeltransformators hängt ab von

- dem Windungszahlverhältnis von Sensorausgang zu -eingang n_4/n_1 ,
- dem auf die Ausgangsseite transformierten Widerstand der Wasserschleife $n_4^2 R_w$,
- dem Leitwert der Parallelschaltung von Abschlußwiderstand R_A und Ausgangsinduktivität L_{44} .

$$\frac{1}{R_A} + \frac{1}{j\omega L_{44}}.$$

Es ist also im allgemeinen komplex, das heißt, Ein- und Ausgangsspannung unterscheiden sich in Amplitude *und* Phase. Nur im Sonderfall $R_w = 0$ ist es reell und gleich n_4/n_1 , wie bereits ohne Rechnung zu erwarten ist. Mit wachsendem R_w fällt sein Betrag monoton bis auf den Wert 0 ab, wobei der Phasenwinkel von 0 bis $\arctan(R_A/(\omega L_{44}))$ anwächst (d. h., U_4 eilt gegenüber U_1 voraus).

2.3. Möglichkeiten zur Eliminierung des Einflusses variabler Kernpermeabilität

Bringt man die Gleichung (12) in die Form

$$[(1 + n_4^2 R_w/R_A) - j n_4^2 R_w/(\omega L_{44})] U_4 = \frac{n_4}{n_1} U_1, \quad (12')$$

so ist sofort abzulesen, daß sich U_1 additiv aus zwei um 90° gegeneinander verschobenen Komponenten zusammensetzt, von denen die erste mit U_4 phasengleich ist und *nicht von L_{44} abhängt*. Hieraus ergeben sich sofort drei in der Literatur bisher noch nicht erwähnte Verfahren, um R_w (unverfälscht durch L_{44}) aus der Ausgangsspannung zu bestimmen:

- a) Man messe U_4 und U_1 genau in dem Augenblick, wenn U_4 ihr Maximum durchläuft; diese Meßwerte seien \hat{U}_4 und U_1^* . Da in diesem Augenblick die Komponente $j \dots U_4$ gerade verschwindet, gilt wegen (12')

$$[1 + n_4^2 R_w/R_A] \hat{U}_4 = \frac{n_4}{n_1} U_1^*, \quad (12a)$$

woraus R_w exakt berechnet werden kann.

- b) Man messe die Spitzenwerte \hat{U}_4 und \hat{U}_1 (oder auch die Mittelwerte) von U_4 und U_1 und den Phasenwinkel φ zwischen ihnen. Wegen

$$U_1^* = \hat{U}_1 \cos \varphi$$

gilt

$$[1 + n_4^2 R_w/R_A] \hat{U}_4 = \frac{n_4}{n_1} \hat{U}_1 \cos \varphi. \quad (12b)$$

c) Man kann auch ohne Tastung messen, wenn U_4 und U_1 auf ein mittelndes Multipliziergerät (ähnlich einem Wattmeter) gegeben werden. Für das mittlere Produkt gilt

$$[1 + n_4^2 R_W / R_A] \overline{U_4 U_1} = \frac{n_4}{n_1} \overline{U_1^2} \quad (12c)$$

Bei den bisher bekannt gewordenen Leitfähigkeitssensoren wird nicht der allgemeine Zusammenhang (12) benutzt, sondern drei Sonderfälle:

d) Der Sensor wird kurzgeschlossen: $R_A = 0$.

In diesem Fall ist der Einfluß von L_{44} *exakt* aufgehoben, jedoch wird die Ausgangsspannung gleich null. Der hierbei fließende Kurzschlußstrom

$$I_{4K} = \lim_{R_A \rightarrow 0} U_A / R_A = \frac{1}{n_1 n_4 R_W} U_1 \quad (12d)$$

stellt aber ein geeignetes Maß für die Leitfähigkeit dar, worauf zuerst HINKELMANN [4] hingewiesen hat.

BROWN [14] wandelte mit der in Abbildung 3c gezeigten Schaltung den (virtuellen) Kurzschlußstrom in eine proportionale Spannung

$$U = - \frac{R}{n_1 n_4 R_W} U_1 \quad (12d')$$

und diese mit Hilfe einer speziellen (hier nicht besprochenen) Schaltung in ein *frequenzmoduliertes* (und daher leicht über ein Kabel zum Schiff zu übertragendes) Signal um.

Dieses Verfahren wird auch in dem von DANKERT [17] entwickelten Gerät angewandt.

e) Der Sensor wird mit einem kleinen Ausgangswiderstand abgeschlossen: $R_A \ll \omega L_{44}$.

Mit dieser Voraussetzung vereinfacht sich (12) zu

$$U_4 = \frac{n_4}{n_1} \frac{1}{1 + n_4^2 R_W / R_A} U_1, \quad (12e)$$

was formal mit (12a) übereinstimmt. Mit der zusätzlichen Voraussetzung

$$R_A \ll n_4^2 R_W$$

vereinfacht sich dieses Ergebnis weiter zu

$$U_4 = \frac{R_A}{n_1 n_4 R_W} U_1, \quad (12e')$$

was formal bis auf das Vorzeichen mit (12d') übereinstimmt.

Um ein großes U_4 zu erhalten, darf R_A nicht zu klein sein. Es muß deshalb ωL_{44} hinreichend groß gewählt werden.

Nach diesem Verfahren wurde ein Gerät von DANKERT und WILL [16] entwickelt, wobei die Ausgangsspannung in Anlehnung an BROWN in eine Frequenz umgewandelt wurde.

f) Der Sensor wird mit einem beliebigen (aber endlichen!) Widerstand und einem passenden Parallelkondensator C abgeschlossen:

$$R_A < \infty, \text{ beliebig}; \quad \omega C \approx \frac{1}{\omega L_{44}}$$

In diesem Fall ist in Gleichung (12) der Term $1/R_A$ durch $1/R_A + j\omega C$ zu ersetzen, wonach sich die Terme mit C und L_{44} näherungsweise aufheben. Es ergibt sich daher eine Beziehung zwischen U_4 und U_1 , die mit (12e) übereinstimmt und unter der zusätzlichen Voraussetzung $R_A \ll n_4^2 R_W$ in (12e') übergeht.

Nach diesem Verfahren wurde ein Gerät von ESTERSON und PRITCHARD [20] entwickelt, wobei die Ausgangsspannung mit Hilfe eines selbstabgleichenden Kompensators bestimmt wurde.

Die Varianten d) bis f) führen also, wie die Gleichungen (12d) und (12e') zeigen, auf den gleichen formelmäßigen Zusammenhang zwischen dem zu bestimmenden R_W und den gemessenen Spannungen. Bei e) ist allerdings wegen der Beschränkung auf ein kleines R_A die Amplitude von U_4 nur klein. Bei f) ergeben sich keine Amplitudenprobleme, jedoch ist der technische Aufwand für die exakte kapazitive Kompensation von L_{44} weit größer als für die Schaltung nach Abb. 3c zur Umwandlung des Kurzschlußstromes in eine Spannung. Deshalb ist der Variante d) gegenüber den Varianten e) und f) der Vorzug zu geben.

3. Der Doppeltransformator mit Zusatzschleife als Leitfähigkeitssensor

3.1. Physikalisches Wirkprinzip

Versieht man entsprechend Abbildung 4a und 4b beide Kerne des Doppeltransformators mit je einer zusätzlichen Drahtwindung und

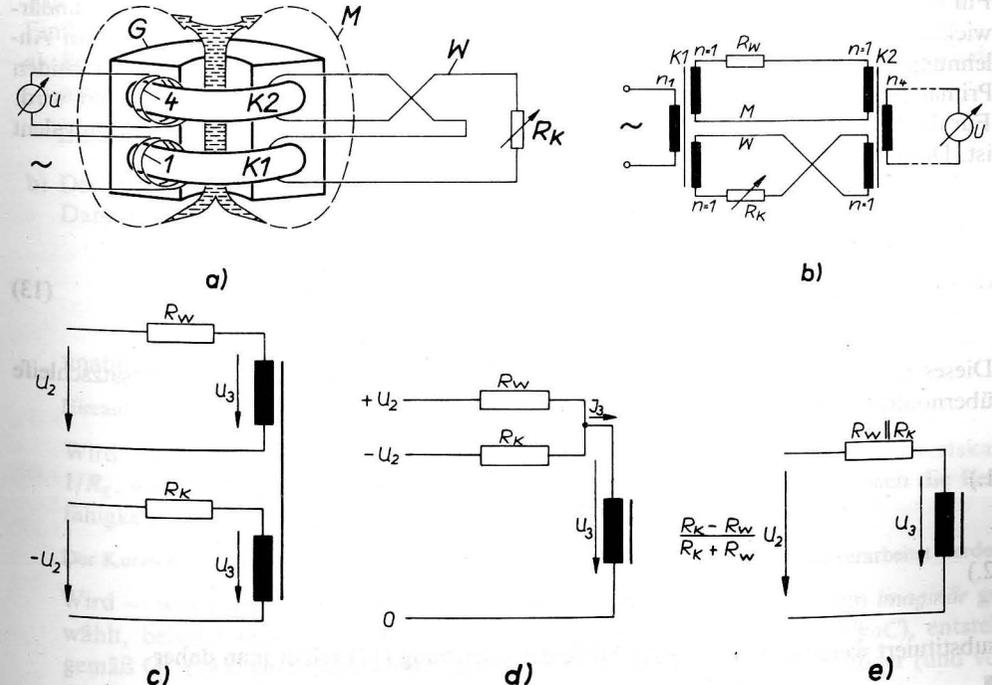


Abb. 4. Der Doppeltransformator mit Zusatzschleife als Leitfähigkeitssensor
 a) Aufbau, b) Schaltbild, c) reale Kopplung der Transformatorwicklungen, d) und e) äquivalente Kopplung
 W – Zusatzschleife; R_K – Kompensationswiderstand; U – Nullspannungsindikator; übrige Bezeichnungen wie in Abb. 3

verbindet sie über einen Kompensationswiderstand R_K so miteinander, daß diese Zusatzschleife W und die Flüssigkeitsschleife M im *Gegentakt* auf den Ausgang des zweiten Transformators wirken, so kann ein Kompensationsverfahren angewendet werden: Die Ausgangsspannung verschwindet genau dann, wenn $R_K = R_W$ ist, *unabhängig von der Permeabilität* der Kerne, der verwendeten Frequenz und der Kurvenform.

Dieser Doppeltransformator mit Zusatzschleife wurde erstmals 1920 von PICCARD und FRIVOLD [18] zur Messung der Leitfähigkeit wäßriger Lösungen im Laboratorium beschrieben, 1956 von GUPTA und HILLS [19] in der chemischen Industrie und von ESTERSON und PRITCHARD [20] in der Meereskunde eingeführt. Bei beiden Geräten findet man aber noch nicht den auf RELIS [10] zurückgehenden und in Abb. 3a und 4a dargestellten gedrängten konstruktiven Aufbau. Dieser Mangel wurde von AAGARD und VAN HAAGEN [21] beseitigt. Den drei letztgenannten Geräten ist gemeinsam, daß sie eine selbstabgleichende Brückenschaltung zur Einstellung des reellen Kompensationswiderstandes verwenden.

Der Doppeltransformator kann aber auch mit *festem* Widerstand R_K in der Zusatzschleife, also *ohne den Abgleich* $R_K = R_W$, zur exakten Messung der Leitfähigkeit verwendet werden, was zuerst von HINKELMANN [3, 4] erkannt und auf verschiedene Weise ausgenutzt wurde: Bei *reellem* R_K ist die *Amplitude des Ausgangs-Kurzschluß-Stromes*, bei *rein imaginärem* R_K die *Phase der Ausgangs-Leerlauf-Spannung* ein geeignetes Maß für die Leitfähigkeit.

3.2. Theoretische Grundlagen

Für die Analyse der Schaltung nach Abb. 4b gehen wir davon aus, daß in beiden Sekundärwicklungen des ersten Transformators die gleiche Spannung induziert wird, die in Anlehnung an Abschnitt 2.2. und Abbildung 3b mit U_2 bezeichnet sei, und ebenfalls in beiden Primärwicklungen des zweiten Transformators die gleiche Spannung, U_3 , induziert wird. Für die Kopplung der Transformatoren ergibt sich also das Bild 4c, was mit 4d äquivalent ist. Daraus folgt für den Primärstrom I_3 des zweiten Transformators

$$I_3 = (U_2 - U_3)/R_W + (-U_2 - U_3)/R_K \\ = \left(\frac{1}{R_W} + \frac{1}{R_K} \right) \left[\frac{R_K - R_W}{R_K + R_W} U_2 - U_3 \right] \quad (13)$$

Dieses Ergebnis bedeutet, daß die Theorie des Doppeltransformators ohne Zusatzschleife übernommen werden kann, wenn

$$1.) \quad U_2 \text{ durch } \frac{R_K - R_W}{R_K + R_W} U_2 \text{ und}$$

$$2.) \quad \frac{1}{R_W} \text{ durch } \frac{1}{R_W} + \frac{1}{R_K}$$

substituiert werden (Abb. 4e). An Stelle der Gleichung (12) erhält man daher

$$U_4 = \frac{n_4}{n_1} \frac{1}{1 + n_4^2 \frac{R_W \cdot R_K}{R_W + R_K} \left(\frac{1}{R_A} + \frac{1}{j\omega L_{44}} \right)} \frac{R_K - R_W}{R_K + R_W} U_1 \quad (14)$$

Diskussion des Resultates (14):

Das Spannungsübersetzungsverhältnis U_4/U_1 des seewassergekoppelten Doppeltransformators hängt ab von

- dem Windungszahlverhältnis von Sensorausgang und -eingang n_4/n_1
- dem auf die Ausgangsseite transformierten Widerstand der Parallelschaltung Wasserwiderstand/Kompensationswiderstand

$$n_4^2 \frac{R_W \cdot R_K}{R_W + R_K}$$

- dem Leitwert der Parallelschaltung von Abschlußwiderstand R_A der Sekundärwicklung des zweiten Transformators und seiner Ausgangsinduktivität L_{44}

$$\frac{1}{R_A} + \frac{1}{j\omega L_{44}}$$

- dem Quotienten

$$\frac{R_K - R_W}{R_K + R_W}$$

3.3. Möglichkeiten zur Eliminierung des Einflusses variabler Kernpermeabilität

Aus der Beziehung (14) lassen sich leicht verschiedene Möglichkeiten zur Eliminierung des Einflusses einer veränderlichen Kernpermeabilität ableiten:

- a) R_K wird reell gewählt und auf den Wert $R_K = R_W$ abgeglichen. Dann verschwindet nach Gl. (14) die Ausgangsspannung U_4 , unabhängig von der Größe L_{44} .

Hierauf beruht das von PICCARD und FRIVOLD eingeführte Verfahren.

- b) Der Ausgang wird kurzgeschlossen: $R_A = 0$
Dann gilt nach (14) für den Ausgangskurzschlußstrom

$$I_{4K} = \frac{1}{n_1 n_2} \left(\frac{1}{R_W} - \frac{1}{R_K} \right) U_1, \quad (14a)$$

unabhängig von irgendwelchen Induktivitäten.

Hierauf begründet sich der HINKELMANNsche Hinweis.

Wird R_K *reell* gewählt, bewirkt er eine Nullpunktverschiebung für die Leitwertskala $1/R_K$, was für solche Anwendungsfälle von Vorteil sein kann, bei denen sich die Leitfähigkeit nur innerhalb eines kleinen Bereiches verändert.

Der Kurzschlußstrom kann in diesem Falle nach dem Muster von BROWN (s. 2.3.d) verarbeitet werden.

Wird — was in der Literatur bisher noch nicht erwähnt wurde — R_K *rein imaginär* gewählt, beispielsweise durch Verwendung eines Kondensators ($R_K = 1/j\omega C$), entsteht gemäß Gl. (14a) eine Phasendrehung zwischen I_{4K} und U_1 , die in eindeutiger (und von L_{44} unabhängiger) Weise von R_W abhängt.

Diese Phasenverschiebung kann in genau der gleichen Weise verarbeitet werden wie im Leerlauf (s. unter (c)).

c) Der Sensor wird im Leerlauf betrieben:

$$R_A = \infty,$$

als Zusatzwiderstand wird ein Kondensator verwendet

$$R_K = \frac{1}{j\omega C},$$

und der Betrag des auf den Ausgang transformierten Widerstandes der Parallelschaltung von Wasserwiderstand und Zusatz-Kondensator wird wesentlich größer gewählt als der Betrag des Widerstandes der Ausgangsinduktivität:

$$\left| n_4^2 \frac{R_W / j\omega C}{R_W + 1/j\omega C} \right| \gg |j\omega L_{44}|.$$

Durch die zuletzt genannte Voraussetzung kann der Summand 1 im Nenner der Gleichung (12) vernachlässigt werden, und man erhält

$$U_4 = \frac{1}{n_1 n_4} j\omega L_{44} \left(\frac{1}{R_W} - j\omega C \right) U_1. \quad (14b)$$

Auch in diesem Fall ist die Phasenverschiebung zwischen U_4 und U_1 von L_{44} unabhängig.

Hierauf beruht das zweite von HINKELMANN gefundene Verfahren, bei dem diese Phasenverschiebung zur Steuerung der Frequenz eines Oszillators verwendet wurde.

d) Auch *tastende* Meßverfahren — ähnlich wie unter 1.3.b und 2.3.a, b beschrieben — können angewendet werden. Beispielsweise sei $R_A = \infty$ (Leerlauf) und $R_K = \text{reell}$. Dann folgt aus (14)

$$\left(1 + n_4^2 \frac{R_W \cdot R_K}{R_W + R_K} \frac{1}{j\omega L_{44}} \right) U_4 = \frac{n_4}{n_1} \frac{R_K - R_W}{R_K + R_W} U_1.$$

Man messe U_4 und U_1 genau in dem Augenblick, wenn U_4 das Maximum durchläuft; diese Meßwerte seien \hat{U}_4 und U_1^* . Hierfür gilt dann

$$\hat{U}_4 = \frac{n_4}{n_1} \frac{R_K - R_W}{R_K + R_W} U_1^*, \quad (14c)$$

woraus sich R_W ergibt.

Die Verfasser danken Herrn Dr. F. MÖCKEL für zahlreiche Anregungen und Diskussionen.

Abschluß des Manuskriptes: 31. 5. 1982

Anschrift der Verfasser:

Dr.-Ing. KLAUS STRIGGOW

Dipl.-Ing. REINHARD DANKERT

Akademie der Wissenschaften der DDR

Institut für Meereskunde

DDR-2530 Rostock-Warnemünde, Seestr. 15

Literatur

- [1] GINZKEY, L.; ZENK, W.: Conductivity Observations in Oceanography. — Draft, prepared for SCOR Working Group 51, May 1980 (To be published in SCOR's CTD-Manual).
- [2] DAUPHINEE, T. M.: Salinometers (bench and *in situ*). — UNESCO ims Newsletter, Number 30, Special issue 1981—82, pp. 3 and 5.
- [3] HINKELMANN, H.: Gerät zur Schnellregistrierung in der Ozeanographie. — Zeitschrift f. angew. Physik IX (1957), Heft 10, S. 505—513.
- [4] HINKELMANN, H.: Ein Verfahren zur elektrodenlosen Messung der elektrischen Leitfähigkeit von Elektrolyten. — Zeitschrift f. angew. Physik X (1958), Heft 11, S. 500—503.
- [5] MÖCKEL, F.: Druck- und Temperaturabhängigkeit der magnetischen Eigenschaften keramischer und metallischer Ringkerne. Unveröffentlichter Untersuchungsbericht, Institut für Meereskunde der AdW der DDR, Rostock-Warnemünde 1971.
- [6] SCHEFFLER, T.: Untersuchung des Temperatur- und Druckverhaltens ausgewählter Ringkerne für induktive Leitfähigkeitsmessung wäßriger Elektrolyte. — Unveröffentlichte Belegarbeit, Sektion Technische Elektronik der Wilhelm-Pieck-Universität Rostock, 1975.
- [7] WEIZEL, W.: Lehrbuch der Theoretischen Physik, Bd. I. — Berlin, Göttingen, Heidelberg: Springer-Verlag 1949.
- [8] SKINNER, D. D.: An In Situ conductivity Meter. — In: Marine Sciences Instrumentation, vol. 2, pp. 25 to 28, New York 1963.
- [9] RUBEN, S.: Electrochemical Testing Device. — US-Patent 1, 610, 971 (14. Dec., 1926).
- [10] RELIS, M. J.: Method and apparatus for measuring the conductivity of an electrolyte. — US-Pat. 2542057 (1951).
- [11] WILLIAMS, J.: A small portable Unit for making in situ Salinity and Temperature Measurements. — Instrument Society of America, Preprint Number 43-NY60, 1960, pp. 1—6.
- [12] FATT, I.: Electrodeless Resistive Probe for Use in Large Bodies of Water. — The Review of Scientific Instruments, vol. 33, No. 4, April 1962, pp. 493—494.
- [13] EICHHOLZ, G. G.; BETTENS, A. H.: Conductimetric Measurement and Control of Acid Concentration in Leach Pulps. — The Canadian Mining and Metallurgical Bulletin, Nov. 1960, pp. 901—907.
- [14] BROWN, N. L.: A proposed in situ salinity sensing system. — In: Marine Science Instrumentation, vol. 2, pp. 19—24, New York 1963.
- [15] PLESSEY ENVIRONMENTAL SYSTEMS. Instruction Manual Model 6015 Conductivity sensor, Nov. 1974.
- [16] DANKERT, R.; WILL, H.: Temperatur- und Leitfähigkeitswandler mit frequenzanalogem Ausgang. — Beiträge zur Meereskunde, Heft 43, S. 23—32, Berlin 1980.
- [17] DANKERT, R.: Tauchender Präzisions-Leitfähigkeit-Meßwandler mit Eignung für die Ozeanographie. — Unveröffentlichter Entwicklungsbericht, Institut für Meereskunde der AdW der DDR, Rostock-Warnemünde, Mai 1980.
- [18] PICCARD; FRIVOLD: Démonstration de courants d'induction produits sans électrodes dans un électrolyte. — Archives Société Suisse de Physique, Vol. 2, Mai—Juin 1920, 264—265.
- [19] GUPTA, S. R.; HILLS, G. J.: A precision electrode-less conductance cell for use at audio frequencies. — J. Scientific Instruments 33 (1956), pp. 313—314.
- [20] ESTERSON, G.; PRITCHARD, D. W.: C.B.I. Salinity-Temperature-Meters. — Coll. Repr. Chesapeake Bay Inst. Contr. No. 29 (1956).
- [21] AAGAARD, E. E.; VAN HAAGEN, R. H.: A Probe Type Induction Conductivity Cell. — In: Marine Sciences Instrumentation, vol. 2, pp. 11—17, New York 1963.

Annuale Wachstumsschwankungen der Muschel *Macoma balthica* nach Daten von BACHELET (1980)

Von GÜNTHER SAGER

Zusammenfassung: Eine Reihe mariner Arten zeigt vor allem unter dem Einfluß von Insolation und Nahrungsangebot jahreszeitliche Schwankungen des Wachstums. Zwar hat BÜCKMANN (1934) bereits auf diese Tatsache gelegentlich Untersuchungen über die Seezunge der Nordsee aufmerksam gemacht, dennoch blieben quantitative Untersuchungen die Ausnahme, weil es schwierig ist, durchgehende Fangserien über zusammenhängende Jahre zu bekommen. Von URSIN (1963) sowie CLOERN und NICHOLS (1978) sind mathematische Methoden versucht worden, die entweder systematische Abweichungen von den Ausgangsdaten oder besondere Schwierigkeiten in der Durchführung mit sich gebracht haben.

Aus diesen Gründen hat der Verfasser kürzlich eine saisonale Modifikation von Wachstumsfunktionen vorgeschlagen (SAGER 1982a). Sie hat im Gegensatz zu den früheren Ansätzen eine allgemeine Gültigkeit und ist nicht auf die Bertalanffy-Funktion des organischen Wachstums als Basisfunktion beschränkt. Darüber hinaus folgt ein mathematischer Ausdruck für den Zuwachs oder die Wachstumsgeschwindigkeit.

Für die Muschel *Macoma balthica* wird die Schalenlänge nach Werten von BACHELET (1980) behandelt, die in der Gironde-Mündung als südlichstem Gebiet der weit verbreiteten Art gewonnen wurden. Diagramme zeigen die aus nichtlinearen Regressionen erhaltenen Verläufe von Wachstum und Zuwachs zusammen mit den Ausgangsdaten.

Summary: Many marine species show seasonal variations of their growth depending mainly on changes of insolation and food availability. Although BÜCKMANN (1934) drew attention to this phenomenon when treating the North Sea sole, quantitative investigations remained rare events due to the difficulties in getting complete catch series over consecutive years. Mathematical approaches were tried by URSIN (1963) and CLOERN and NICHOLS (1978) either yielding systematic deviations from real values or implying special difficulties in handling.

For these reasons the author recently proposed a seasonal modification of growth functions (SAGER 1982a) with general validity in contrast to earlier efforts being restricted to the Bertalanffy function of organic growth. Moreover an expression for the increase or growth velocity can be deduced as a direct consequence.

Practical application is performed for the clam *Macoma balthica* on the basis of values of shell length gained by BACHELET (1980) in the Gironde Estuary as the southernmost area of this widely spread species. Graphs show the annual changes in growth and growth velocity against the basic data as resulting from nonlinear regressions.

Ansätze zur Erfassung saisonaler Wachstumseinflüsse

Bei neueren Untersuchungen zum Wachstum mariner Arten wird in jüngster Zeit zunehmend die Tatsache jahreszeitlicher Unterschiede bei variablen Verhältnissen der Wassertemperatur und damit letztlich der Insolation ins Blickfeld gerückt. Zu dem Ursachenkomplex gehören damit das Nahrungsangebot und teilweise auch der wechselnde Salzgehalt, wodurch die sonst gewohnten Wachstumskurven von saisonalen Schwankungen über-

lagert werden. Das kann zu weniger oder stärker ausgeprägten Perioden mit Reduktion oder gar längerem Stillstand des Wachstums führen.

Wenn diese Eigenschaft erst relativ spät beachtet worden ist, liegt es zum Teil an der Schwierigkeit, langjährige Fangreihen zu erhalten und eine sichere Zuordnung des Alters bei jüngeren und oft auch den selteneren alten Tieren über Schuppen, Ohrensteine oder Wirbelschnitte zu treffen, die alle auf Jahresringe (annulli) hinauslaufen. Dennoch hat BÜCKMANN (1934) bereits eine Kurve des Wachstums der Nordsee-Seezunge (*Solea vulgaris*) mit jährlichen Schwankungen des Längenwachstums für die ♂ und ♀ gegeben, die allerdings noch nicht mathematisch gewonnen worden ist.

Trotz dieses frühen Anstoßes, die Feinstruktur des Wachstums zu beachten, hat man fast drei weitere Jahrzehnte lediglich das Basiswachstum ohne saisonale Einflüsse betrachtet, weil die meisten Meßserien ohnehin viel zu grob waren. Außerdem hatte man mit der Approximation durch einige wenige Wachstumsfunktionen zu tun, für die allenfalls semi-graphische Verfahren zur Verfügung standen. Damit war kaum ein Anreiz gegeben, diese Funktionen auf die Erfassung jahreszeitlicher Wechsel zu modifizieren. Dennoch hat URSIN (1963) den Versuch gemacht, die Wassertemperaturen im Exponenten der Wachstumsfunktion von PÜTTER und v. BERTALANFFY (1920, 1934)

$$W = a - b e^{-ct} \quad (1)$$

einzuführen, um eine annuelle Variation zu berücksichtigen. An die Stelle von c tritt dabei das Produkt aus der Anzahl der Tage pro Monat und der mittleren Monatstemperatur des Wassers, so daß eine Aufspaltung der Funktion (1) in monatlich wechselnde Derivate auftritt, die man mit größerem Aufwand noch etwas weiter treiben kann, etwa bis auf Dekaden, um die auftretenden Sprünge zu reduzieren. Anwendungen findet man bei URSIN (1963) auf *Venus striatula*, THEISEN (1968) für *Mytilus edulis*, MUNCH-PETERSEN (1973) für *Mya arenaria* und BACHELET (1980) bei *Macoma balthica*. Da die modifizierte Kurve bei BACHELET fast ausschließlich unterhalb der Meßwerte bleibt, wird hier die Untersuchung einsetzen.

1978 haben CLOERN und NICHOLS den Vorschlag unterbreitet, in (1) den Parameter c zu einer periodischen Funktion der Zeit zu machen. Die Bestimmung der dann außer a und b noch auftretenden 4 Parameter verlangt eine numerische Integration, die relativ umständlich abzuwickeln ist. Durch die Verlagerung der Modifikation in den Exponenten von (1) ist die entstehende Funktion nicht mehr harmonisch. Als Nachteil muß weiter gelten, daß diese Methode nur für die Pütter/Bertalanffy-Funktion gilt und nicht ohne weiteres bzw. je nach Basisfunktion auch gar nicht analog zu übertragen ist. Als Beispiel haben CLOERN und NICHOLS (1978) *Macoma balthica* und die Seezunge *Hippoglossoides elassodon* mit einigem Erfolg behandelt.

Allgemeine Fassung einer saisonalen Wachstumsvariation

Die Gedanken von BÜCKMANN (1934) sind für den Verfasser Anlaß geworden, nach einer Modifikation zur Erfassung saisonaler Schwankungen zu suchen, die nicht nur für eine bestimmte Wachstumsfunktion gilt, sondern allgemein applikabel ist (SAGER 1982, 1983 a). Bedeutet $W(t)$ eine Funktion des Wachstums mit der Zeit, so darf man unter Annahme einer harmonischen Schwankung im Ablauf eines Jahres, wie sie für eine Reihe von Arten in etwa erfüllt sein dürfte, den Ansatz

$$\tilde{W}(t) = W(t) [1 - k \sin 2\pi(t - t_A)] \quad (2)$$

postulieren, mit dem bei *Nyctiphanes couchii* (Krustazeeen, Euphausiden) nach Daten von GROS und COCHARD (1978) über die Pütter/Bertalanffy-Funktion (SAGER 1983 b) und für die Grundel *Lesueurigobius friesii* nach Werten von GIBSON und EZZI (1978) über die Gompertz-Funktion (SAGER 1983 c) gute bis sehr gute Resultate erzielt werden konnten.

Bei $t = t_A + n/2$ ($n = 0, 1, 2, \dots$) herrscht Identität zwischen Basisfunktion und modifizierter Form (2). Über die Bedingung einer horizontalen Tangente bei Stagnation des Wachstums gewinnt man nach wenigen Rechnungen

$$\tilde{W}(t) = W(t) = \frac{1}{2\pi} \dot{W}(t) \sin 2\pi(t - t_A). \quad (3)$$

Hat man statt eines Stillstands nur eine Drosselung des Wachstums, wird die Annahme gemacht, daß $\tilde{W}(t)$ in den Zeitpunkten des geringsten Zuwachses einem Bruchteil der Zuwachsfunktion $\dot{W}(t)$ entspricht, woraus dann die Zuordnung

$$\tilde{W}(t) = W(t) = \frac{1 - \varepsilon}{2\pi} \dot{W}(t) \sin 2\pi(t - t_A) \quad (4)$$

folgt. Für $\varepsilon = 1$ existieren keine annualen Variationen, bei $\varepsilon = 0$ wird der Grenzfall mit Stagnation in den Zeitpunkten $t_A + n/2$ erreicht.

Hält die Stagnation länger an, was sich bei einigen maritimen Arten über Monate erstrecken kann, muß (4) nochmals modifiziert werden, womit der Verfasser zur Zeit befaßt ist. Für *Macoma balthica* und zahlreiche andere Arten darf (4) als ausreichend angesehen werden, wozu die Zuwachsfunktion

$$\tilde{\dot{W}}(t) = \dot{W}(t) \left[1 - (1 - \varepsilon) \cos 2\pi(t - t_A) - \frac{1 - \varepsilon}{2\pi} \ddot{W}(t) \sin 2\pi(t - t_A) \right] \quad (5)$$

gehört. Im Sonderfall der Pütter/Bertalanffy-Funktion (1) erhält man

$$\tilde{W} = a - b e^{-ct} \left[1 + \frac{1 - \varepsilon}{2\pi} c \sin 2\pi(t - t_A) \right] \quad (4a)$$

und

$$\tilde{\dot{W}}(t) = bc e^{-ct} \left[1 + \frac{1 - \varepsilon}{2\pi} c \sin 2\pi(t - t_A) - (1 - \varepsilon) \cos 2\pi(t - t_A) \right]. \quad (5a)$$

Bei der Abschätzung der Parameterstartwerte für die nichtlineare Regression zur Approximation einer Punktfolge bestimmt man a , b und c am besten aus 3 äquidistanten Punkten, die einer visuell durch die Folge der Meßwerte gelegten Kurve entnommen werden. Es gelten dann (SAGER, 1978)

$$a \approx \frac{W_1 W_3 - W_2^2}{W_1 - 2W_2 + W_3}, \quad c \approx \frac{1}{\Delta t} \ln \frac{W_2 - W_1}{W_3 - W_2}, \quad (6)$$

$$b \approx (a - W_i) e^{ct_i} \quad (i = 1, 2 \text{ und } 3).$$

Für den Parameter ε existiert die Relation

$$\varepsilon = \frac{\tilde{\dot{W}}(t_A + n)}{\dot{W}(t_A + n)} \quad (7)$$

(SAGER 1983 a). ε ist der Quotient der Tangentenrichtungen von modifizierter und Originalfunktion in den gemeinsamen Punkten beider Kurven, den man genähert graphisch bestimmen kann. Schließlich läßt sich t_A als Schnittpunkt von W und \tilde{W} ebenfalls graphisch abschätzen. In (6) sollte man zur Kontrolle b aus allen 3 Fällen ($i = 1, 2$ und 3) berechnen, um Fehler zu vermeiden. Bei der Gompertz-Funktion treten an die Stelle von (4a), (5a) sowie (6) andere Ausdrücke (SAGER 1983 c).

Die Gewinnung des Ausgangsmaterials

Das Ausgangsmaterial für die Muschel *Macoma balthica* wurde von BACHELET (1980) am südlichen Saum des weiten Verbreitungsgebiets im Ästuar der Gironde gewonnen und mit Ergebnissen anderer Autoren aus den gemäßigten und kalten Aquatorien Europas und Nordamerikas verglichen. Angaben über die Hydrologie und Sedimentation des Fanggebiets findet man bei ALLEN (1973) und CASTEL, ARZUL und LISSALDE (1976). Das Sediment an den Fangplätzen besteht aus Schlicksand, die Gezeitenunterschiede betragen 4,4 m bei Spring- und 2,2 m bei Nippzeit.

Von Dezember 1976 bis Februar 1978 wurden monatlich auf 3 Stellen Proben auf 0,25 m² bis zu einer Bodentiefe von 20 cm entnommen und das Sediment durch ein Sieb von 1 mm Maschenweite gewaschen. Die Muschellänge und die Wachstumsringe wurden auf 0,1 mm mit einem Okularmikrometer bestimmt und die Individuen Jahresklassen zugeordnet. Sodann wurden die Parameter des Längenwachstums der Schale nach den Funktionen von PÜTTER und BERTALANFFY (1920, 1934), GOMPERTZ (1825) und VERHULST (1838) mit semi-graphischen Methoden bestimmt, wobei iterative Methoden nach KRÜGER (1973) Verwendung fanden. Darüber hinaus wurden die saisonalen Schwankungen nach dem Vorschlag von URSIN (1963) mit dem schon genannten begrenzten Erfolg berücksichtigt.

Für einen der 3 Sammelpunkte hat BACHELET (1980) eine Verteilung der bei jedem Meßtermin gemittelten Schalenlängen von 6 Jahrgängen in mm gegeben. Dabei sind die Jahrgänge über den Monaten überlappend in derselben Abbildung angeordnet, um eine zu breite Zeichnung über 6 Jahre zu vermeiden, wobei zugleich eine gute Anschaulichkeit gewonnen wird. Für jeden Jahrgang ist dann — offenbar visuell — eine Wachstumskurve durch die Folge der Meßpunkte gelegt.

Wenn in allen Jahren gleiche Umweltbedingungen einschließlich derselben Laichperioden vorhanden wären, müßten sich die Einzelkurven lückenlos mit stetiger Tangente an den Nahtstellen aneinanderfügen lassen. Das ist praktisch nie der Fall und kann in der weiteren Bearbeitung dazu führen, daß man eine vertikale Ausgleiche der visuellen Kurven — am besten um die Zeit des geringsten Wachstums — über die voraussichtlich in Betracht kommende Basisfunktion vornehmen muß (SAGER 1984), nach der dann die Längendaten eines Jahrgangs vor Anwendung der nichtlinearen Regression jeweils umgerechnet werden müssen.

Ergebnisse der nichtlinearen Regression

Im vorliegenden Fall bleiben die jährlichen Umweltfaktoren in ihren Fluktuationen hinreichend begrenzt, um eine Umrechnung zu ersparen. Zur Abschätzung der Parameterstartwerte für die nach einigen Proben als günstig befundene Bertalanffy-Funktion wurden

für die Formelgruppe (6) die Zeitpunkte $t_1 = 0,65$ a, $t_2 = 2,65$ a und $t_3 = 4,65$ a mit den aus einer fingierten Basisfunktion geschätzten Längen $W_1 = 4$ mm, $W_2 = 11,9$ mm und $W_3 = 15,3$ mm herangezogen. Die nichtlineare Regression wurde mit den in Tab. 1 aufgeführten Werten eröffnet und hat mit der Minimierung der Fehlerbeträge (1) und der Fehlerquadrate (2) in der Notation von PAUL (1975) zu den daneben stehenden Werten geführt.

Tabelle 1
Parameterwerte bei der nichtlinearen Regression

Parameter	Startwert	Approximation (1)	Approximation (2)
$a = W_\infty$	17,9	17,89998	17,54960
b	18,2	17,60304	17,89330
c	0,42	0,40500	0,43693
ε	0,50	0,49910	0,53762
t_A	0,20	0,16444	0,02025
Fehlersummen	$\Sigma f $	23,02	23,77
bei $n = 58$	Σf^2	17,36	15,77

Mit Ausnahme von t_A , das in Bruchteilen der Jahreslänge angegeben wird, liegen alle Parameter nahe bei den Startwerten. Für t_A erhält man bei den Approximationen (1) und (2) recht verschiedene Werte, nämlich in Tage umgerechnet den 31. Januar bzw. 8. Dezember, weil der 1. Dezember nach Abb. 1 zum Ausgangsdatum ($t = 0$) in Übereinstimmung mit BACHELET (1980) gewählt wurde. Da t_A den Zeitpunkt des minimalen Wachstums kennzeichnet, sieht man die unterschiedlichen Wirkungsweisen der beiden Minimierungen.

In Abb. 1 ist das Ergebnis für (1) nach (4a) zeichnerisch dargestellt. Dabei fällt der Jahrgang 1976 durch größere Streuungen auf, die nachträglich in ihren Ursachen schwer zuzuordnen sind, wobei nicht zuletzt meistens eine Verschiebung der Laichzeiten zwischen Mai und Juli und September bis November bei den jüngeren Jahrgängen eine Rolle spielen kann, während sich das Wachstum später wieder weitgehend ausgleicht — sog. growth compensation oder catching-up phenomenon (GERKING 1966, LAMMENS 1967, RICKER 1975 und SAGER 1983 a).

Abb. 2 zeigt eindrucksvoll die über (5a) aus den Parametern der Tab. 1 (1) berechneten Kurven des Zuwachses, also die Wachstumsgeschwindigkeiten, die bei den älteren Jahrgängen stark abklingen. Die Zeiten t_E des extremen Zuwachses gewinnt man über die 2. Ableitung $\tilde{W} = 0$ nach einigen Umformungen zu

$$t_E = t_A + \frac{1}{2\pi} \left[\arctan \left(-A \pm \sqrt{A^2 - B} + n\pi \right) \right], \quad (8)$$

$$A = \frac{2c \left(2\pi - \frac{c^2}{2\pi} \right)}{\left(2\pi - \frac{c^2}{2\pi} \right)^2 - \left(\frac{c}{1-\varepsilon} \right)^2}, \quad B = \frac{4c^2 - \left(\frac{c}{1-\varepsilon} \right)^2}{\left(2\pi - \frac{c^2}{2\pi} \right)^2 - \left(\frac{c}{1-\varepsilon} \right)^2}.$$

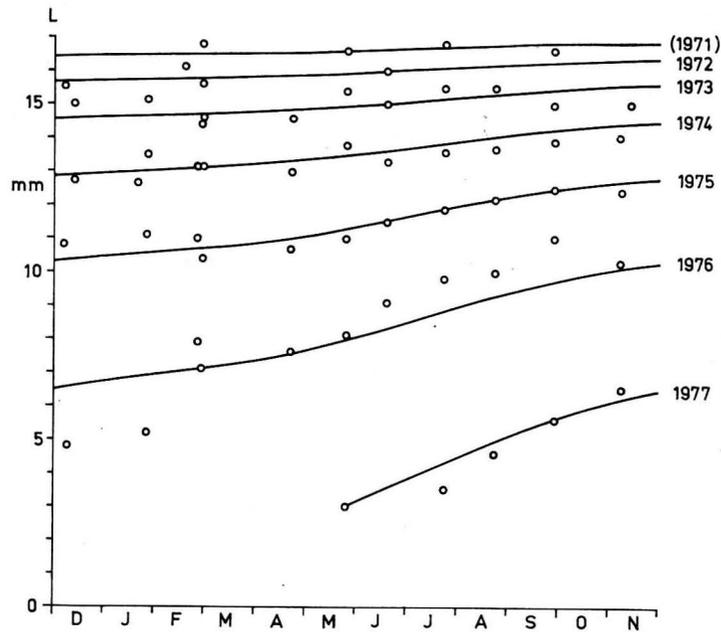


Abb. 1. Wachstum der Schalenlänge (L) der Muschel *Macoma balthica* nach Daten von BACHELET aus der Gironde-Mündung (Geburtsjahrgänge in Klammern)

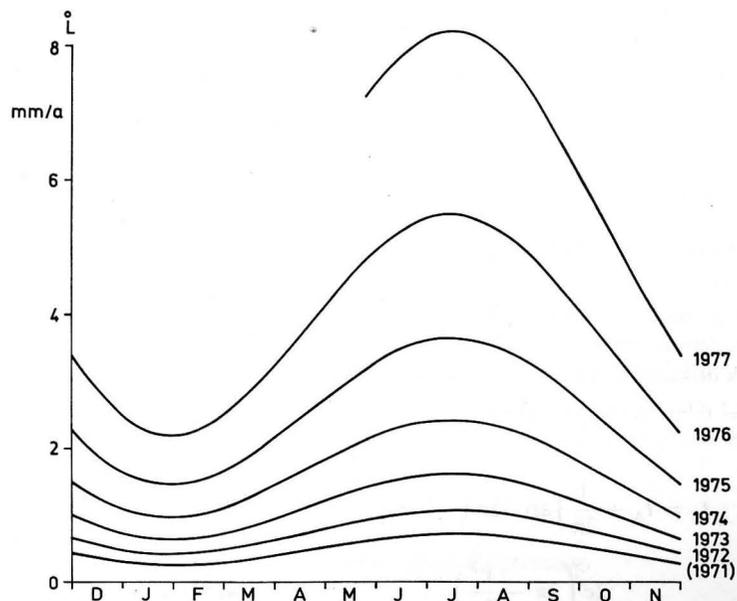


Abb. 2. Zuwachs der Schalenlänge (L) der Muschel *Macoma balthica* nach Daten von BACHELET aus der Gironde-Mündung (Geburtsjahrgänge in Klammern)

Für das 1. Minimum gilt die positive Wurzel und $n = 0$, im 1. Maximum die negative Wurzel und $n = 0$. Die t_E liefern zugleich die Wendepuntsabszissen der Abb. 1. Die Ordinaten der Minima und Maxima zweier konsekutiver Jahrgänge verhalten sich bei der Wachstumsgeschwindigkeit wie e^{-c} , bei der Länge selbst besteht in den Wendepunkten keine einfache Relation.

Aus (8) gewinnt man mit den Daten der Approximation (1) $t_E(\text{Max.}) = 0,62350 + n$, $t_E(\text{Min.}) = 1,16444 + n$ und $e^{-c} = 0,66698$ ($n = 0, 1, 2, \dots$). Die Verschiebung der Extrema der Wachstumsgeschwindigkeit und der weniger augenfälligen Eintrittszeiten der Wendepunkte der Wachstumskurven um volle Jahre (ganzzahlige n) ist dabei ein spezifisches Merkmal der Bertalanffy-Funktion, das bei der modifizierten Gompertz-Funktion nicht zutrifft (SAGER 1983c).

Literatur

- ALLEN, G. P.: Etude des processus sédimentaires dans l'estuaire de la Gironde. — Mém. Inst. Géol. Bassin d'Aquitaine **17** (1973), 1–314.
- BACHELET, G.: Growth and Recruitment of the Tellinid Bivalve *Macoma balthica* at the Southern Limit of its Geographical Distribution, the Gironde Estuary (SW France). — Marine Biology **59** (1980), 105 to 117.
- BERTALANFFY, L. V.: Untersuchungen über die Gesetzmäßigkeit des Wachstums I. Allgemeine Grundlagen der Theorie. — Roux' Arch. Entw. Mech. Org. **131** (1934), 613–652.
- BÜCKMANN, A.: Untersuchungen über die Naturgeschichte der Seezungen. — Ber. Deutsch. Wiss. Komm. Meeresforsch., N. F. **VII**, 2 (1934), 1–66.
- CASTEL, J.; ARZUL, G.; LISSALDE, J. P.: Etude préliminaire du plancton de l'estuaire de la Gironde. — J. Rech. Océanogr. **1** (1976), 17–24.
- CLOERN, J. E.; NICHOLS, F. H.: A von Bertalanffy Growth Model with a Seasonally Varying Coefficient. — J. Fish. Res. Board Canada **35** (1978), 1479–1482.
- GERKING, S. D.: Annual growth cycle, growth potential, and growth compensation in the bluegill sunfish in northern Indiana lakes. — J. Fish. Res. Board Canada **23** (1966), 1923–1956.
- GIBSON, R. N.; EZZI, I. A.: The biology of a Scottish population of Fries' goby, *Lesueurigobius friesii*. — J. Fish. Biol. **12** (1978), 371–389.
- GOMPERTZ, B.: On the nature of the function expressive of the law of human mortality, and a new mode of determining the value of live contingencies. — Phil. Trans. Roy. Soc. (1825), 513–585.
- GROS, PH.; COCHARD, J.-CL.: Biologie de *Nyctiphanes Couchii* (Crustacea, Euphausiacea) dans le secteur nord du Golfe de Gascogne. — Ann. Inst. Océanographique, N.S. **54** (1978), 25–46.
- KRÜGER, F.: Zur Mathematik des tierischen Wachstums. II. Vergleich einiger Wachstumsfunktionen. — Helgoländer wiss. Meeresunters. **25** (1973), 509–550.
- LAMMENS, J. J.: Growth and reproduction in a tidal flat population of *Macoma balthica*. Netherlands Journ. Sea Res. **3** (1967), 315–382.
- MUNCH-PETERSEN, S.: An investigation of a population of the soft clam (*Mya arenaria* L.) in a Danish estuary. — Medd. Danm. Fiskeri- og Havunders., N.S. **7** (1973), 47–73.
- PAUL, W.: Ein direktes numerisches Verfahren zur Bestimmung der Parameter nichtlinearer Ausgleichsfunktionen. — Biom. Ztschr. **17** (1975), 487–500.
- PÜTTER, A.: Studien über physiologische Ähnlichkeit. VI. Wachstumsähnlichkeiten. — Pflügers Arch. **180** (1920), 298–340.
- RICKER, W. E.: Computation and interpretation of biological statistics of fish populations. Bull. Fish. Res. Board Canada **191** (1975), 382.
- SAGER, G.: Zur Abschätzung der Parameter im SEINHORST-Ansatz. — 4. Vortragstagung zu aktuellen Problemen der Phytonematologie. Biol. Ges. d. DDR. Rostock 1978.

- : Das Längenwachstum der Nordsee-Seezunge (*Solea vulgaris* Quensel) und die Problematik der Jahreschwankungen. — Anat. Anz. **151** (1982), 160—178.
- : Eigenschaften der harmonisch-saisonal modifizierten Bertalanffy-Funktion des Längenwachstums. — Anat. Anz. **154** (1983), 169—178. (1983a).
- : Wachstumsschwankungen von *Nyctiphanes couchii* nach Daten von GROS und COCHARD. — Anat. Anz. **153** (1983), 393—403. (1983b)
- : Jährliche Wachstums-Variationen der Grundel *Lesueurigobius friesii* vor Schottland nach Daten von GIBSON und EZZI (1978). — Anat. Anz. **154** (1983) 245—254. (1983c)
- : Verlängerte saisonale Wachstumsstagnation am Beispiel der Venusmuschel (*Mercenaria mercenaria*). — Beitr. Meereskunde (im Druck). (1984)
- THEISEN, B. F.: Growth and mortality of culture mussels in the Danish Wadden Sea. — Medd. Danm. Fiskeri- og Havunders., N.S. **6** (1968), 47—78.
- URSIN, E.: On the incorporation of temperature in the von Bertalanffy growth equation. — Medd. Danm. Fiskeri- og Havunders., N.S. **4** (1963), 1—16.
- VERHULST, P. F.: Notice sur la loi que la population suit dans son accroissement. — Corresp. math. et phys. **10** (1838) (Publ. par A. Quetelet), 113—121.

Eingang des Manuskriptes: 29. 6. 1982

Anschrift des Verfassers:

Dr. rer. nat. habil. GÜNTHER SAGER
Akademie der Wissenschaften der DDR
Institut für Meereskunde
DDR-2530 Rostock-Warnemünde, Seestr. 15

Gesamtinhaltsverzeichnis zu den Heften 1—50 der „Beiträge zur Meereskunde“

VON ANNEMARIE SCHRÖDER

Das Gesamtinhaltsverzeichnis enthält alle Arbeiten, die in den Jahren 1961—1983 in den Heften 1—50 der „Beiträge zur Meereskunde“ erschienen sind. Neben den Originalarbeiten sind auch Kurzmitteilungen, Bibliographien, Buchbesprechungen u. a. enthalten. Es gliedert sich in die Teile Titelverzeichnis, Autorenregister und Sachregister. Durch die beiden Register ist es möglich, die zitierten Arbeiten auch inhaltlich zu erschließen. Mein besonderer Dank gilt Herrn Dr. MATTHÄUS, der mir bei der Erarbeitung des Sachregisters wertvolle Hilfe leistete.

Hinweise zum Aufbau des Gesamtinhaltsverzeichnisses

- Zu I. Das TITELVERZEICHNIS ist alphabetisch nach dem Namen des ersten Verfassers geordnet. Es enthält die vollständigen bibliographischen Angaben zu jedem Titel, d. h. Verfassernamen, Titel, Erscheinungsjahr, Heftnummer und Seitenangaben. Die Arbeiten sind fortlaufend nummeriert.
- Zu II. Das AUTORENREGISTER enthält in alphabetischer Reihenfolge die Namen sämtlicher Autoren. Hinter dem Autorennamen wird auf die Nummern des Titelverzeichnisses verwiesen. Dort ist die bibliographische Beschreibung zu finden.
- Zu III. Das SACHREGISTER ist im wesentlichen ein Schlagwortverzeichnis. Neben Sachbegriffen sind auch geographische Begriffe enthalten. Weiterhin wird mit den in Kapitälchen gesetzten Eigennamen auf Arbeiten über die betreffende Person verwiesen. Die Nummern sind ebenfalls Hinweis auf die Nummer des Titelverzeichnisses.

I. Titelverzeichnis

- 1 AITSAM, A. M., V. K. ASTOK, M. K. JUCHAT, Die Berechnungsmethodik statistischer Charakteristiken der Konzentrationspulsationen von Beimengungen im Meer. (1972) 30/31, S. 9—14
- 2 ANGERMANN, R., W. BOHMANN, F. MÖCKEL, G. NEUBERT, Ein Aspirationspsychrometer mit frequenzanalogem Ausgangssignal und Eignung zum Langzeiteinsatz auf maritimen Geräteträgern. (1980) 43, S. 63—72
- 3 ARNDT, E. A., H. STEIN, Biologische Untersuchungen während des Internationalen Ostseejahres (International Baltic Year, IBY) 1969/70, III. Das Zooplankton. (1973) 32, S. 33—55
- 4 ASTOK, V. K., A. N. GEZENCVEJ, R. V. OZMIDOV, M. K. JUCHAT, Statistische Charakteristiken von Konzentrationspulsationen in einem stationären Beimengungsstrahl im Meer. (1972) 30/31, S. 15—26
- 5 ASTOK, V. K., R. V. OZMIDOV, Statistische Charakteristiken der Pulsationen von Beimengungen einer momentanen Punktquelle (nach Versuchen in der Ostsee). (1972) 30/31, S. 27—34
- 6 BAUDLER, H., Über eine Anlage zur Messung kurzperiodischer Wassertemperaturfluktuationen. (1977) 39, S. 17—23
- 7 BAUDLER, H., Zur Anwendung der Korrelationsanalyse für die Bestimmung der dreidimensionalen Drift von Temperaturinhomogenitäten in der ufernahen Zone des Meeres. (1980) 44/45, S. 139—144
- 8 BEHRE, K. E., B. MENKE, Pollenanalytische Untersuchungen an einem Bohrkern der südlichen Doggerbank. (1969) 24/25, S. 122—129
- 9 BENGELSDORFF, E., Anlagen zur Nachbildung von Tiefsee-Verhältnissen. (1971) 28, S. 9—18
- 10 BENGELSDORFF, E., Entwicklung und Einsatz eines Tiefseebojensystems. (1982) 46, S. 53—56
- 11 BENGELSDORFF, E., Möglichkeiten der Energieversorgung von Bojenstationen. (1982) 46, S. 63—67
- 12 BENGELSDORFF, E., Ein neues hochfestes Seilkabel für ozeanographische „in-situ-Geräte“. (1967) 21, S. 72—75
- 13 BERESTOVSKIJ, J. F., H. J. BROSIN, S. V. VIKTOROV, Internationales Subsatelliten-Experiment in der Ostsee (Kurzmitteilung). (1984) 50, S. 5—7
- 14 BERGE, H., L. BRÜGMANN, Indirekte Bestimmung von Fluoridionen im Meerwasser durch Wechselstrompolarographie. (1972) 29, S. 115—127
- 15 BERGE, H., L. BRÜGMANN, Die indirekte polarographische Bestimmung von Sulfationen im Meerwasser. (1970) 27, S. 5—13
- 16 BERGE, H., L. BRÜGMANN, Möglichkeiten zur polarographischen Bestimmung einiger Hauptkomponenten im Meerwasser. (1969) 26, S. 47—57

- 17 BERGE, H., L. BRÜGMANN, Polarographische Methoden zur Bestimmung von Bromidionen im Meerwasser. (1971) 28, S. 19—32
- 18 BLAZHCHISHIN, A. J., Zur Stratigraphie spätquartärer Bodenablagerungen der mittleren Ostsee. (1976) 38, S. 49—59
- 19 BÖHL, D., Der Einsatz von Rechenhilfsmitteln durch das Institut für Meereskunde. (1983) 48, S. 89—94
- 20 BÖHL, D., Fehlerabschätzung für stückweise lineare Interpolation. (1961) 2/3, S. 87 bis 101
- 21 BÖHL, D., Fluchtlinientafel für spezielle Schwebungserscheinungen. (1969) 23, S. 89 bis 92
- 22 BÖHL, D., Buchbesprechung zu G. SAGER „Ebbe und Flut“. (1962) 5, S. 42
- 23 BÖHL, D., Buchbesprechung zu G. SAGER „Gezeiten und Schifffahrt“. (1961) 1, S. 61 bis 62
- 24 BÖHL, D., Untersuchungen über die Korrekturformel für Tiefsee-Kippthermometer. (1967) 21, S. 62—71
- 25 BÖHL, D., Untersuchungen zur Strömungsmessung mit Fix- und Schleppelektroden. (1961) 1, S. 48—55
- 26 BÖRNGEN, M., Salzgehaltsspektren für das Übergangsgebiet zwischen Nord- und Ostsee (Kurze Mitteilung). (1977) 40, S. 167—171
- 27 BRAUCKHOFF, K., Gleichzeitige Markierung von Meeressanden mit lumineszenten und magnetischen Stoffen zur Erleichterung der Probenaufbereitung bei Farbsandversuchen. (1966) 17/18, S. 96—99
- 28 BROSIN, H. J., Einige Ergebnisse von Untersuchungen zur turbulenten Diffusion mit Driftbojen in küstennahen Gewässern. (1976) 37, S. 105—110
- 29 BROSIN, H. J., Die Salzgehaltsverhältnisse in den Boddengewässern südlich des Darß und des Zingst. (1965) 16, S. 7—14
- 30 BROSIN, H. J., Untersuchungen zur horizontalen turbulenten Diffusion in den Gewässern um Rügen. (1972) 30/31, S. 35—39
- 31 BROSIN, H. J., Untersuchungen zur mittelmaßstäblichen horizontalen Diffusion mit Driftbojen in den Gewässern um Rügen. (1974) 34, S. 5—8
- 32 BROSIN, H. J., D. NEHRING, Der Äquatoriale Unterstrom im Atlantischen Ozean auf 29° 30' W im September und Dezember 1966. (1968) 22, S. 5—17
- 33 BROSIN, H. J., R. SCHEMAINDA, K. STRIGGOW, 30 Jahre Meeresforschung in der DDR. (1980) 44/45, S. 5—13
- 34 BROSIN, H. J., R. HELM, Einige Beobachtungen über kurzfristige Veränderungen im Äquatorialen Unterstrom im Atlantischen Ozean auf 21° W. (1975) 36, S. 111—114
- 35 BROSIN, H. J., A. N. GEZENCVEJ, G. S. KARABASEV, U. KREMSEK, LE KUANG TOAI, S. S. MURAV'EV, R. V. OZMIDOV, K. VOIGT, Das mittlere dreidimensionale Bild der Diffusion von Beimengungen aus momentanen Punktquellen im Meer. (1972) 30/31, S. 41—53

- 36 BROSIN, H. J., D. NEHRING, Ozeanologische Beobachtungen an einer Stromgrenze auf dem patagonischen Schelf. (1967) 21, S. 76—78
- 37 BROSIN, H. J., H. NEUMEISTER, Untersuchungen über die Eisverhältnisse in der Ostsee im Winter 1968/1969 anhand von Satellitenfotos. (1972) 29, S. 5—17
- 38 BRÜGMANN, L., Die automatische Bestimmung von Nitrat, Nitrit und Silikat im Ostseewasser. (1976) 38, S. 95—102
- 39 BRÜGMANN, L., Die Bestimmung von Zink, Kadmium und Blei in der Ostsee durch inverse Voltammetrie. (1974) 34, S. 9—21
- 40 BRÜGMANN, L., D. NEHRING, Einige Bemerkungen zur Verteilung von Zn, Cd, Pb und Cu im Meerwasser und im Saharastaub des Wasserauftriebsgebietes vor Cap Blanc. (1977) 39, S. 89—97
- 41 BRÜGMANN, L., A. WILDE, Die kontinuierliche Registrierung von Nährstoffen im Meerwasser mit einem Vierkanalanalysator. (1980) 43, S. 123—134
- 42 BRUNS, E., Buchbesprechung zu L. M. BRECHOWSKICH „Wellen in geschichteten Medien“. (1962) 5, S. 43
- 43 BRUNS, E., Besprechung zu F. C. FUGLISTER „Atlantic Ocean Atlas of Temperature and Salinity“. (1962) 6, S. 64—65
- 44 BRUNS, E., Geleitwort. (1961) 1, S. 5—6
- 45 BRUNS, E., In memoriam GERHARD SCHOTT. (1961) 4, S. 5
- 46 BRUNS, E., In memoriam JURIJ WENJAMINOWITSCH PREOBRASCHENSKIJ. (1961) 4, S. 7
- 47 BRUNS, E., In memoriam NIKOLAI NIKOLAJEWITSCH SUBOV. (1962) 6, S. 5—6
- 48 BRUNS, E., In memoriam NIKOLAI NIKOLAJEWITSCH SYSOJEV. (1965) 16, S. 5—6
- 49 BRUNS, E., Maximale und maximal mögliche Wellen des Ozeans. (1963) 9, S. 5—13
- 50 BRUNS, E., Meereskundliche Expeditionen der DDR auf dem Forschungsschiff „M. W. Lomonosov“ im Atlantischen Ozean. (1961) 1, S. 7—18
- 51 BRUNS, E., Ein neuer Hochseewellenschreiber. (1962) 5, S. 5—12
- 52 BRUNS, E., Buchbesprechung zu W. W. SCHULEJKIN „Theorie der Meereswellen“. (1961) 1, S. 62—63
- 53 BRUNS, E., Über das Werk von B. P. SENKOWITSCH „Die Grundlagen der Lehre von der Entwicklung der Meeresküsten“. (1963) 10, S. 5—9
- 54 BRUNS, E., Weitere Forschungsfahrten auf der „M. Lomonosov“ im Atlantischen Ozean. (1962) 5, S. 13—16
- 55 BRUNS, E., Wellen in Seegebieten der wichtigsten Fangplätze der Hochseefischerei der DDR. (1962) 6, S. 7—27
- 56 BRUNS, E., Besprechung zu „Oceanografia dla marynarzy“ (Ozeanographie für Nautiker) von Karol Zagrodzki. (1961) 4, S. 54—55
- 57 BUBLITZ, G., D. LANGE, Untersuchungen am Litorina Klei der westlichen Ostsee. (1979) 42, S. 33—40

- 58 CEGLARSKI, R., R. ZEIDLER, E. ZELAZNY, Die Anwendung eines Fluorometers bei in-situ-Messungen der Meeresdiffusion. (1972) 30/31, S. 81—92
- 59 DANKERT, R., H. WILL, Temperatur- und Leitfähigkeitswandler mit frequenzanalogem Ausgang. (1980) 43, S. 23—32
- 60 DIEBEL, K., Postglaziale Süßwasser-Ostracoden des Stechrohrkerns MB 6 (Ostsee). (1965) 12—14, S. 11—17
- 61 DRUET, C., P. HUPFER, O. A. KUZNECOV, Wechselwirkung Meer-Atmosphäre in der Kontaktzone zwischen Land und Meer — Über einige Ergebnisse des Küstenexperiments EKAM 73 in Zingst. (1976) 38, S. 33—47
- 62 EMELJANOV, E. M., Die Entstehung des chemischen Gehalts von Beimengungen und Ablagerungen in der Ostsee. (1976) 38, S. 61—79
- 63 EYCKE, E., Ein vollelektronischer Seillängenmesser für die Ozeanographie. (1980) 43, S. 101—107
- 64 FEILOTTER, H., F. MÖCKEL, G. VÖRTLER, Bandfilter kleiner Abmessungen mit steilen Flanken und geringer Welligkeit im Durchlaßbereich für die ozeanologische Meßkette OM 75. (1980) 43, S. 39—42
- 65 FENNEL, W., Theory of turbulent diffusion with arbitrary vertical shear. (1979) 42, S. 17—25
- 66 FENNEL, W., H. U. LASS, Frequency spectra of linear dispersive wave systems in the sea. (1983) 49, S. 5—24
- 67 FENNEL, W., H. U. LASS, Phytoplankton Patchiness and Advection Diffusion Models. (1982) 47, S. 95—103
- 68 FENNEL, W., B. KAYSER, Zur experimentellen Bestimmung mesoskaliger Stromlinienmuster. (1983) 49, S. 83—97
- 69 FOKEN, TH., O. A. KUZNECOV, Die wichtigsten Ergebnisse der gemeinsamen Expedition „KASPEX-76“ des Institutes für Ozeanologie Moskau und der Karl-Marx-Universität Leipzig. (1978) 41, S. 41—47
- 70 FRANCK, H., Zu kurzzeitigen Temperaturänderungen am Südwestrand des Arkonabeckens. (1976) 38, S. 103—117
- 71 FRANCK, H., Zur Bestimmung der Streuung von Meßwerten bei mittleren Jahresgängen ozeanologischer Parameter. (1975) 36, S. 29—51
- 72 FRANCK, H., W. MATTHÄUS, Vergleich zweier Methoden zur Berechnung von Jahresgängen aus nichtäquidistanten Meßwerten. (1974) 34, S. 47—60
- 73 FRANCK, H., G. SAGER, Zur Beeinflussung von Temperaturregistrierungen durch schwingende Wassermassen. (1974) 33, S. 79—99
- 74 FRANCKE, E., Einige Erfahrungen mit den Tiefseekippthermometern des VEB Thermometerwerk Geraberg/Thür. (1965) 16, S. 15—19
- 75 FRANCKE, E., Einsatzerfahrungen mit der Meßkette OM 75. (1980) 43, S. 15—22

- 76 FRANCKE, E., Ergebnisse langzeitiger Strömungsmessungen in der Deckschicht der Darßer Schwelle. (1983) 48, S. 23—45
- 77 FRANCKE, E., P. HUPFER, Ein Beitrag zur Untersuchung des Salzwassereintruchs im Winter 1975/76 in die Ostsee. (1980) 44/45, S. 15—26
- 78 FRANCKE, E., D. BÖHL, H. U. LASS, F. MÖCKEL, K. VOIGT, Bericht über internationale Experimente zum Vergleich von Geräten zur Messung der Meeresströmung (Kurze Mitteilung). (1977) 39, S. 103—106
- 79 FRANCKE, E., D. NEHRING, Erste Beobachtungen über einen erneuten Salzwassereintruch in die Ostsee im Februar 1969. (1971) 28, S. 33—47
- 80 FRANCKE, E., U. REICHEL, Historische Entwicklung und aktuelle Bedeutung des internationalen Ostsee-Observatoriums-Programmes. (1983) 48, S. 73—88
- 81 FRANCKE, E., H. U. LASS, F. MÖCKEL, G. PLÜSCHKE, Der ozeanologische Strömungsmesser LSK 801. (1980) 44/45, S. 127—138
- 82 FRANCKE, E., R. RIEKHER, Eine parallaxefreie Lupe mit eingebauter Beleuchtung zum Ablesen von Tiefseekippthermometern. (1968) 22, S. 19—23
- 83 FRANCKE, E., P. HUPFER, Über die mittlere interdiurne Veränderlichkeit der Wassertemperatur und des Salzgehaltes im Übergangsbereich zwischen Nord- und Ostsee. (1963) 10, S. 10—26
- 84 FRANCKE, E., D. NEHRING, K. H. ROHDE, Zur Verschlechterung der Sauerstoffverhältnisse im Tiefenwasser der Ostsee. (1977) 39, S. 25—35
- 85 FRÖHLICH, K., D. LANGE, D. HEBERT, Zur Verteilung von Tritium in der Ostsee im Jahre 1980. (1983) 49, S. 77—81
- 86 GÄTKE, J., A. RENNAU, TH. SCHEFFLER, Bemerkungen zur unteren Meßgrenze akustischer Strömungsmeßverfahren und das Beurteilungskriterium des erforderlichen minimalen Driftweges. (1982) 46, S. 31—36
- 87 GÄTKE, J., A. RENNAU, TH. SCHEFFLER, TH. STOLLE, Ergebnisse der praktischen Erprobung akustischer Singaround-Strömungsmesser mit verbesserter Auflösung, Meßdynamik und Systemstabilität. (1982) 46, S. 23—30
- 88 GEHL, O., Zum Gedenken Prof. Dr. phil. HERBERT-LOTHAR HECK. (1969) 24/25, S. 7—9
- 89 GELLERMANN, R., K. FRÖHLICH, D. LANGE, Untersuchungen zur Geochemie und Isotopengeochemie des Uraniums in der Ostsee. (1983) 49, S. 65—75
- 90 GEZENCVEJ, A. N., S. S. MURAV'EV, R. V. OZMIDOV, Räumliche statistische Charakteristiken der Konzentrationsschwankungen von Beimengungen nach Versuchen im Schwarzen Meer. (1972) 30/31, S. 173—186
- 91 GOHS, L., Beziehungen zwischen hydrooptischen und hydrographischen Parametern in den Mulden der Ostsee. (1967) 21, S. 36—61
- 92 GOHS, L., Über einige hydrographische und hydrooptische Beobachtungen an der Westmole von Warnemünde 1971 und 1972. (1974) 34, S. 23—28

- 93 GOHS, L., Untersuchungen der Lichtextinktion an suspendierten Teilchen. (1974) 33, S. 5—44
- 94 GOHS, L., Tyndall- und Extinktionsmessungen in ausgewählten Meeresgebieten. (1967) 20, S. 43—51
- 95 GUEDELS, V., Die Küstenentwicklung der südöstlichen Ostsee während der Spät- und Nacheiszeit. (1969) 24/25, S. 10—14
- 96 HAGEN, E., Ein Beitrag zur Erkundung des Kaltwasserauftriebsgebietes vor Nordwestafrika, speziell für das Schelfgebiet vor Cap Blanc. (1976) 37, S. 29—72
- 97 HAGEN, E., Ein einfaches Schema der Entwicklung von Kaltwasserauftriebszellen vor der nordwestafrikanischen Küste. (1974) 33, S. 115—125
- 98 HAGEN, E., Einige Ergebnisse der 1971 im Kaltwasserauftriebsgebiet vor Cap Blanc durchgeführten Strömungsmessungen. (1974) 33, S. 127—133
- 99 HAGEN, E., Die Schichtungs- und Strömungsverhältnisse im Frühjahr 1976 auf dem Schelf vor Bahia de Gorrei im Rahmen der mesoskalen Auftriebsdynamik und der damit verbundenen biologischen Aktivitäten. (1979) 42, S. 133—166
- 100 HAGEN, E., Zur Problematik mesoskaler Verwirbelungen in den Schelfgebieten des küstennahen Kaltwasserauftriebs. (1977) 39, S. 61—87
- 101 HELM, R., Drei neue Strömungsmeßgeräte des Institutes für Meereskunde. (1961) 2/3, S. 33—41
- 102 HELM, R., Zum Problem der Strömungen im Fehmarnbelt. (1968) 22, S. 25—40
- 103 HELM, R., Zur Windabhängigkeit der Strömungsrichtung im Fehmarnbelt. (1972) 29, S. 29—33
- 104 HUPFER, P., Das internationale Küstenexperiment „Lubiatowo 74“ an der Ostseeküste der Volksrepublik Polen (Kurze Mitteilung). (1976) 37, S. 145—148
- 105 HUPFER, P., Ozeanologische Aspekte der industriellen Meerwasserentsalzung. (1966) 19, S. 71—77
- 106 HUPFER, P., Ein ozeanologischer Längsschnitt durch die Ostsee vom 10.—13. Juli 1957. (1961) 2/3, S. 60—86
- 107 HUPFER, P., Über einige strandnahe Temperatureffekte der Ostsee bei Zingst im Sommer. (1965) 16, S. 20—30
- 108 HUPFER, P., G. NEUBERT, Ein autonomes fernübertragendes Meßsystem für maritim-meteorologische Größen. (1980) 43, S. 83—92
- 109 HUPFER, P., CH. DRUET, O. KUZNECOV, Internationales Experiment EKAM 73 in der ufernahen Zone der Ostsee bei Zingst (Kurze Mitteilung). (1974) 34, S. 61—64
- 110 HUPFER, P., H. U. LASS, Temperaturfeld und horizontaler turbulenter Wärmeaustausch in der ufernahen Zone des Meeres. (1972) 30/31, S. 127—128
- 111 HUPFER, P., H. U. LASS, Über ein kombiniertes Strömungs- und Windmeßsystem. (1976) 37, S. 137—144

- 112 KAISER, W., S. SCHULZ, Biologische Untersuchungen während des Internationalen Ostseejahres (International Baltic Year, IBY) 1969/70, II. Untersuchungen zur Primärproduktion. (1973) 32, S. 9—31
- 113 KARABASEV, G. S., Ein optisches Schleppgerät für die Messungen der Konzentration von lumineszenten Indikatoren im Meer. (1972) 30/31, S. 67—80
- 114 KARABASEV, G. S., Perspektiven der Anwendung von Lumineszenzmethoden zur Untersuchung der Ausbreitungsprozesse von Beimengungen im Meer. (1972) 30/31, S. 93—99
- 115 KASTEN, H., Automatisch registrierendes Temperatur- und Salzgehaltsmeßgerät für Messungen in situ. (1963) 9, S. 14—29
- 116 KOLP, O., Professor Dr. ERNST NEEF 60 Jahre. (1969) 24/25, S. 189—190
- 117 KOLP, O., Paläogeographische Ergebnisse der Kartierung des Meeresgrundes der westlichen Ostsee zwischen Fehmarn und Arkona. (1965) 12/14, S. 19—59
- 118 KOLP, O., Die Sedimente der westlichen und südlichen Ostsee und ihre Darstellung. (1966) 17/18, S. 9—60
- 119 KOLP, O., Die submarinen Terrassen der südlichen Ost- und Nordsee und ihre Beziehung zum eustatischen Meeresspiegelanstieg. (1975) 35, S. 6—48
- 120 KOLP, O., Untersuchung der Wirksamkeit von Seebuhnen mit Hilfe von Farbsandversuchen. (1966) 17/18, S. 61—90
- 121 KOLP, O., Vorwort zu „Meeresgrund- und Küstenforschung im Bereich der Ostsee“. T. 1. Mecklenburger Bucht und Darßer Schwelle. (1965) 12—14, S. 9—10
- 122 KOLP, O., Vorwort zu „Meeresgrund- und Küstenforschung im Bereich der Ostsee“. T. 2. Sedimente, Farbsandversuche, Meßverfahren. (1966) 17/18, S. 7—8
- 123 KOLP, O., Vorwort zu „Meeresgrund- und Küstenforschung im Bereich der Ost- und Nordsee“. T. 3. Sediment und Benthos. (1969) 24/25, S. 5—6
- 124 KOLP, O., Dr. WERNER HORN 65 Jahre. (1969) 24/25, S. 191—192
- 125 KOLP, O., Widmung „WILHELM ALM“. (1966) 17/18, S. 5
- 126 KOLP, O., CH. ENZENROSS, Über einige Laborerfahrungen bei der Kennzeichnung von Meeressand mit lumineszenten Farbstoffen. (1961) 1, S. 27—28
- 127 KOSLER, A., Die Makrofauna des Eulitorals bei Hiddensee. (1969) 24/25, S. 56—80
- 128 KREMSER, U., Einige Bemerkungen zur halbempirischen Diffusionsgleichung. (1978) 41, S. 16—23
- 129 KREMSER, U., Über die Massenbilanz einer Beimengung bei Versuchen zur turbulenten Diffusion im Meer (Kurze Mitteilung). (1977) 39, S. 99—102
- 130 KREMSER, U., Die Wirkung „nichtturbulenter“ Prozesse auf die Konzentration eines Rhodamin-S-Flecks im Meer unter besonderer Berücksichtigung des Einflusses von Phytoplankton, suspendierten Sedimenten und Sonnenstrahlung. (1972) 30/31, S. 101—125

- 131 KREMSER, U., Zur Genauigkeit der Ergebnisse von Diffusionsexperimenten in der Deckschicht des Meeres mit Hilfe fluoreszenter Tracer. (1982) 47, S. 105—113
- 132 KREMSER, U., Zur Genauigkeit der Probenentnahme mit dem Nansen-Wasserschöpfer bei starken Schichtungen. (1972) 29, S. 109—114
- 133 KREMSER, U., H. J. BROSIN, Untersuchungen über vertikale Austauschkoefizienten und RICHARDSONSche Zahlen in der mittleren Ostsee. (1969) 26, S. 5—10
- 134 KREMSER, U., B. KAYSER, N. MICHELCHEN, V. ZURBAS, Vorläufige Ergebnisse von Diffusionsuntersuchungen in der ufernahen Zone der Ostsee im Herbst 1976. (1979) 42, S. 27—32
- 135 KROG, H., Ergebnisse pollenanalytischer Untersuchungen von 2 Torfkernen aus der Mecklenburger Bucht. (1965) 12/14, S. 60—61
- 136 KRÜGER, S., E. FRANCKE, Erste Applikationsergebnisse mit einem in der DDR entwickelten in-situ-Sauerstoffsensoren mit frequenzanalogem Ausgang. (1982) 46, S. 13—21
- 137 LANGE, D., Mikroplankton aus dem Fischtou von Stevns-Klint auf Seeland. (1969) 24/25, S. 110—121
- 138 LANGE, D., B. WULFF, Diatomeen-Untersuchungen am Stechrohrkern AB 3 vom Westrand des Arkona-Beckens. (1980) 44/45, S. 75—88
- 139 LASS, H. U., Über die Anwendung der dynamischen Methode bei zeitlich veränderlichem Massenaufbau des Ozeans. (1972) 29, S. 19—28
- 140 LASS, H. U., Über eine Methode zur Vergleichbarkeit von Theorie und Experiment in der Meeresforschung am Beispiel der windgetriebenen Strömung. (1976) 38, S. 119 bis 133
- 141 LASS, H. U., Zum Problem der Genauigkeit bei der Darstellung ozeanologischer Größen in Form von Schnitten und Dauerstationen. (1978) 41, S. 25—39
- 142 LASS, H. U., Zur Bestimmung der Filterfunktion eines trägen Thermometers. (1970) 27, S. 33—36
- 143 LASS, H. U., C. WULFF, R. SCHWABE, Methoden und Programme zur automatischen Erkennung und Korrektur von Meßfehlern in ozeanologischen Vertikalprofilen. (1983) 48, S. 95—111
- 144 LASS, H. U., W. FENNEL, On the Filtering of Stochastic Processes and the Applicability of the Reynold's Rules. (1980) 44/45, S. 145—154
- 145 LASS, H. U., W. FENNEL, R. HELM, F. MÖCKEL, M. STURM, K.-H. TILL, H. WIECHERT, H. WILL, Vorläufige Ergebnisse der Expedition des FS „A. v. HUMBOLDT“ in den äquatorialen Atlantik während des Globalen Wetterexperimentes (FGGE) SOP II 1979. (1980) 44/45, S. 89—107
- 146 LOMMATSCH, D., H. SCHWARZER, K. H. SÜMNICH, Einfluß der Chlorophyllkonzentration auf die spektrale Strahlendichte von ozeanischem Wasser. (1983) 49, S. 41—45
- 147 LUBLINER-MIANOWSKA, K., Die Pollenanalyse einer Stechrohr-Probe aus der Mecklenburger Bucht. (1965) 12/14, S. 62—73

- 148 MATTHÄUS, W., Aktuelle Trends in der Entwicklung des Temperatur-, Salzgehalts- und Sauerstoffregimes im Tiefenwasser der Ostsee. (1983) 49, S. 47—64
- 149 MATTHÄUS, W., Der Durchflußkoeffizient bei Rohrpegelanlagen. (1969) 26, S. 59—95
- 150 MATTHÄUS, W., Einige Bemerkungen zur regionalen Verteilung der Registrierpegel in der Ostsee und den nordwesteuropäischen Gewässern. (1970) 27, S. 23—32
- 151 MATTHÄUS, W., Empirische Gleichungen für den Brechungsindex des Meerwassers. (1974) 33, S. 73—78
- 152 MATTHÄUS, W., Extreme Durchflußkoeffizienten bei Rohrpegelanlagen. I. Zylindrische Durchflußtuben. (1970) 27, S. 15—21
- 153 MATTHÄUS, W., Extreme Durchflußkoeffizienten bei Rohrpegelanlagen. II. Durchflußtuben mit Strahlführung. (1971) 28, S. 49—55
- 154 MATTHÄUS, W., Langzeittrends der Dichte im Gotlandbecken. (1983) 48, S. 47—56
- 155 MATTHÄUS, W., Langzeitvariationen von Temperatur, Salzgehalt und Sauerstoffgehalt im Tiefenwasser der zentralen Ostsee. (1979) 42, S. 41—93
- 156 MATTHÄUS, W., Mittlere Temperatur- und Sauerstoffverhältnisse in der Arkonasee am Beispiel der Station BY 2 A auf 55° N, 14° E. (1975) 36, S. 5—27
- 157 MATTHÄUS, W., Mittlere thermische Schichtungsverhältnisse im Oberflächenwasser der offenen Ostsee. (1979) 42, S. 123—131
- 158 MATTHÄUS, W., Regionale Charakterisierung der zentralen Ostsee an Hand von Elementen der mittleren jahreszeitlichen Veränderlichkeit der Temperatur. (1978) 41, S. 49—60
- 159 MATTHÄUS, W., Regionale Charakterisierung der zentralen Ostsee an Hand von Elementen der mittleren jahreszeitlichen Veränderlichkeit des Sauerstoffgehaltes. (1979) 42, S. 111—121
- 160 MATTHÄUS, W., Ein verbessertes Meßverfahren für ozeanographische Lichtextinktionsmessungen in situ. (1965) 16, S. 31—36
- 161 MATTHÄUS, W., Die Viskosität des Meerwassers. (1972) 29, S. 93—107
- 162 MATTHÄUS, W., Zur Entdeckungsgeschichte des Äquatorialen Unterstromes im Atlantischen Ozean. (1969) 23, S. 37—70
- 163 MATTHÄUS, W., Zur Frage sekundärer Extrema im mittleren Jahresgang der Temperatur in der offenen Ostsee. (1980) 44/45, S. 67—73
- 164 MATTHÄUS, W., Zur Hydrographie der Gotlandsee I. Säkulare Variationen von Salzgehalt und Temperatur. (1972) 29, S. 35—51
- 165 MATTHÄUS, W., Zur Hydrographie der Gotlandsee II. Der mittlere Jahresgang der Temperatur in Oberflächennähe. (1973) 32, S. 105—114
- 166 MATTHÄUS, W., Zur Hydrographie der Gotlandsee III. Die Variation der Sauerstoffverhältnisse im Tiefenwasser des Gotlandtiefs auf 57° 20' N, 20° E (F 81 bzw. BY 15 A). (1973) 32, S. 115—136

- 167 MATTHÄUS, W., Zur Hydrographie der Gotlandsee IV. Zum mittleren Jahresgang des Sauerstoffgehaltes im Oberflächenbereich des Gotlandtiefs. (1974) 33, S. 141—151
- 168 MATTHÄUS, W., Zur mittleren jahreszeitlichen Veränderlichkeit der Temperatur in der offenen Ostsee. (1977) 40, S. 117—155
- 169 MATTHÄUS, W., Zur mittleren jahreszeitlichen Veränderlichkeit im Sauerstoffgehalt der offenen Ostsee. (1978) 41, S. 61—94
- 170 MATTHÄUS, W., Zur mittleren jahreszeitlichen Veränderlichkeit von Temperatur und Salzgehalt in der Mecklenburger Bucht. (1984) 50, S. 9—23
- 171 MATTHÄUS, W., Zur säkularen Veränderlichkeit des Oberflächensalzgehaltes in der offenen Ostsee. (1977) 39, S. 37—49
- 172 MATTHÄUS, W., Zur Variabilität der primären halinen Sprungschicht in der Gotlandsee. (1980) 44/45, S. 27—42
- 173 MATTHÄUS, W., Zur Variation der vertikalen Stabilität der thermohalinen Schichtung im Gotlandtief. (1983) 48, S. 57—71
- 174 MATTHÄUS, W., U. KREMSER, Die Berechnung mittlerer vertikaler Austauschkoeffizienten in der Ostsee auf der Grundlage von Sauerstoffkonzentrationswerten. (1976) 37, S. 111—136
- 175 MATTHÄUS, W., R. SCHWABE, Der Einfluß mesoskaler Wirbel auf die thermohaline Schichtung im Arkonabecken. (1982) 47, S. 5—30
- 176 MATTHÄUS, W., R. WANKE, Ein fernregistrierendes Temperaturmeßgerät zur Untersuchung der thermischen Struktur von ozeanischen Deckschichten, Schelfgewässern und Binnengewässern. (1965) 16, S. 37—40
- 177 MATTHÄUS, W., E. FRANCKE, H. U. LASS, R. SCHWABE, Untersuchung der Wasseraustauschprozesse im Bereich der Darßer Schwelle. (1982) 47, S. 31—50
- 178 MATTHÄUS, W., G. SAGER, R. SAMMLER, Vergleichende Betrachtungen von Methoden zur Ermittlung von Jahresgängen ozeanographischer Parameter. (1974) 33, S. 153 bis 160
- 179 MATTHÄUS, W., H. FRANCK, Zur kurzzeitigen Veränderlichkeit der Schichtungsverhältnisse im Seegebiet der Darßer Schwelle. (1979) 42, S. 95—110
- 180 MIKULSKI, Z., Wasserhaushalt der baltischen Haffs. (1966) 19, S. 5—17
- 181 MÖCKEL, F., Bemerkungen zur Funktion des Vibrationsstechrohres 4700/1. (1965) 12—14, S. 149—151
- 182 MÖCKEL, F., Die ozeanologische Meßkette OM 75, eine universelle Datenerfassungsanlage für Forschungsschiffe. (1980) 43, S. 5—14
- 183 MÖCKEL, F., Project of a Hydrometeorological Shallow Water Measuring System (FMS 80), Using Buoys with a VHF Radio Telemetry Link. (1982) 46, S. 57—62
- 184 MORCOS, S. A., Sigma-T (σ_t) Tables for Sea Water of High Salinity (from 38‰ to 48‰). (1967) 21, S. 5—14

- 185 MÜLLER, G., Ozeanologische Datengewinnungssysteme unter besonderer Berücksichtigung der Bojentechnik. (1980) 43, S. 73—82
- 186 NEHRING, D., Langzeittrends des Phosphat- und Nitratgehalts in der Ostsee. (1982) 47, S. 61—86
- 187 NEHRING, D., Nährstoffbilanzen der Ostsee. (1982) 47, S. 87—93
- 188 NEHRING, D., Relationen der Phosphor- und Stickstoffverbindungen untereinander und zu anderen chemischen Größen der Ostsee. (1982) 47, S. 51—60
- 189 NEHRING, D., Untersuchungen über den Nährstoff- und Spurenmetalleintrag durch Saharastaub im nordwestafrikanischen Wasserauftriebsgebiet. (1976) 37, S. 73—76
- 190 NEHRING, D., Untersuchungen über die Verteilung der anorganischen Stickstoffverbindungen im Hinblick auf zunehmende Wasserverschlechterung in der Ostsee. (1971) 28, S. 57—74
- 191 NEHRING, D., Untersuchungen zum Problem der Denitrifikation und Stickstoffentbindung im Tiefenwasser der Ostsee. (1974) 33, S. 135—139
- 192 NEHRING, D., E. FRANCKE, H. J. BROSIN, Beobachtungen über die ozeanologischen Veränderungen im Gotlandtief während der Wasserumschichtung im Oktober 1969. (1971) 28, S. 75—82
- 193 NEHRING, D., L. BRÜGMANN, Organisch gebundener Phosphor und Stickstoff im nordwestafrikanischen Wasserauftriebsgebiet. (1977) 40, S. 51—67
- 194 NEHRING, D., S. SCHULZ, K. H. ROHDE, Untersuchungen über die Produktivität der Ostsee. (1969) 23, S. 5—36
- 195 NEHRING, D., K. H. ROHDE, Weitere Untersuchungen über anomale Ionenverhältnisse in der Ostsee. (1967) 20, S. 10—33
- 196 NEUMANN, G., 3. Arbeitstagung der INQUA-Subkommission „Baltic Shorelines“ 1967 in Warnemünde. (1969) 24, S. 186—188
- 197 NEUMANN, G., Stapelgefüge im Raum zwischen Südost-Rügen und der Insel Ruden. (1965) 12—14, S. 129—142
- 198 NEUMANN, G., G. BUBLITZ, Seegrunduntersuchungen im westlichen Teil der Oder-Bucht. (1969) 24/25, S. 81—109
- 199 NIKOLAEV, V. P., Das Programm „Tschernomor“. (1977) 40, S. 5—37
- 200 NIKOLAEV, V. P., O. I. PROKOPOV, M. S. CHULAPOV, V. G. JAKUBENKO, Experimentelle Untersuchungen zur Fluktuation des natürlichen Lichtfeldes bei wellenbewegter Meeresoberfläche. (1977) 40, S. 39—50
- 201 NÖTZOLD, T., Faziell-ökologische Aussagen auf Grund von Pflanzenfossilien aus dem Riß-Würm-Interglazial von Klein Klütz Höved in der Lübecker Bucht. (1965) 12—14, S. 119—128
- 202 NÖTZOLD, T., Pflanzenfossilien aus einem submarinen Torf der Mecklenburger Bucht. (1965) 12—14, S. 74—77

- 203 VON OERTZEN, J. A., Bemerkungen zur Hydrographie der westlichen Ostsee unter benthos-ökologischem Gesichtspunkt. (1973) 23, S. 89—104
- 204 VON OERTZEN, J. A., S. SCHULZ, Beitrag zur geographischen Verbreitung und ökologischen Existenz von Bivalviern der Ostsee. (1973) 32, S. 75—88
- 205 VON OERTZEN, J. A., G. SCHLUNGBAUM, Experimentell-ökologische Untersuchungen über O₂-Mangel- und H₂S-Resistenz an marinen Evertebraten der westlichen Ostsee. (1972) 29, S. 79—91
- 206 OZMIDOV, R. V., G. S. KARABASEV, Methodik zur Untersuchung der Diffusion von Beimengungen im Meer mit Hilfe lumineszenter Indikatoren. (1972) 30/31, S. 55—65
- 207 VON LIPINSKI, G. P., F. WIEGANK, Foraminiferen aus dem Holozän der Doggerbank. (1969) 24/25, S. 130—174
- 208 PRANDKE, H., Einige Ergebnisse der Lichtstreuuntersuchungen in der mittleren Ostsee. (1980) 44/45, S. 43—54
- 209 PRANDKE, H., Konstruktion eines Laborstreulichtphotometers für den Einsatz in der Meeresforschung. (1980) 43, S. 109—122
- 210 PRANDKE, H., Zum Zusammenhang zwischen Lichtstreucharakteristik und suspendiertem Material in der Ostsee. (1980) 44/45, S. 55—65
- 211 PUSTELNIKOV, O. S., Absolutwerte der Masse an Sedimentmaterial und das Tempo rezenter Sedimentation in der Ostsee. (1967) 38, S. 81—93
- 212 ROHDE, K. H., Untersuchungen über die Calcium-Chlor- und Magnesium-Chlor-Relationen in Flußmündungen und Bodden der westlichen Ostsee. (1967) 20, S. 34 bis 42
- 213 ROHDE, K. H., Untersuchungen über die Calcium- und Magnesiumanomalie in der Ostsee. (1966) 19, S. 18—31
- 214 ROHDE, K. H., Vorläufige Ergebnisse von Radioaktivitätsmessungen in der westlichen Ostsee. (1963) 10, S. 27—28
- 215 RÓZDZYŃSKI, K., Methoden der Satellitenferndetektion als Entwicklungsperspektive der hydrologischen Überwachung von Seegebieten. (1982) 46, S. 79—85
- 216 RÓZDZYŃSKI, K., Über die Bedeutung des dynamischen Fehlers bei ozeanographischen Temperaturmessungen. (1968) 22, S. 41—51
- 217 SAGER, G., Die Amplitudenkurven bei Gezeiten und surf beats. (1969) 23, S. 71—88
- 217/1 SAGER, G., Annuale Wachstumsschwankungen der Muschel *Macoma balthica* nach Daten von BACHELET (1980). (1984) 50, S. 43—50
- 218 SAGER, G., Bestimmung der Gezeitenstromellipse aus zwei Stromvektoren. (1974) 34, S. 39—46
- 219 SAGER, G., Die charakteristischen Elemente stehender, ebener Schwerewellen. (1974) 33, S. 101—114
- 220 SAGER, G., Diagramme zu Elementen der ebenen Schwerewellen. (1975) 36, S. 61—71

- 221 SAGER, G., Der Einfluß der Gezeitenstromturbulenz auf die thermische Schichtung der Wassermassen in der Nordsee, dem Ärmelkanal und der Irischen See. (1965) 16, S. 41—48
- 222 SAGER, G., Ergänzende Betrachtungen zur Karte der Linien gleichen Springtidenhubs der halbtägigen Gezeit $M_2 + S_2$. (1961) 2/3, S. 9—25
- 223 SAGER, G., Feininterpolation bei Gezeitenströmen. (1975) 36, S. 73—84
- 224 SAGER, G., Flächenhafte Interpolation bei Gezeitenströmen. (1975) 36, S. 85—94
- 225 SAGER, G., Gedanken zur Expansion der Erde. (1976) 37, S. 77—104
- 226 SAGER, G., Die Gezeiten des Südchinesischen Meeres. (1975) 36, S. 95—110
- 227 SAGER, G., Die Größtgeschwindigkeiten der Gezeitenströme zur mittleren Springzeit in der Nordsee, dem Kanal und der Irischen See. (1961) 1, S. 19—26
- 228 SAGER, G., Grundsätzliche Überlegungen zur Definition von Sturmfluten in Tidegebieten. (1962) 5, S. 29—40
- 229 SAGER, G., Interpolation von Meß- und Tabellenwerten bei äquidistanten Stützpunkten. (1977) 40, S. 157—165
- 230 SAGER, G., Karten der stündlichen Tidewasserstandsdifferenzen 2 Tage nach den Quadraturen in der Nordsee, dem Kanal und der Irischen See. (1967) 20, S. 5—9
- 231 SAGER, G., Karten der stündlichen Tidewasserstandsdifferenzen 2 Tage nach den Syzygien in der Nordsee, dem Kanal und der Irischen See. (1966) 19, S. 60—66
- 232 SAGER, G., Die maximale Vertikalgeschwindigkeit der Gezeiten zur mittleren Spring- und Nippzeit in der Nordsee, dem Kanal und der Irischen See. (1966) 19, S. 67—70
- 233 SAGER, G., Maximalgeschwindigkeit des Gezeitenstroms zur mittleren Springzeit in der Nordsee, dem Kanal und der Irischen See. (1968) 22, S. 53—59
- 234 SAGER, G., (Kurze Mitteilung) Normierte Dämpfungsfunktionen. (1975) 36, S. 117 bis 120
- 235 SAGER, G., Die numerische Bestimmung des Einflusses periodischer Wasserstandsstörungen auf Registrierpegel. (1961) 4, S. 9—53
- 236 SAGER, G., Reflexionen in Ausbreitungsrichtung cnoidaler Wellen. (1978) 41, S. 5—14
- 237 SAGER, G., Reflexionen in Ausbreitungsrichtung von Wellenprofilen. (1979) 42, S. 7 bis 16
- 238 SAGER, G., Das Regime der Gezeiten und Gezeitenströme in der Nordsee, dem Kanal und der Irischen See. (1964) 11, S. 3—99
- 239 SAGER, G., Die Registrierformen bei Gezeitenrechenmaschinen. (1963) 10, S. 29—43
- 240 SAGER, G., Die Richtung der maximalen Gezeitenströme in der Nordsee, dem Kanal und der Irischen See. (1962) 6, S. 38—44
- 241 SAGER, G., Tabellen zum Refraktionsgesetz in der Atmosphäre und im Meer. (1974) 33, S. 45—62

- 242 SAGER, G., Die Übergangsformen von ebenen Schwerewellen. (1967) 21, S. 15—35
- 243 SAGER, G., Die Variationen der Hochwassereintrittszeiten in der Nordsee, dem Kanal und der Irischen See im Ablauf einer Tideperiode. (1962) 5, S. 17—28
- 244 SAGER, G., Das Verhältnis der maximalen Gezeitenströme bei mittlerer Nipp- und Springzeit in der Nordsee, dem Kanal und der Irischen See auf Grund englischer Gezeitenstrombeobachtungen. (1962) 6, S. 28—37
- 245 SAGER, G., Das Verhältnis des kleinsten zum größten Gezeitenstrom bei mittlerer Springzeit in der Nordsee, dem Kanal und der Irischen See. (1963) 9, S. 30—35
- 246 SAGER, G., Windwirklängen in der Nordsee. (1970) 27, S. 37—45
- 247 SAGER, G., Windwirklängen in der Ostsee. (1972) 29, S. 53—66
- 248 SAGER, G., Zur Mittelwertbildung bei ozeanologischen Vertikalprofilen. (1976) 38, S. 135—144
- 249 SAGER, G., Zur Mittelwertbildung meereskundlicher Meßergebnisse über geographische Eingradfelder. (1965) 16, S. 49—63
- 250 SAGER, G., Zur Refraktion von Licht im Meerwasser. (1974) 33, S. 63—72
- 251 SAGER, G., W. MATTHÄUS, R. SAMMLER, Die Berechnung von Einschwingvorgängen bei Rohrpegeln. (1968) 22, S. 61—101
- 252 SAGER, G., R. SAMMLER, Die Superposition der lunaren und solaren Haupttiden für verschiedenes Amplitudenverhältnis. (1966) 19, S. 32—59
- 253 SAGER, G., W. MATTHÄUS, Zur Arbeitsweise von Pegelanlagen bei veränderlichem Durchmesser des Verbindungsrohres. (1971) 28, S. 83—90
- 254 SAGER, G., H. FRANCK, Zur Bündelung von Wellenstrahlen bei $c = c(z)$. (1975) 36, S. 53—60
- 255 SAMMLER, R., Besprechung zu „Atlas der Gezeitenströme für die Nordsee, den Kanal und die Irische See“. (1963) 10, S. 50—51
- 256 SAMMLER, R., Besprechung zu G. SAGER über Atlas der Elemente des Tidenhubs und der Gezeitenströme für die Nordsee, den Kanal und die Irische See. (1965) 16, S. 64 bis 66
- 257 SCHEMAINDA, R., Ergebnisse einiger Durchsichtigkeitsmessungen im Raum der ozeanischen Polarfront westlich von Spitzbergen. (1962) 6, S. 45—54
- 258 SCHEMAINDA, R., Ergebnisse ozeanologischer Untersuchungen mit dem FFS „Ernst Haeckel“ im Konvergenzgebiet von Brasil- und Falklandstrom im Juni/Juli 1978. (1980) 44/45, S. 109—121
- 259 SCHEMAINDA, R., M. STURM, K. VOIGT, Vorläufige Resultate der Untersuchungen im Bereich des äquatorialen Unterstroms im Golf von Guinea mit MS „Professor Albrecht Penck“ in der Zeit von April bis Juli 1964. (1964) 15, S. 5—13
- 260 SCHILDWACH, B., Datensammelsystem — Aufbau und Wirkungsweise. (1982) 46, S. 69—77

- 261 SCHIMMELPFENNIG, W., J. GÄTKE, Magnetisches Orientierungssystem. (1982) 46, S. 37 bis 41
- 262 SCHMIDT, W., E. EYCKE, O. KOLP, Beschreibung und Ergebnisse der Erprobung des 9 m langen Vibrationsstechrohrs 4701/1 mit neuer Kolbenzieheinrichtung. (1969) 24/25, S. 175—185
- 263 SCHMIDT, W., O. KOLP, Beschreibung und Ergebnisse der Erprobung eines im Auftrage des Institutes für Meereskunde Warnemünde gebauten Vibrationsstechrohres 4700/1. (1965) 12/14, S. 143—148
- 264 SCHNESE, W., Untersuchungen über die Produktivität der Ostsee II. (1969) 26, S. 11—20
- 265 SCHÖNFELDT, H. J., Über die bisherigen Ergebnisse eines Vergleichs zwischen einem herkömmlichen Strömungsmesser und einem Komponentenströmungsmesser. (1980) 43, S. 93—99
- 266 SCHÖNFELDT, H. J., U. KREMSER, Das internationale Küstenexperiment „Kamčija-77“ (Kurze Mitteilung). (1980) 44/45, S. 123—125
- 267 SCHRÖDER, A., Gesamtinhaltsverzeichnis zu den Heften 1—50 der „Beiträge zur Meereskunde“. (1984) 50, S. 51—76
- X 268 SCHULZ, H., Pollenanalytischer Beitrag zur Entwicklungsgeschichte der Mecklenburger Bucht. (1965) 12—14, S. 78—84
- X 269 SCHULZ, S., Benthos und Sediment in der Mecklenburger Bucht. (1969) 24/25, S. 15 bis 55
- 270 SCHULZ, S., Biologische Untersuchungen während des Internationalen Ostseejahres (International Baltic Year, IBY) 1969/70, I. Einführung. (1973) 32, S. 5—8
- 271 SCHULZ, S., Biologische Untersuchungen während des Internationalen Ostseejahres (International Baltic Year, IBY) 1969/70, IV. Das Makrobenthos. (1973) 32, S. 57 bis 74
- X 272 SCHULZ, S., Das Makrobenthos der südlichen Beltsee. (1969) 26, S. 21—46
- 273 SCHWARZENHOLZ, W., Die Diatomeenflora in den Stechrohrkernen aus der Mecklenburger Bucht. (1965) 12—14, S. 85—118
- 274 SEEHASE, H., Die Wasserschöpfer der ozeanologischen Meßkette OM 75. (1980) 43, S. 33—38
- 275 SIEVERT, B., Bibliographie über Literatur zur ozeanologischen Meßtechnik in der DDR ab 1960. (1980) 43, S. 135—140
- 276 SIEVERT, B., Ergänzung zur Bibliographie über ozeanologische Meßtechnik in der DDR ab 1960. (1982) 46, S. 87—90
- 277 SONNTAG, D., Theorie und Praxis der Psychrometerformel. (1982) 46, S. 49—52
- 278 STRIGGOW, K., Automatische Zählung lumineszenter Sandkörner. Bekannte Verfahren und ihre Weiterentwicklung im Institut für Meereskunde der DAW. (1966) 17/18, S. 91—95

- 279 STRIGGOW, K., Definitionen, Relationen und Konventionen im Zusammenhang mit der Dichte des Meereswassers und die Ursachen einiger häufiger Irrtümer in der ozeanographischen Literatur. (1983) 49, S. 25—39
- 280 STRIGGOW, K., Entwicklung und Einsatz einer elektronischen Stufensonde zur Seegangsmessung in der Brandungszone. (1976) 38, S. 7—31
- 281 STRIGGOW, K., Vorwort: 25 Jahre Institut für Meereskunde — Die Entwicklung seines wissenschaftlichen Profils. (1983) 48, S. 5—7
- 282 STRIGGOW, K., Messung der Schallgeschwindigkeit. Teil I: Übersicht über die bekannten, insbesondere die aus ozeanologischer Sicht interessanten Verfahren zur Messung der Schallgeschwindigkeit in Flüssigkeiten. (1980) 43, S. 51—62
- 283 STRIGGOW, K., A. TIFFERT, Messung der Schallgeschwindigkeit. Teil II: Der Schallgeschwindigkeitswandler SGW-73. (1982) 46, S. 5—11
- 284 STRIGGOW, K., Ein neuer, automatischer Wellenschreiber des Institutes für Meereskunde Warnemünde. (1963) 10, S. 44—49
- 285 STRIGGOW, K., Der Seegang als stochastischer Prozeß. (1965) 12—14, S. 151—156
- 286 STRIGGOW, K., Strömungsmessung in der Brandungszone. Aufgabenstellung und Voruntersuchungen zur Lösung eines meßtechnischen Problems der Küstenforschung. (1966) 17/18, S. 111—126
- 287 STRIGGOW, K., Ein Wellenmesser mit Stufensonde und interner Datenreduzierung. (1966) 17/18, S. 100—110
- 288 STRIGGOW, K., R. DANKERT, Induktive Leitfähigkeitssensoren für die ozeanologische Anwendung — Physikalische Wirkprinzipien, theoretische Grundlagen und die Möglichkeiten zur Eliminierung des Einflusses einer variablen Kernpermeabilität. (1984) 50, S. 25—41
- 289 STURM, M., Extremsituationen im Wärmehaushaltsregime der südlichen Ostsee (Fehmarnbelt) in ihrer Beziehung zur Großwetterlage. (1971) 28, S. 91—110
- 290 STURM, M., Methoden zur empirischen Berechnung der Hauptkomponenten des Wärmehaushaltes der Meeresoberfläche. (1963) 9, S. 36—66
- 291 STURM, M., Zum Wärmehaushalt der Ostsee im Bereich der südlichen Beltsee (Fehmarnbelt). (1970) 27, S. 47—61
- 292 STURM, M., R. HELM, Zur raum-zeitlichen Variabilität der horizontalen Wärmeadvektion in der westlichen Ostsee. (1983) 48, S. 9—22
- 293 TILL, K. H., Der Seemagnetograph, ein neues Schleppgerät zur Messung der horizontalen und vertikalen Komponente des erdmagnetischen Feldes auf See. (1961) 2/3, S. 102—109
- 294 TREMP, H. J., Ergebnisse von Seegangsmessungen in der ufernahen Flachwasserzone. (1977) 39, S. 7—16
- 295 VOIGT, K., Äquatoriale Unterströmung auch im Atlantik. (1961) 1, S. 56—60

- 296 VOIGT, K., Besprechungen zu „Die Expeditionen von FFS ‚Anton Dohrn‘ und VFS ‚Gauss‘ im Internationalen Geophysikalischen Jahr 1957/58“ von G. BÖHNECKE und A. BRÜCKMANN. (1962) 6, S. 62—64
- 297 VOIGT, K., „Temperatur-, Salzgehalts- und Sauerstoffverteilung auf den Schnitten von FFS ‚Anton Dohrn‘ und VFS ‚Gauss‘ im Internationalen Geophysikalischen Jahr 1957/58“ von G. DIETRICH. (1962) 6, S. 62—64
- 298 VOIGT, K., Der fernregistrierende Hochseepegel des Warnemünder Instituts für Meereskunde. (1961) 2/3, S. 46—59
- 299 VOIGT, K., Kurze Mitteilung. (1975) 36, S. 115
- 300 VOIGT, K., Buchbesprechung zu J. M. SCHOKALSKI „Ozeanographie“ (2. Auflage, Hydrometeorolog. Verlag, Leningrad 1959). (1962) 5, S. 41—42
- 301 VOIGT, K., Untersuchungen in der Deckschicht des Atlantischen Ozeans mit einem digital registrierenden Temperatur-Leitfähigkeit-Druck-Meßgerät. (1963) 7/8, S. 3 bis 151
- 302 VOIGT, K., Vorwort zu „Theoretische und praktische Arbeiten zur Untersuchung der Ausbreitung von Beimengungen im Meer“. (1972) 30/31, S. 7—8
- 303 VOIGT, K., Widmung „E. Bruns 70 Jahre“. (1971) 28, S. 7
- 304 VOIGT, K., Windstauunterschiede längs der Südküste der westlichen Ostsee. (1962) 6, S. 55—61
- 305 VOIGT, K., R. HELM, H. U. LASS, F. MÖCKEL, M. STURM, Vorläufige Ergebnisse der GATE-Expedition des FS „A. v. Humboldt“ in den äquatorialen Atlantik im Juli/August 1974. (1976) 37, S. 7—27
- 306 WEISS, D., B. JÄGER, Das Küstenschutzsystem aus T-Buhnen und einem Natursteinwellenbrecher bei Dranske/Rügen. (1983) 49, S. 99—137
- 307 WERNER, E., Ein neues Gerät zur Messung von Salzgehalt, Temperatur und Tiefe. (1961) 2/3, S. 42—45
- 308 WOJTKIEWICZ, J., Der Strahlungsbilanzmesser Typ SBM-2 aus dem ZWG der AdW der DDR. (1982) 46, S. 43—47
- 309 WOLF, G., Farbmessungen nach dem Spektralverfahren mit dem Pulfrich-Photometer. (1961) 2/3, S. 26—32
- 310 WOLF, G., Die haline Schichtung im Seegebiet der Darßer Schwelle. (1973) 32, S. 137 bis 146
- 311 WOLF, G., Salzwassereinbrüche im Gebiet der westlichen Ostsee. (1972) 29, S. 67—77
- 312 WOLF, G., Über die hydrologischen Verhältnisse in der westlichen Ostsee im November 1953. (1961) 1, S. 39—47
- 313 WOLF, G., Über die jahreszeitliche Veränderung der T-S-Eigenschaften quasipermanenter Wasserarten im Fehmarnbelt. (1977) 39, S. 51—59
- 314 WOLF, G., Über die Schwankungen von Temperatur, Salzgehalt und Dichte im Seegebiet von Cap Blanc. (1977) 40, S. 69—83

- 315 WYPYCH, K., Widmung „KAROLINA LUBLINER-MIANOWSKA“. (1965) 12—14, S. 5
- 316 ZAC, V. I., B. F. ANDRJUŠENKO, Einige Ergebnisse von Untersuchungen über die turbulente Diffusion von Farbflecken an der Meeresoberfläche mit Hilfe von Luftbildaufnahmen. (1972) 30/31, S. 153—162
- 317 ZAC, V. I., M. S. NEMIROVSKIJ, Untersuchung der Vermischungs- und Verdünnungsprozesse von Verunreinigungen in Abwassereinleitungsgebieten im Meer mit Hilfe fluoreszierender Indikatoren. (1972) 30/31, S. 163—172
- 318 ZEIDLER, R., Küstenströmungen unter Berücksichtigung der Ostseeverhältnisse. (1977) 40, S. 85—115
- 319 ZEIDLER, R., Versuch zur Bestimmung der Struktur der turbulenten Bewegung des Meeres in der ufernahen Zone. (1972) 30/31, S. 129—152
- 320 Anon.: In memoriam ERICH BRUNS. (1979) 42, S. 5—6
- 321 Anon.: Geleitwort zu „Meeresgrund- und Küstenforschung im Bereich der Ostsee“. (1965) 12/14, S. 7
- 322 Anon.: Veröffentlichungen von ERICH BRUNS. (1961) 2/3, S. 110—112
- 323 Anon.: Vorwort: ERICH BRUNS zum 60. Geburtstag. (1961) 2/3, S. 5—8

II. Autorenregister

- AITSAM, A. M. 1
 ANDRJUŠENKO, B. F. 316
 ANGERMANN, R. 2
 ARNDT, E. A. 3
 ASTOK, V. K. 1, 4, 5
 BAUDLER, H. 6, 7
 BEHRE, K.-E. 8
 BENGELSDORFF, E. 9—12
 BERESTOVSKIJ, J. F. 13
 BERGE, H. 14—17
 BLAZHCHISHIN, A. J. 18
 BÖHL, D. 19—25, 78
 BÖRNGEN, M. 26
 BOHMANN, W. 2
 BRAUCKHOFF, K. 27
 BROSIN, H. J. 13, 28—37, 133, 192
 BRÜGMANN, L. 14—17, 38—41, 193
 BRUNS, E. 42—56
 BUBLITZ, G. 57, 198
 CEGLARSKI, R. 58
 CHULAPOV, M. S. 200
 Danckert, R. 59, 288
 DIEBEL, K. 60
 DRUET, C. 61, 109
 EMEJANOV, E. M. 62
 ENZENROSS, CH. 126
 EYCKE, E. 63, 262
 FEILOTTER, H. 64
 FENNEL, W. 65—68, 144, 145
 FOKEN, TH. 69
 FRANCK, H. 70—73, 179, 254
 FRANCKE, E. 74—84, 136, 177, 192
 FRÖHLICH, K. 85, 89
 GÄTKE, J. 86, 87, 261
 GEHL, O. 88
 GELLERMANN, R. 89
 GEZENCVEJ, A. N. 4, 35, 90
 GOHS, L. 91—94
 GUDELIS, V. 95
 HAGEN, E. 96—100
 HEBERT, D. 85
 HELM, R. 34, 101—103, 145, 292, 305
 HUPFER, P. 61, 77, 83, 104—111
 JÄGER, B. 306
 JAKUBENKO, V. G. 200
 JUCHAT, M. K. 1, 4
 KAISER, W. 112
 KARABASEV, G. S. 35, 113, 114, 206
 KASTEN, H. 115
 KAYSER, B. 68, 134
 KOLP, O. 116—126, 262, 263
 KOSLER, A. 127
 KREMSEK, U. 35, 128—134, 174, 266
 KROG, H. 135
 KRÜGER, S. 136
 KUZNECOV, O. A. 61, 69, 109
 LANGE, D. 57, 85, 89, 137, 138
 LASS, H. U. 66, 67, 78, 81, 110, 111, 139
 bis 145, 177, 305
 LE KUNG, TOAI 35
 LOMMATSCH, D. 146
 LUBLINER-MIANOWSKA, K. 147
 MATTHÄUS, W. 72, 148—179, 251, 253
 MENKE, B. 8
 MICHELCHEN, N. 134
 MIKULSKI, Z. 180
 MÖCKEL, F. 2, 64, 78, 81, 145, 181—183,
 305
 MORCOS, S. A. 184
 MÜLLER, G. 185
 MURAV'EV, S. S. 35, 90
 NEHRING, D. 32, 36, 40, 79, 84, 186—195
 NEMIROVSKIJ, M. S. 317
 NEUBERT, G. 2, 108
 NEUMANN, G. 196—198
 NEUMEISTER, H. 37
 NIKOLAEV, V. P. 199, 200
 NÖTZOLD, T. 201, 202
 OERTZEN, J. A. VON 203—205
 OZMIDOV, R. V. 4, 5, 35, 90, 206
 PAZOTKA VON LIPINSKI, G. 207
 PLÜSCHKE, G. 81
 PRANDKE, H. 208—210
 PROKOPOV, O. I. 200
 PUSTELNIKOV, O. S. 211
 REICHEL, U. 80
 RENNAU, TH. 86, 87
 RIEKHER, R. 82

- ROHDE, K.-H. 84, 194, 195, 212—214
 RÓZDZYŃSKI, K. 215, 216
 SAGER, G. 73, 178, 217—254
 SAMMLER, R. 178, 251, 252, 255, 256
 SCHEFFLER, TH. 86, 87
 SCHEMAINDA, R. 33, 257—259
 SCHILDWACH, B. 260
 SCHIMMELPFENNIG, W. 261
 SCHLUNGBAUM, G. 205
 SCHMIDT, W. 262, 263
 SCHNESE, W. 264
 SCHÖNFELDT, H.-J. 265, 266
 SCHRÖDER, A. 267
 SCHULZ, H. 268
 SCHULZ, S. 112, 194, 204, 269—272
 SCHWABE, R. 143, 175, 177
 SCHWARZENHOLZ, W. 273
 SCHWARZER, H. 146
 SEEHASE, H. 274
 SIEVERT, B. 275, 276
 SONNTAG, D. 277
 STEIN, H. 3
 STOLLE, TH. 87
 STRIGGOW, K. 33, 278—288
 STURM, M. 145, 259, 289—292, 305
 SÜMNICH, K.-H. 146
 TIFFERT, A. 283
 TILL, K. 145, 293
 TREMP, H.-J. 294
 VIKTOROV, S. V. 13
 VÖRTLER, G. 64
 VOIGT, K. 35, 78, 259, 295—305
 WANKE, R. 175
 WEISS, D. 306
 WERNER, E. 307
 WIECHERT, H. 145
 WIEGANK, F. 207
 WILDE, A. 41
 WILL, H. 59, 145
 WOJTKIEWICZ, J. 308
 WOLF, G. 309—314
 WULFF, B. 138
 WULFF, C. 143
 WYPYCH, K. 315
 ZAC, V. J. 316, 317
 ZEIDLER, R. 58, 318, 319
 ZELAZNY, E. 58
 ŽURBAS, V. 134

III. Sachregister

Äquatorialer Unterstrom 32, 34, 145, 162, 259, 295, 305
 ALM, W. (Nachruf) 125
 Analyse, automatische 38, 41
 Arkonabecken 30, 31, 61, 70, 117, 118, 138, 156, 175
 Aspirationspsychrometer 2
 Atlantik 34, 36, 40, 50, 54, 55, 96—100, 145, 162, 189, 193, 257—259, 301, 305, 314
 Auftriebsgebiet (vor N-W-Afrika) 40, 96—100, 189, 193, 314
 Austausch, horizontaler 110
 Austauschkoeffizient, horizontaler 110
 —, vertikaler 133, 174
 Baltische Haffs 180
 Beimengungen 1, 4, 35, 62, 113, 114, 129—131, 206, 302, 316, 317
 Beltsee 26, 170, 203, 272, 289, 291, 292
 Benthos 269
 —, Makro- 271, 272
 Beobachtungen, ozeanologische 36, 80, 106, 145, 258, 259, 301, 305
 Berechnungsmethoden 1, 20, 21, 229, 234, 248, 249
 Bibliographien 267, 275, 276, 322
 Biofazies 127
 Boddengewässer (südl. Darß und Zingst) 29, 212
 Bojen 10, 11, 28, 31, 108, 183, 185
 Bornholmbecken 118
 Bottnischer Meerbusen 194
 Brechungsindex 151
 Bromid 17
 BRUNS, E. 303 (Widmung), 320 (Nachruf), 322 (Bibliographie), 323 (Widmung)
 Buchbesprechungen 22, 23, 42, 43, 52, 53, 56, 255, 256, 296, 297, 300
 Chlorophyll 146
 Dänische Inseln 137
 Darßer Schwelle 76, 177, 179, 310
 Datenverarbeitung 19, 143
 Diatomeenanalyse 57, 138, 273
 Diffusion, turbulente 28, 30, 31, 35, 58, 65, 67, 90, 128—131, 134, 206, 302, 317, 319
 Dichte (s. auch Jahresgang) 146, 184, 279
 Druckprüfanlage 9
 Durchflußkoeffizient 149, 152, 153
 Dynamische Methode 139
 Eis 37
 EKAM 73 61, 109
 Elektrochemie 14—17, 39
 Eustatische Kurve 119
 Expansion der Erde 225
 Expeditionen 50, 54 („M. Lomonossov“), 69 (KASPEX-76), 145 (FGGE), 258 (FFS
 „Ernst Haeckel“), 305 (GATE)

Experimente 61 (EKAM 73), 104 („Lubiatowo 74“) 109 (EKAM 73), 199 (Tschernomor),
 266 (Kamčija-77)
 Fehmarnbelt 94, 102, 103, 289, 291, 313
 FGGE 145
 Finnischer Meerbusen 95
 Fluorid 14
 Fluorometer 58
 Foraminiferen 207
 GATE 305
 Geochemie 62, 89
 Gezeiten 217, 222, 226—228, 230—232, 238, 243, 252
 Gezeitenrechenmaschinen 239
 Gezeitenstrom 218, 221, 223, 224, 227, 233, 238, 240, 244, 245
 Glazialmorphologie 197
 Golf von Guinea 259
 Gotlandbecken 18, 154, 164—167, 172
 Gotlandtief 166, 167, 173, 192
 Heck, H.-L. (Nachruf) 88
 HORN, W. (Widmung) 124
 Ionenanomalie 195, 212, 213
 Irische See 221, 227, 230—233, 238, 240, 243—245
 Jahresgang, Berechnungsmethoden 71, 72, 178
 —, Dichte 154, 314
 —, Temperatur 71, 156, 158, 163, 165, 168, 170, 313, 314
 —, Salzgehalt 71, 156, 159, 170, 313, 314
 —, Sauerstoff 167, 169
 —, Stabilität 173
 Kabel 12, 63
 Kaltwasserauftrieb, küstennaher 96—100, 314
 Kamčija-77 266
 Kanal, Englischer 221, 227, 230—233, 238, 240, 243, 245
 KASPEX-76 69
 Küstenentwicklung 95
 Küstenschutz 120, 306
 Langzeittrends, Dichte 154
 —, Nitrat 186
 —, Phosphat 186
 —, Temperatur 148, 155, 164
 —, Salzgehalt 148, 155, 164, 170, 171
 —, Sauerstoff 148, 155, 166
 —, Stabilität 173
 Langzeitvariationen s. Langzeittrends
 Leitfähigkeit 59, 301
 Lichtextinktion 93, 94, 160, 309
 Lichtrefraktion 250

- Lichtstreuung 208—210
 Lubiatowo 74 104
 LUBLINER-MIANOWSKA, K. (Widmung) 315
 Lübecker Bucht 94, 201
 Mecklenburger Bucht 60, 117, 118, 135, 147, 170, 202, 268, 269, 271, 273
 Meeresbiologie 3, 99, 112, 127, 146, 194, 203, 204, 205, 217/1, 264, 269—272
 Meereschemie 14, 15, 16, 17, 38—41, 85, 89, 186—195, 212—214
 Meeresforschung, -Geschichte 33, 80, 162, 281
 Meeresgeologie 8, 18, 57, 60, 89, 95, 117—127, 135, 137, 138, 147, 196—198, 201, 202, 207, 211, 262, 263, 268, 273
 Meeresgrund- und Küstenforschung s. Meeresgeologie
 Meeresgrundkartierung 118
 Meeresoptik 91—94, 113, 114, 160, 200, 208—210, 241, 250, 257, 309
 Meerwasseranalytik 14, 15
 Meerwasserentsalzung 105
 Meßgeräte (s. auch Meßsysteme) 2, 12, 58, 63, 132, 181, 262, 263, 275, 276
 —, Leitfähigkeit 288
 —, magnetische 261, 293
 —, optische 113, 114, 160, 209, 278, 309
 —, Pegel 149, 150, 152, 153, 235, 251, 253, 298
 —, Salzgehalt 115
 —, Sauerstoff 136
 —, Schallgeschwindigkeit 282, 283
 —, Seegang 51, 280, 284, 287
 —, Strahlungsbilanz 308
 —, Strömung 25, 78, 81, 86, 87, 101, 111, 265, 286
 —, Temperatur 6, 24, 59, 74, 82, 115, 176, 216
 —, Wellen 51, 284, 287
 Meßtechnik, ozeanologische s. Meßgeräte
 Meßsystem 108, 115, 185, 260, 301, 307
 —, OM 75 64, 75, 182, 274
 —, FMS 80 183
 Nährstoffe 38, 41, 186, 194
 —, Bilanz 182
 —, Eintrag 189
 —, Korrelationen 188
 —, organische 193
 NEEF, E. (Widmung) 116
 Nordsee 8, 55, 83, 94, 119, 150, 207, 221, 227, 230—233, 238, 240, 243—246
 Oberflächenwasser 157, 165, 167, 171
 Oderbucht 198
 Ökologie 203, 204, 205
 Ostsee (s. auch einzelne Seegebiete) 3, 5, 13, 18, 37, 39, 55, 57, 61, 62, 77, 79, 80, 83—85, 89, 91, 92, 94, 95, 104, 106, 107, 109, 112, 119, 131, 133, 134, 148, 150, 155, 157, 159, 163, 168, 169, 171, 174, 186—188, 190, 191, 194, 195, 197, 204, 210—214, 247, 264, 304, 311, 312, 318

- Paläogeographie 117
 Parameter, ozeanologische (s. auch Jahrgang) 71, 141, 144
 —, hydrographische 91, 92, 312
 —, hydrooptische 91, 92
 Pegel (s. auch Meßgeräte)
 —, Hochsee- 298
 —, Registrier- 150, 235
 —, Rohr- 149, 152, 153, 251, 253
 Pflanzenfossilien 201, 202
 Plankton 257
 —, Phyto- 67, 112, 264
 —, Zoo- 3
 Pollenanalyse 8, 135, 147, 268
 PREOBRASCHENSKIJ, J. W. (Nachruf) 46
 Primärproduktion 112
 Produktivität 194, 264
 Psychrometerformel 272
 Radioaktivität 214
 Reynolds-Regeln 144
 Richardsonsche Zahlen 133
 Salzgehalt (s. auch Jahrgang) 26, 83, 115, 307, 314
 Salzwassereinbruch 77, 79, 192, 311
 Sandtransport, submariner 27, 126
 Sandfärbung 126
 Satellitenozeanographie 13, 37, 146, 215
 Sauerstoffgehalt (s. auch Jahrgang) 84, 136
 Schallgeschwindigkeit 282, 283
 Schichtung, Dichte 99, 301
 —, haline 173, 175, 179, 301, 310
 —, thermische 73, 157, 173, 175, 176, 179, 221, 301
 SCHOTT, G. (Nachruf) 45
 Schwarzes Meer 90, 199
 Schwerewellen (s. auch Seegang) 219, 220, 242
 Schwermineralverteilung 198
 Sedimente 57, 62, 118, 138, 198, 211, 269
 Seegang 49, 51, 55, 285, 287, 294
 Spurenmetalle 39, 40, 189
 Sprungschicht, haline 172
 Stabilität 173
 Stechrohr 181, 262, 263
 Stickstoff 190, 191
 Strahlungsbilanz 308
 Stratigraphie 18, 57, 60, 135, 137, 138, 147, 207, 268, 273
 Strömung 76, 98, 99, 102, 103, 106, 286, 318
 Strömungsmesser 25, 78, 81, 86, 87, 101, 111, 265
 Sturmflut 228

- SUBOV, N. N. (Nachruf) 47
 Südchinesisches Meer 226
 Sulfat 15
 SYSOJEV, N. N. (Nachruf) 48
- Tagungsbericht 195 („Baltic Shorelines“)
 Temperatur (s. auch Jahrgang) 7, 70, 73, 83, 107, 110, 216, 314
 Terrasse, submarine 119
 Tide s. Gezeiten
 Tiefenwasser 84, 148, 155, 166, 191
 Tiefsee 9, 10
 Tiefseekippthermometer 24, 74, 82
 Tracer s. Beimengungen
 Tritium 85
 Tropischer Atlantik 32, 34, 145, 162, 259, 295, 305
 Tschernomor 199
- Übertragungsfunktion, Deckschicht 140
 —, Strömung 140
 —, Temperatur 142, 216
 —, Wind 140
 Ufernahe Zone 7, 61, 104, 109, 110, 134, 280, 286, 294, 318, 319
 Uranium 89
- Variationen s. Veränderlichkeit
 Veränderlichkeit, interdiurne 83
 —, jahreszeitliche 156, 158, 159, 163, 165, 167—170, 313
 —, kurzzeitige 34, 70, 179, 192
 —, langzeitige 71, 148, 154, 155, 166, 172, 186
 —, säkulare 164, 171
 Verschmutzung 84, 190, 214, 317
 Viskosität 161
- Wachstumsschwankungen 217/1
 Wärmehaushalt 289—292
 Wasseraustausch 176
 Wasserhaushalt 180
 Wasserschöpfer 132, 274
 Wechselwirkung Ozean/Atmosphäre 61, 289
 Wellen (s. auch Schwerewellen, s. auch Seegang) 236, 237, 254
 —, interne 73
 Wellensysteme, lineare 66
 Windstau 304
 Windwirklängen 246, 247
 Wirbel, mesoskale 99, 100, 175
- Zirkulation, mesomaßstäbliche 67, 68, 100, 175

Acta Hydrophysica

Band XVII, Heft 3/4

Begründet von H. Ertel, herausgegeben durch S. Dyck,
 P. Mauersberger, K. Voigt

1983. 255 Seiten — 92 Abbildungen — 17 Tabellen —
 4 Seiten Bandinhaltsverzeichnis — 14,5 × 21,5 cm — 76,— M
 Bestell-Nr. 7630608 (2050/XXVII/3—4)

Das Doppelheft enthält die wichtigsten Beiträge des Internationalen Wissenschaftlichen Seminars „Messung und Modellierung der Eigenschaften der Wassermassen von Seen und Speichern“ (Biesenthal bei Berlin, 26.—30. 4. 1981). Die Beiträge behandeln die folgenden Themenkreise:
 Weiterentwicklung der Grundlagen der Theorie und Modellierung mit statistischen, kybernetischen und thermodynamischen Methoden; Einwirkungen meteorologischer und anthropogener Einflüsse sowie hydrodynamischer Vorgänge auf thermisches Regime, Lichtverhältnisse, Stoffbilanz und Biozönose; Wechselwirkungen zwischen abiotischen Faktoren und biologischen Prozessen; Stoffaustausch zwischen Pelagial und Sediment sowie zwischen Wasser und Atmosphäre.

Bitte richten Sie Ihre Bestellungen an eine Buchhandlung



AKADEMIE-VERLAG
 DDR-1086 Berlin, Leipziger Straße 3—4