

Berichte aus dem Institut für Mereskunde
an der Christian-Albrechts-Universität Kiel

Nr. 101

1998

SI-Einheiten in der Ozeanographie
SI Units in Oceanography

von
Gerold Siedler

3. überarbeitete Auflage
3rd revised edition

1. Auflage: 1982
2. Auflage: 1988

Kopien dieser Arbeit sind erhältlich bei:

Institut für Meereskunde
Abt. Meeresphysik
Düsternbrooker Weg 20
24105 Kiel
Germany

| | |
|--|----|
| Zusammenfassung und Einführung | 1 |
| 1. Einheiten | 2 |
| 1.1 Definition der Einheiten | 2 |
| 1.2 Beispiele von SI-abgeleiteten Einheiten aus Grundeinheiten mit abgeleiteten Bezeichnungen | 3 |
| 1.3 SI-abgeleitete Einheiten mit besonderen Bezeichnungen | 4 |
| 1.4 Beispiele von SI-abgeleiteten Einheiten, Bezeichnung abgeleitet aus besonderer und SI-Einheit | 5 |
| 1.5 Zusätzlich zu SI benutzte Einheiten | 6 |
| 1.6 Einheiten, die zeitweise mit SI benutzt werden dürfen | 6 |
| 1.7 Einheiten, von deren Benutzung dringend abgeraten wird | 7 |
| 2. Dezimale Vielfache und Teile von SI-Einheiten | 8 |
| 3. Umwandlung von Einheiten | 8 |
| 4. Überschriften in Tabellen, Bezeichnung von Diagramm-Koordinaten | 9 |
| 5. Texte und Formate | 10 |
| 6. Besondere Empfehlungen für die Ozeanographie | 12 |
| 7. Strahlungsenergieübertragung im Ozean | 15 |
| Literatur | 17 |
| Danksagung | 17 |

| | |
|--|----|
| Abstract and Introduction | 1 |
| 1. Units | 2 |
| 1.1 Definition of units | 2 |
| 1.2 Examples of SI derived units expressed in terms of base units | 3 |
| 1.3 SI derived units with special names | 4 |
| 1.4 Examples of SI derived units expressed by means of an association of special names and base units | 5 |
| 1.5 Units in use with the SI | 6 |
| 1.6 Units that may be temporarily used together with SI | 6 |
| 1.7 Units whose use is strongly discouraged | 7 |
| 2. Decimal multiples and sub-multiples of SI units | 8 |
| 3. Unit conversion | 8 |
| 4. Headings of tables, labelling of graphs | 9 |
| 5. Texts and formats | 10 |
| 6. Specific recommendations for oceanography | 12 |
| 7. Transfer of radiative energy in the ocean | 15 |
| References | 17 |
| Acknowledgements | 17 |

Zusammenfassung und Einführung

Die Zusammenstellung zu den SI-Einheiten soll eine praktische Arbeitsgrundlage für die Verwendung dieser Einheiten in der Ozeanographie bereitstellen. Sie paßt die grundlegenden Vorschriften des SI-Systems (Système International d'Unités) und die vom UNESCO/ICES/SCOR/IAPSO-Ausschuß "Ozeanographische Tabellen und Standards" (JPOTS) erarbeiteten Regeln für die Anwendung in der Ozeanographie zusammen. Grundlagen sind der SUN Report (IAPSO, 1979), die IAPSO-Publication Scientifique No. 32, veröffentlicht bei der UNESCO (1985) und die Empfehlungen der genannten internationalen Meeresforschungsorganisationen zum "Praktischen Salzgehalt" und zur neuen Zustandsgleichung des Meerwassers (UNESCO, 1981, 1983). Außerdem werden Angaben zur neuen internationalen Temperaturskala gegeben (SAUNDERS, 1990). Der Bericht enthält ferner eine Zusammenfassung von Größen und Einheiten zur Strahlungsenergieübertragung im Meer.

Die 3. Auflage wurde gegenüber der 2. Auflage vor allem durch Erläuterungen zu oft gebrauchten Bezeichnungen ergänzt. Bei den Strahlungsgrößen wurden einige Bezeichnungen entsprechend dem überwiegend üblichen Gebrauch verändert bzw. hinzugefügt, und einige Fehler wurden korrigiert. Ergänzende Literatur findet man bei UNESCO (1978, 1979, 1981a,b,c,d) und bei SIEDLER und PETERS (1986). Insbesondere wird auf FEISTEL (1993) verwiesen, wo sich zusätzliche Angaben zu thermodynamischen Eigenschaften finden.

Abstract and Introduction

The summary of SI units is provided as a manual for the use of these units in oceanography. It gives the basic rules of the SI system (Système International d'Unités) and the instructions for their application in oceanography which were recommended by the UNESCO/ICES/SCOR/IAPSO Joint Panel on Oceanographic Tables and Standards (JPOTS). The report is based on the SUN Report (IAPSO, 1979) and IAPSO Publication Scientifique No. 32 published by UNESCO (1985), and the recommendations for the definition of "Practical Salinity 1978" and the new "Equation of State 1980" (UNESCO, 1981, 1983) which were accepted by the above international organisations. Comments are given on the new international temperature scale (SAUNDERS, 1990). The report also contains a summary of quantities and units related to the radiative transfer of energy in the ocean.

Changes from the second to the third edition include additional comments on often used quantities and units. Also some names of quantities in the radiation part were changed or added, following the common use, and a few errors were corrected. Complementary literature can be found in UNESCO (1978, 1979, 1981a,b,c,d) and SIEDLER and PETERS (1986). Particular reference is made to FEISTEL (1993) where additional information is provided on thermodynamic properties.

1 Einheiten Units

1.1 Definition der Einheiten Definition of units

SI = Système International d'Unités.

Beschlossen auf Sitzungen der Conférence Générale des Poids et Mésures (CGPM) zwischen 1948 und 1975.

Accepted at meetings of the Conférence Générale des Poids et Mésures (CGPM) between 1948 and 1975.

Die SI-Grundeinheiten bilden ein kohärentes System, d.h. abgeleitete Größen bzw. Einheiten der abgeleiteten Größen entstehen durch Multiplikation von Potenzen der Größen bzw. Einheiten ohne Zusatzfaktor.

The SI units form a coherent system, i.e. derived quantities or units of derived quantities result from a multiplication of powers of the quantities or units, without any additional factor.

Das SI-System enthält 7 Grundeinheiten und 2 ergänzende Einheiten.

The SI system has 7 base units and 2 supplementary units.

SI-Grundeinheiten SI base units

| Größe <i>quantity</i> | Bezeichnung <i>name</i> | Symbol <i>symbol</i> |
|---|------------------------------|-------------------------|
| Länge <i>length</i> | Meter <i>metre</i> | m |
| Masse <i>mass</i> | Kilogramm <i>kilogram</i> | kg |
| Zeit <i>time</i> | Sekunde <i>second</i> | s |
| Elektrischer Strom <i>electric current</i> | Ampere <i>ampere</i> | A |
| Thermodynamische Temperatur <i>thermodynamic temperature</i> | Kelvin <i>kelvin</i> | K |
| Stoffmenge <i>amount of substance</i> | Mol <i>mole</i> | mol |
| Lichtstärke <i>luminous intensity</i> | Candela <i>candela</i> | cd |

SI - ergänzende Einheiten SI supplementary units

| | | |
|-------------------------------------|-------------------------------|-----|
| Ebener Winkel <i>plane angle</i> | Radian <i>radian</i> | rad |
| Raumwinkel <i>solid angle</i> | Steradian <i>steradian</i> | sr |

1.2 Beispiele von SI-abgeleiteten Einheiten mit aus Grundeinheiten abgeleiteten Bezeichnungen
Examples of SI derived units expressed in terms of base units

| Größe <i>quantity</i> | Bezeichnung <i>name</i> | Symbol <i>symbol</i> |
|---|--|-------------------------|
| Fläche <i>area</i> | Quadratmeter <i>square metre</i> | m^2 |
| Volumen <i>volume</i> | Kubikmeter <i>cubic metre</i> | m^3 |
| Geschwindigkeit <i>speed, velocity</i> | Meter pro Sekunde <i>metre per second</i> | m/s |
| Beschleunigung <i>acceleration</i> | Meter pro Sekunde-Quadrat <i>metre per second squared</i> | m/s^2 |
| Wellenzahl <i>wave number</i> | 1 pro Meter <i>1 per metre</i> | m^{-1} |
| Dichte <i>density, mass density</i> | Kilogramm pro Kubikmeter <i>kilogram per cubic metre</i> | kg/m^3 |
| Stromdichte <i>current density</i> | Ampere pro Quadratmeter <i>ampere per square metre</i> | A/m^2 |
| magnetische Feldstärke <i>magnetic field strength</i> | Ampere pro Meter <i>ampere per metre</i> | A/m |
| Stoffmengen-Konzentration <i>amount-of-substance concentration</i> | Mol pro Kubikmeter <i>mole per cubic metre</i> | mol/m^3 |
| Spezifisches Volumen <i>specific volume</i> | Kubikmeter pro Kilogramm <i>cubic metre per kilogram</i> | m^3/kg |
| Leuchtdichte <i>luminance</i> | Candela pro Quadratmeter <i>candela per square metre</i> | cd/m^2 |

1.3 SI-abgeleitete Einheiten mit besonderen Bezeichnungen SI derived units with special names

| Größe <i>quantity</i> | Bezeichnung <i>name</i> | Symbol <i>symbol</i> | andere Einheiten <i>other units</i> | SI-Einheiten <i>SI units</i> |
|---|---------------------------------------|-------------------------|--|---|
| Frequenz <i>frequency</i> | Hertz <i>hertz</i> | Hz | | s ⁻¹ |
| Kraft <i>force</i> | Newton <i>newton</i> | N | | m·kg·s ⁻² |
| Druck, Spannung <i>pressure, stress</i> | Pascal <i>pascal</i> | Pa | N/m ² | m ⁻¹ ·kg·s ⁻² |
| Energie, Arbeit, Wärmeenergie <i>energy, work, quantity of heat</i> | Joule <i>joule</i> | J | N·m | m ² ·kg·s ⁻² |
| Leistung, Strahlungsleistung <i>power, radiant flux</i> | Watt <i>watt</i> | W | J/s | m ² ·kg·s ⁻³ |
| Elektrizitätsmenge, elektrische Ladung <i>quantity of electricity, electric charge</i> | Coulomb <i>coulomb</i> | C | | s·A |
| Spannung, elektrisches Potential, Potentialdifferenz, elektromotorische Kraft <i>electric potential, potential difference, electromotive force</i> | Volt <i>volt</i> | V | W/A | m ² ·kg·s ⁻³ ·A ⁻¹ |
| Kapazität <i>capacitance</i> | Farad <i>farad</i> | F | C/V | m ⁻² ·kg ⁻¹ ·s ⁴ ·A ² |
| Elektrischer Widerstand <i>electric resistance</i> | Ohm <i>ohm</i> | Ω | V/A | m ² ·kg·s ⁻³ ·A ⁻² |
| Leitfähigkeit <i>conductance</i> | Siemens <i>siemens</i> | S | A/V | m ⁻² ·kg ⁻¹ ·s ³ ·A ² |
| Magnetischer Fluß <i>magnetic flux</i> | Weber <i>weber</i> | Wb | V·s | m ² ·kg·s ⁻² ·A ⁻¹ |
| Magnetische Flußdichte, Induktion <i>magnetic flux density</i> | Tesla <i>tesla</i> | T | Wb/m ² | kg·s ⁻² ·A ⁻¹ |
| Induktivität <i>inductance</i> | Henry <i>henry</i> | H | Wb/A | m ² ·kg·s ⁻² ·A ⁻² |
| Celsius-Temperatur <i>Celsius temperature</i> | Grad Celsius <i>degree Celsius</i> | °C | | K |
| Lichtstrom <i>luminous flux</i> | Lumen <i>lumen</i> | lm | | cd·sr |
| Beleuchtungsstärke <i>illuminance</i> | Lux <i>lux</i> | lx | lm/m ² | m ⁻² ·cd·sr |
| Aktivität <i>activity</i> | Becquerel <i>becquerel</i> | Bq | | s ⁻¹ |
| Energiedosis <i>absorbed dose</i> | Gray <i>gray</i> | Gy | J/kg | m ² ·s ⁻² |

1.4 Beispiele von SI-abgeleiteten Einheiten, Bezeichnung abgeleitet aus besonderer und SI-Einheit

Examples of SI derived units expressed by means of an association of special names and base units

| Größe <i>quantity</i> | Bezeichnung <i>name</i> | Symbol <i>symbol</i> | SI-Einheiten <i>SI units</i> |
|--|---|-------------------------|--|
| Dynamische Viskosität <i>dynamic viscosity</i> | Pascalsekunde <i>pascal second</i> | Pa·s | $\text{m}^{-1} \cdot \text{kg} \cdot \text{s}^{-1}$ |
| Drehmoment <i>moment of force</i> | Newtonmeter <i>metre newton</i> | N·m | $\text{m}^2 \cdot \text{kg} \cdot \text{s}^{-2}$ |
| Oberflächenspannung <i>surface tension</i> | Newton pro Meter <i>newton per metre</i> | N/m | $\text{kg} \cdot \text{s}^{-2}$ |
| Wärmeflußdichte, Strahlungsflußdichte <i>heat flux density, irradiance</i> | Watt pro Quadratmeter <i>watt per square metre</i> | W/m ² | $\text{kg} \cdot \text{s}^{-3}$ |
| Wärmekapazität, Entropie <i>heat capacity, entropy</i> | Joule pro Kelvin <i>joule per kelvin</i> | J/K | $\text{m}^2 \cdot \text{kg} \cdot \text{s}^{-2} \cdot \text{K}^{-1}$ |
| Spezif. Wärmekapazität, spezif. Entropie <i>specific heat capacity, specific entropy</i> | Joule pro Kilogramm und Kelvin <i>joule per kilogram kelvin</i> | J/(kg·K) | $\text{m}^2 \cdot \text{s}^{-2} \cdot \text{K}^{-1}$ |
| Wärmeleitfähigkeit <i>thermal conductivity</i> | Watt pro Meter und Kelvin <i>watt per metre kelvin</i> | W/(m·K) | $\text{m} \cdot \text{kg} \cdot \text{s}^{-3} \cdot \text{K}^{-1}$ |
| elektrische Feldstärke <i>electric field strength</i> | Volt pro Meter <i>volt per metre</i> | V/m | $\text{m} \cdot \text{kg} \cdot \text{s}^{-3} \cdot \text{A}^{-1}$ |
| elektrische Ladungsdichte <i>electric charge density</i> | Coulomb pro Kubikmeter <i>coulomb per cubic metre</i> | C/m ³ | $\text{m}^3 \cdot \text{s} \cdot \text{A}$ |
| Permeabilität <i>permeability</i> | Henry pro Meter <i>henry per metre</i> | H/m | $\text{m} \cdot \text{kg} \cdot \text{s}^{-2} \cdot \text{A}^{-2}$ |
| molare Energie <i>molar energy</i> | Joule pro Mol <i>joule per mole</i> | J/mol | $\text{m}^2 \cdot \text{kg} \cdot \text{s}^{-2} \cdot \text{mol}^{-1}$ |

1.5 Zusätzlich zu SI benutzte Einheiten *Units in use with the SI*

| Größe <i>quantity</i> | Bezeichnung <i>name</i> | Symbol <i>symbol</i> | SI-Einheiten <i>SI units</i> |
|--|---|-------------------------|--|
| Zeit <i>time</i> | Minute <i>minute</i> | min | 1 min = 60 s |
| | Stunde <i>hour</i> | h | 1 h = 3 600 s |
| | Tag <i>day</i> | d | 1 d = 86 400 s |
| Ebener Winkel <i>plane angle, arc</i> | Grad <i>degree</i> | ° | 1° = (π / 180) rad |
| | Minute <i>minute</i> | ' | 1' = (π / 10 800) rad |
| | Sekunde <i>second</i> | " | 1" = (π / 648 000) rad |
| Masse <i>mass</i> | Tonne <i>ton</i> | t | 1 t = 10 ³ kg |
| | atomare Masseinheit <i>unified atomic mass</i> | u | 1 u = 1,660 565 5 · 10 ⁻²⁷ kg (annähernd, <i>approximate</i>) |

1.6 Einheiten, die zeitweise mit SI benutzt werden dürfen *Units that may be temporarily used together with SI*

| Größe <i>quantity</i> | Bezeichnung <i>name</i> | Symbol <i>symbol</i> | SI-Einheiten <i>SI units</i> |
|---|----------------------------------|-------------------------|--|
| Länge <i>length</i> | Seemeile <i>nautical mile</i> | - | 1 Seemeile = 1 852 m (exakt) 1 nautical mile = 1 852 m (exact) |
| Druck <i>pressure</i> | Bar <i>bar</i> | bar | 1 bar = 10 ⁵ Pa (exakt, <i>exact</i>) |
| Schwerebeschleunigung <i>acceleration of free fall</i> | Gal <i>gal</i> | Gal | 1 Gal = 10 ⁻² m·s ⁻² |
| Aktivität <i>activity</i> | Curie <i>curie</i> | Ci | 1 Ci = 3,7 · 10 ¹⁰ Bq = 3,7 · 10 ¹⁰ s ⁻¹ |

1.7 Einheiten, von deren Benutzung dringend abgeraten wird
Units whose use is strongly discouraged

| Größe <i>quantity</i> | Bezeichnung <i>name</i> | Symbol <i>symbol</i> | SI-Einheiten <i>SI units</i> |
|--|--|-------------------------|--|
| Länge <i>length</i> | Mikron <i>micron</i> | μ | $1 \mu = 1 \mu\text{m} = 10^{-6} \text{ m}$ |
| Fläche <i>area hectare</i> | Hektar | ha | $1 \text{ ha} = 10^4 \text{ m}^2$ |
| Volumen <i>volume</i> | Liter <i>litre</i> | ℓ | $1 \ell = 1 \text{ dm}^3 = 10^{-3} \text{ m}^3$ |
| Kraft <i>force</i> | Kilogramm-Kraft <i>kilogram-force</i> | Kilopond <i>kgf</i> | kp $1 \text{ kp} = 9,806\,65 \text{ N}$ |
| Druck <i>pressure</i> | Atmosphäre <i>atmosphere, standard atmosphere</i> | atm | $1 \text{ atm} = 101\,325 \text{ Pa}$ (exakt, <i>exact</i>) |
| | Torr <i>torr</i> | - | $1 \text{ Torr} = (101\,325/760) \text{ Pa}$ $\approx 133,322\,387 \text{ Pa}$ (annähernd, <i>approximate</i>) |
| | mm Quecksilber <i>conventional mm of mercury</i> | mmHg | 1 mmHg $= 133,322\,387 \text{ Pa}$ |
| Geschwindigkeit <i>velocity</i> | Knoten <i>knot</i> | - | 1 Knoten $= (1\,852/3\,600) \text{ m/s}$ $\approx 0,514 \text{ m/s}$ (annähernd, <i>approximate</i>) |
| Geopotential <i>geopotential</i> | dynamisches Meter <i>dynamic metre</i> | - | $1 \text{ dynamisches Meter}$ $\approx 10^1 \text{ m}^2 \cdot \text{s}^{-2}$ (annähernd, <i>approximate</i>) |
| Energie <i>energy</i> | Kalorie <i>calorie</i> | cal | $1 \text{ cal} = 4,186\,8 \text{ J}$ |
| Magnetische Flußdichte, Induktion <i>magnetic flux density</i> | Gamma <i>gamma</i> | γ | $1 \gamma = 10^{-9} \text{ T}$ |

Als Stoffmengeneinheit ist stets das Mol zu verwenden, nicht veraltete Begriffe wie Grammatom, Grammolekül, Grammäquivalent etc.

The term "mole" should always be used as unit for the amount of substance, and not outdated terms like gram-atom, gram-molecule, gram-equivalent etc.

2. Dezimale Vielfache und Teile von SI-Einheiten *Decimal multiples and sub-multiples of SI units*

| Factor <i>factor</i> | Vorsilbe <i>prefix</i> | Symbol <i>symbol</i> | Faktor <i>factor</i> | Vorsilbe <i>prefix</i> | Symbol <i>symbol</i> |
|-------------------------|---------------------------|-------------------------|-------------------------|---------------------------|-------------------------|
| 10^{18} | Exa | E | 10^{-1} | deci | d |
| 10^{15} | Peta | P | 10^{-2} | centi | c |
| 10^{12} | Tera | T | 10^{-3} | milli | m |
| 10^9 | Giga | G | 10^{-6} | micro | μ |
| 10^6 | Mega | M | 10^{-9} | nano | n |
| 10^3 | kilo | k | 10^{-12} | pico | p |
| 10^2 | hecto | h | 10^{-15} | femto | f |
| 10^1 | deca | da | 10^{-18} | atto | a |

3. Umwandlung von Einheiten *Unit conversion*

Multipliziere Faktoren: $\frac{\text{Größe}}{\text{Einheit}}$ und $\frac{\text{Einheit}}{\text{Einheit}}$

Multiply factors: $\frac{\text{quantity}}{\text{unit}}$ and $\frac{\text{unit}}{\text{unit}}$

Beispiel:
Example:

$p = 100 \text{ dbar}$ in SI-Einheiten?
 $p = 100 \text{ dbar}$ in Si units?

$$\frac{p}{\text{Pa}} = \frac{p}{\text{dbar}} \cdot \frac{\text{dbar}}{\text{bar}} \cdot \frac{\text{bar}}{\text{Pa}} = \frac{p}{\text{dbar}} 10^{-1} \cdot 10^5 = \frac{p}{10^{-4} \text{ dbar}}$$

$$1 \text{ Pa} = 10^{-4} \text{ dbar}$$

$$1 \text{ MPa} = 10^6 \text{ Pa} = 100 \text{ dbar}$$

4. Überschriften in Tabellen, Bezeichnung von Diagramm-Koordinaten
Headings of tables, labelling of graphs

Größe / Einheit

quantity / unit

Beispiele:

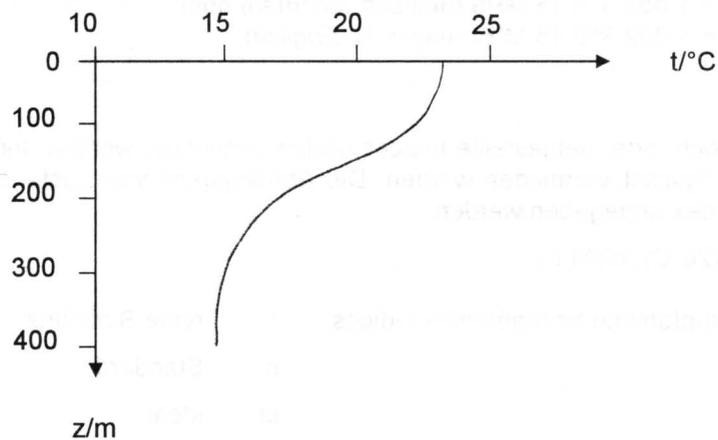
Examples:

Tabelle 12

Table 12

Temperatur t , Salzgehalt S und Dichteparameter σ_t in Abhängigkeit von der Tiefe z .
Temperature t , salinity S and density parameter σ_t as a function of depth z .

| z/m | $t/^\circ\text{C}$ | S | $\sigma_t/\text{kg m}^{-3}$ |
|-------|--------------------|-------|-----------------------------|
| 0 | 25,91 | 36,91 | 24,53 |
| 100 | 24,59 | 36,74 | 24,80 |
| 199 | 15,47 | 35,57 | 26,33 |
| 590 | 5,53 | 34,46 | 27,21 |
| 983 | 3,71 | 34,51 | 27,45 |
| 2486 | 2,77 | 34,89 | 27,84 |
| 4850 | 0,78 | 34,69 | 27,84 |



5. Texte und Formate *Texts and formats*

Alle in einem wissenschaftlichen Text verwendeten Symbole für Größen sollen erklärt werden, entweder beim ersten Auftreten im Text oder aber in einer Tabelle am Beginn oder Schluß des Textes. Die Bedeutung eines Symbols soll in einem Text nicht verändert werden.

Im allgemeinen werden folgende Formate empfohlen:

- Schriftzeichen: Größen und zugehörige Symbole: *Kursivschrift*
 Zahlen und Einheiten: Senkrechte Schrift
 (Im vorliegenden Text werden die unterschiedlichen Schriftarten so eingesetzt, daß deutsche und englische Bezeichnungen leicht identifizierbar sind.)
- Dezimalzahlen: Dezimalkomma im deutschen Text,
 Dezimalpunkt im englischen Text.
 Keine zusätzlichen (Tausender-)Zeichen, je ein Abstand nach je 3 Ziffern rechts bzw. links vom Dezimalzeichen.

Symbols for quantities must be explained in a scientific text. This can be done when the quantity appears for the first time in the text, or in a table at the beginning or end of the text.

In general the following choices of formats are recommended:

- Characters: *quantities and related symbols: italic*
 numbers and units: roman
 (In the present text characters are instead chosen to best identify German or English expression.)

- Decimal numbers: *decimal comma in German text,*
 decimal point in English text.
 no points between other numbers, blanks before or after 3 digits to the left or right of decimal point, respectively.

- Beispiel:** $p = 1\ 002,310\ 15\ \text{MPa}$ (deutsch, *German*) oder
Example: $p = 1\ 002.310\ 15\ \text{MPa}$ (englisch, *English*)

Indices: Hoch- oder tiefgestellte Indices dürfen verwendet werden, Indices 2. Ordnung sollten möglichst vermieden werden. Die Abhängigkeit von Zustandsgrößen sollte nicht als Index angegeben werden.

r (20°C), nicht $r_{20^\circ\text{C}}$

- | | | |
|-----------------------------------|----------|--|
| Empfohlene hochgestellte Indices: | * | reine Substanz |
| | o | Standard |
| | id. | ideal |
| | ∞ | unendliche Verdünnung |
| | +,- | Ion bzw. Elektrode positiv, negativ |

- | | | |
|-----------------------------------|---------------|---|
| Empfohlene tiefgestellte Indices: | p, v, \dots | Druck, Volumen (konstant) |
| | g, l, s, c | gasförmig, flüssig, fest, kristallförmig |

Indices: *Superscripts and subscripts may be used, indices of second and higher order should be avoided. Indices should not be used to indicate functional dependence.*

r (20°C), not r_{20°C}

Recommended superscripts:

* pure substance
 o standard
 id. ideal
 ∞ infinite dilution
 +,- ion or electrode,
 positive, negative

Recommended subscripts:

p, v,... pressure, volume (constant)
 g, l, s, c gas, liquid, solid, crystalline

Kombination von Größen und Einheiten:

Eine Vermischung von Größen und Einheiten nach dem numerischen Wert ist unzulässig.

Beispiele:

$C(\text{NaCl}, 20^\circ\text{C}) = 15,2 \text{ mol m}^{-3}$ richtig

$\frac{C(\text{NaCl}, 20^\circ\text{C})}{\text{mol m}^{-3}} = 15,2$ richtig

$C = 15,2 \text{ mol NaCl/m}^3 20^\circ\text{C}$ unzulässig

Combination of quantities and units:

A mingling of quantities and units after the numerical value is not permitted.

Examples:

$C(\text{NaCl}, 20^\circ\text{C}) = 15.2 \text{ mol m}^{-3}$ correct

$\frac{C(\text{NaCl}, 20^\circ\text{C})}{\text{mol m}^{-3}} = 15.2$ correct

$C = 15.2 \text{ mol NaCl/m}^3 20^\circ\text{C}$ not permitted

6. Besondere Empfehlungen für die Ozeanographie

Specific recommendations for oceanography

Temperatur

Temperature

Thermodynamische Temperatur
thermodynamic temperature
($T - \theta = 273.15 \text{ K}$)

T/K

Celsius-Temperatur
Celsius temperature

t/°C

(auch üblich: T/°C; *also common: T/°C*)

Potentielle Temperatur
potential temperature

$\theta/^\circ\text{C}$

Temperaturintervall,
Temperaturdifferenz
interval of temperature,
difference of temperature

$\Delta T, \Delta t, \Delta \Theta, \Delta \theta$

in K bzw. °C

in K or °C, respectively

Die "International Temperature Scale of 1990" (ITS-90) ersetzte die früher festgelegte "International Practical Temperature Scale of 1968" (IPTS-68) im Jahre 1990. Der Tripelpunkt des reinen Wassers blieb gleich bei 273,16 K bzw. 0,010°C, aber der Siedepunkt bei Standardatmosphärendruck verschob sich nach 99.974°C. Im Bereich ozeanischer Temperaturen gilt nach Saunders (1990) die folgende Beziehung zwischen den Temperaturen t_{68} (IPTS-68) und t_{90} (ITS-90):

$$t_{90} = 0,99976 t_{68}$$

$$t_{68} = 1,00024 t_{90}$$

The International Temperature Scale of 1990 (ITS-90) replaced the earlier International Practical Temperature Scale of 1968 (IPTS-68) in 1990. The triple point of water remained unchanged at 273.16 K or 0.010°C, but the boiling point at standard atmospheric pressure changed to 99.974°C. In the range of ocean temperatures the following relations exist between the temperatures t_{68} (IPTS-68) and t_{90} (ITS-90) according to Saunders (1990):

$$t_{90} = 0.99976 t_{68}$$

$$t_{68} = 1.00024 t_{90}$$

Salzgehalt Salinity

Der "Praktische Salzgehalt" (*practical salinity*) soll verwendet werden. Wenn es offensichtlich ist, daß vom Praktischen Salzgehalt die Rede ist, kann verkürzt der Begriff "Salzgehalt" benutzt werden. Durch die Definition des "Praktischen Salzgehalts" entfällt der Faktor 10^{-3} , der früher durch ‰ oder ppt ausgedrückt wurde. Es ist weit verbreitet, "psu" (practical salinity unit) wie eine Einheit zu verwenden. Von dieser Nutzung wird dringend abgeraten.

Beispiel:

| | | | |
|---------|--------------|------|----------------|
| Früher: | S = 35,014 ‰ | bzw. | S = 35,014 ppt |
| Jetzt: | S = 35,014 | bzw. | S = 35,014 |

The "practical salinity" should be used. If it is obvious that practical salinity is used, the shorter term "salinity" can be employed. Because of the definition of practical salinity, the factor 10^{-3} is no longer needed which was earlier expressed by ‰ or ppt. It has become fairly common to use "psu" (practical salinity unit) like a unit, but this use is strongly discouraged.

Example:

| | | | |
|----------|--------------|----|----------------|
| Earlier: | S = 35.014 ‰ | or | S = 35.014 ppt |
| Now: | S = 35.014 | or | S = 35.014 |

Druck Pressure

Gesamtdruck
total pressure

p/Pa

Atmosphärendruck
atmospheric pressure

p_a /hPa

Wasserdruck (Druck über Atmosphärendruck)
sea pressure (excess of p over p_a)

p_s /MPa
(auch üblich: p/dbar; also common: p/dbar)

Druck einer Standardatmosphäre
standard atmosphere

$p^\circ = 101\,325$ Pa
(exakt, exact)

Dichte und abgeleitete Größen
Density and derived quantities

Es sind nur noch dimensionsbehaftete Größen zu verwenden, nicht die relative Dichte.
 Größenordnung: 10^3 kg m^{-3}

z.B. $\rho = 1\,027,355 \text{ kg m}^{-3}$

Reihenfolge der Zustandsgrößen: ρ (S, t, p)

Only values with units should be given, not the specific gravity.
Order of magnitude: 10^3 kg m^{-3}

Example: $\rho = 1\,027.355 \text{ kg m}^{-3}$

Order of variables: ρ (S, t, p)

Spezifisches Volumen
Specific volume

Kehrwert der Dichte.
 Größenordnung: $10^{-3} \text{ m}^3 \text{ kg}^{-1}$.
 $\alpha/\text{m}^3 \text{ kg}^{-1}$ oder $v/\text{m}^3 \text{ kg}^{-1}$

Reciprocal value of density.
 Order of magnitude: $10^{-3} \text{ m}^3 \text{ kg}^{-1}$.
 $\alpha/\text{m}^3 \text{ kg}^{-1}$ or $v/\text{m}^3 \text{ kg}^{-1}$

Dichteparameter
Excess density

Die Größe σ sollte eigentlich nicht mehr verwendet werden, statt dessen sollte ein numerisch gleicher, stets dimensionsbehafteter Term γ gewählt werden. Diese Empfehlung für den Buchstaben γ hat sich jedoch nicht durchgesetzt, die Bezeichnung σ für den Dichteparameter ist ganz überwiegend üblich.

$$\sigma = (\rho - 10^3) \text{ kg m}^{-3} \quad \text{bzw.} \quad \gamma = (\rho - 10^3) \text{ kg m}^{-3}$$

Beispiel: $\rho = 1\,027,355 \text{ kg m}^{-3}$
 σ bzw. $\gamma = 27,355 \text{ kg m}^{-3}$

It had been recommended to use no longer the term σ as the excess density. Instead, an excess density γ was proposed which is a dimensional quantity. However, the use of the letter γ was not accepted by the oceanographic community, and σ is most commonly used.

$$\sigma = \rho - 10^3 \text{ kg m}^{-3} \quad \text{or} \quad \gamma = \rho - 10^3 \text{ kg m}^{-3}$$

Example: $\rho = 1\,027.355 \text{ kg m}^{-3}$
 σ or $\gamma = 27.355 \text{ kg m}^{-3}$

Anomalie des spezifischen Volumens oder sterische Anomalie
Specific volume anomaly or steric anomaly

$$\delta = \alpha(S, t, p) - \alpha(35, 0, p) \quad \text{für beliebigen Druck } p \\ \text{for variable pressure } p$$

Thermosterische Anomalie
Thermosteric anomaly

$$\Delta = \alpha(S, t, p) - \alpha(35, 0, p) \quad \text{für } p = p_a \text{ bzw. } p_s = 0 \\ \text{for } p = p_a \text{ or } p_s = 0$$

Geopotential
Geopotential

Alle Begriffe mit "dynamisch" und das Symbol D sollen in diesem Zusammenhang nicht mehr verwendet werden, statt dessen:

The terms with "dynamic" and the symbol D should no longer be used in this context, instead:

dynamische Tiefe
dynamic height

→ Geopotential
 → *geopotential*

Anomalie der dynamischen Tiefe
dynamic height anomaly

→ Anomalie des Geopotentials
 → *geopotential anomaly*

Differenz der dynamischen Tiefen
dynamic height difference

→ Geopotential-Differenz
 → *geopotential difference*

Niveaufläche
equipotential surface

→ Äquipotentialfläche
 → *equipotential surface*

dynamische Topographie der Meeres-
 oberfläche bezogen auf 1000 dbar-Fläche
*dynamic topography at the sea surface
 relative to 1000 dbar surface*

→ (Topographie der) Anomalien des
 Geopotentials bezogen auf die 10MPa-Fläche
 → *(topography of) geopotential anomaly
 at the sea surface relative to 10-MPa surface*

Einheit des Geopotentials: $\text{m}^2/\text{s}^2 = \text{J}/\text{kg}$
unit of geopotential: $\text{m}^2/\text{s}^2 = \text{J}/\text{kg}$

1 dynamischer Meter = $10^1 \text{ m}^2 \text{ s}^{-2}$
 (annähernd)
 1 *dynamic metre* = $10^1 \text{ m}^2 \text{ s}^{-2}$
 (approximate)

7. Strahlungsenergieübertragung im Ozean *Transfer of radiative energy in the ocean*

Der Zusammenhang zwischen strahlungsphysikalischen und lichttechnischen Größen und Einheiten ergibt sich aus der folgenden Gegenüberstellung:

The correspondence between radiative and light transfer quantities and units is presented in the following:

| <u>Strahlung</u> <i>radiation</i> | | <u>Licht</u> <i>light</i> | |
|--|--------------------------------|---|-------------------------------|
| <u>Größe</u> <i>quantity</i> | <u>Einheit</u> <i>unit</i> | <u>Größe</u> <i>quantity</i> | <u>Einheit</u> <i>unit</i> |
| Strahlungsintensität <i>radiant intensity</i> | $W \cdot sr^{-1}$ | Lichtstärke <i>luminous intensity</i> | |
| Strahlungsleistung <i>radiant flux</i> | W | Lichtstrom <i>luminous flux</i> | cd·sr |
| Strahlungsenergie <i>quantity of radiant energy</i> | W·s | Lichtmenge <i>quantity of light</i> | cd·sr·s |
| Strahldichte <i>radiance</i> | $W \cdot sr^{-1} \cdot m^{-2}$ | Leuchtdichte <i>luminance</i> | cd·m ⁻² |
| Strahlungsflußdichte, Bestrahlungsstärke <i>irradiance</i> | $W \cdot m^{-2}$ | Beleuchtungsstärke <i>illumination</i> | cd·sr·m ⁻² |

Die folgende Auswahl bezieht sich auf nichtpolarisierte Strahlung. Wenn wellenlängen- bzw. frequenzabhängige Größen gemeint sind, ist dies durch einen tiefgestellten Index λ bzw. ν anzugeben. Dimensionslose Größen haben in der Einheitenspalte eine 1.

The following selection refers to non-polarized radiation. A subscript λ or ν should be used if the quantities refer to terms which are functions of wavelength or frequency, respectively. The number 1 signifies dimensionless quantities in the units column.

| <u>Größe</u> <i>quantity</i> | <u>Einheit</u> <i>unit</i> |
|---|--------------------------------|
| <u>Grundgrößen</u> <u>Fundamental quantities</u> | |
| Wellenlänge <i>wavelength</i> | m |
| Brechungsindex <i>refractive index</i> | 1 |
| Photon <i>photon</i> | J |
| Strahlungsenergie <i>quantity of radiant energy</i> | J |
| Strahlungsleistung <i>radiant flux</i> | W |
| Strahlungsintensität <i>radiant intensity</i> | $W \cdot sr^{-1}$ |
| Strahldichte <i>radiance</i> | $W \cdot sr^{-1} \cdot m^{-2}$ |
| Strahlungsflußdichte, Bestrahlungsstärke <i>irradiance</i> | $W \cdot m^{-2}$ |

| <u>Größe</u> <u>quantity</u> | <u>Einheit</u> <u>unit</u> |
|--|-------------------------------|
| Strahlungsenergie im Ozean <u>Radiant energy in the ocean</u> | |
| Abwärts gerichtete Strahlungsflußdichte <i>downward irradiance</i> | $W \cdot m^{-2}$ |
| Aufwärts gerichtete Strahlungsflußdichte <i>upward irradiance</i> | $W \cdot m^{-2}$ |
| Sphärische Bestrahlungsstärke <i>spherical irradiance</i> | $W \cdot m^{-2}$ |
| Bestrahlungsstärke-Verhältnis <i>irradiance ratio</i> | 1 |
| Materialeigenschaften <u>Material properties</u> | |
| Emissionsvermögen <i>emissivity</i> | 1 |
| Absorptionsvermögen <i>absorptance</i> | 1 |
| Streuvermögen <i>scatterance</i> | 1 |
| Vorwärts-Streuvermögen <i>forward scatterance</i> | 1 |
| Attenuationsvermögen, Extinktionsvermögen <i>attenuance</i> | 1 |
| Reflexionsvermögen <i>reflectance</i> | 1 |
| Transmissionsvermögen <i>transmittance</i> | 1 |
| Materialkonstanten <u>Inherent properties</u> | |
| (Volumen-)Absorptionskoeffizient <i>absorption coefficient</i> | m^{-1} |
| Volumen-Streufunktion <i>volume scattering function</i> | $m^{-1} \cdot sr^{-1}$ |
| (Volumen-)Streukoeffizient <i>(total) scattering coefficient</i> | m^{-1} |
| Vorwärts-Streukoeffizient <i>forward scattering coefficient</i> | m^{-1} |
| Rückwärts-Streukoeffizient <i>backward scattering coefficient</i> | m^{-1} |
| (Volumen-)Extinktionskoeffizient <i>(total) attenuation coefficient</i> | m^{-1} |
| Verhältnisgrößen <u>Ratios</u> | |
| Vorwärts-Rückwärts-Streuverhältnis <i>forward and backward scattering ratio</i> | 1 |
| Optische Dicke, Tiefe <i>optical thickness, depth</i> | 1 |

Literatur
References

- FEISTEL, R. (1993): Equilibrium thermodynamics of seawater revisited. *Prog. Oceanog.*, 31, 101-179.
- IAPSO (1979): SUN Report. IAPSO Publication Scientifique No. 31, December 1979, IUGG Publications Office, 39ter, rue Gay-Lussac, Paris.
- SAUNDERS, P.M. (1990): The International Temperature Scale of 1990, ITS-90. *WOCE Newsletter*, No. 10, WOCE International Planning Office, Wormley, UK.
- SIEDLER, G. and H. PETERS (1986): Properties of sea water, Physical properties (general). In: LANDOLT-BÖRNSTEIN, Numerical Data and Functional Relationships in Science and Technology, New Series, Oceanography (Ed. J. SÜNDERMANN), V/3a, 233-264.
- UNESCO (1978): Eighth Report of the Joint Panel on Oceanographic Tables and Standards. *Unesco Tech. Pap. Mar. Sci.*, No. 28, 35 p., Unesco, Paris.
- UNESCO (1979): Ninth Report of the Joint Panel on Oceanographic Tables and Standards. *Unesco Tech. Pap. Mar. Sci.*, No. 30, 32 p., Unesco, Paris. Recommendation I/1978, pp. 17-20.
- UNESCO (1981a): The Practical Salinity Scale 1978 and the International Equation of State of Seawater 1980, Tenth Report of the Joint Panel on Oceanographic Tables and Standards. *Unesco Tech. Pap. Mar. Sci.*, No. 36, 25 p., Unesco, Paris.
- UNESCO (1981b): Background papers and supporting data on the Practical Salinity Scale 1978. *Unesco Tech. Pap. Mar. Sci.*, No. 37, 144 p., Unesco, Paris.
- UNESCO (1981c): Background papers and supporting data on the International Equation of State of Seawater 1980. *Unesco Tech. Pap. Mar. Sci.*, No. 38, 191 p., Unesco, Paris.
- UNESCO (1981d): International Oceanographic Tables in English, French, Spanish, Russian and Arabic. Vol. 3. *Unesco Tech. Pap. Mar. Sci.*, No. 39, 111 p., Unesco, Paris.
- UNESCO (1985): The International System of Units (SI) in Oceanography. *Unesco Tech. Pap. Mar. Sci.*, No. 45, 124 p., Unesco, Paris.
- UNESCO (1983): Algorithms for computation of fundamental properties of seawater. *Unesco Tech. Pap. Mar. Sci.*, No. 44, 53 p., Unesco, Paris.

Danksagung:

Ich danke für die kritische Durchsicht und Beratung durch G. Zickwolff, H. Graßl, E. Ruprecht und P. Saunders bei der Überarbeitung des Berichts.

Acknowledgements:

The advice on the revision of this report by G. Zickwolff, H. Graßl, E. Ruprecht and P. Saunders is gratefully acknowledged.

BERICHTE AUS DEM INSTITUT FÜR MEERESKUNDE
Verzeichnis der veröffentlichten Arbeiten

(Auskünfte über die vorangegangenen Veröffentlichungen erteilt die Bibliothek)

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

-
- 267 (1995) FUHRHOP, R. Fehleranalyse passiver Mikrowellenmessungen des Special Sensor Microwave / Imager
- 268 (1995) PULFRICH, A. Reproduction and Recruitment in Schleswig-Holstein Wadden Sea Edible Mussel (*Mytilus edulis* L.) Populations
- 269 (1995) HEISE, S. Der Einfluß von Umweltfaktoren auf die Bildung von exopolymerer Substanz (EP) durch ein marines Bakterium
- 270 (1995) SENOCAK, T. Schwermetalluntersuchung an Fischen der deutschen Ostseeküste (Kliesche *Limanda limanda*; Flunder *Platichthys flesus*; Hering *Clupea harengus* und Dorsch *Gadus morhua*)
- 271 (1995) SCHORIES, D. Populationsökologie und Massenentwicklung von *Enteromorpha* spp. (Chlorophyta) im Sylter Wattenmeer
- 272 (1995) KÖRTZINGER, A. Anthropogenes CO₂ im Nordatlantik
Methodische Entwicklungen und Messungen zur Quantifizierung des anthropogenen CO₂-Signals
- 273 (1995) DAHMEN, K. Vertikalverteilung und produktionsbiologische Bedeutung des Mesozooplanktons im Bornholm-Becken (Südliche Ostsee)
- 274 (1995) SCHRADER, M. Ein Dreiskalenmodell zur Berechnung der Reflektivität der Ozeanoberfläche im Mikrowellenfrequenzbereich
- 275 (1995) PALM, H.W. Untersuchungen zur Systematik von Rüsselbandwürmern (Cestoda: Trypanorhyncha) aus atlantischen Fischen
- 276 (1995) PIKER, L. Dynamik der Sulfatatmung und ihre Bedeutung für die Kohlenstoff-Mineralisierung in Ostsee-Sedimenten
- 277 (1995) BLANZ, TH. Dokumentation und Massenbilanz des Chlorbiphenyl-Eintrags der Oder in die Südpommersche Bucht
- 278 (1995) GROSSKLAUS, M. Niederschlagsmessung auf dem Ozean von fahrenden Schiffen
- 279 (1995) NEUGUM, A. Systematische Einflüsse auf die Bestimmung der Schubspannung mit der "Dissipationsmethode" auf See
- 280 (1995) PFANNKUCHE, O.
HOPPE, H.-G.
THIEL, H.
WEIKERT, H. BIO-C-FLUX — Biologischer Kohlenstofffluß in der bodennahen Wasserschicht des küstenfernen Ozeans
Schlußbericht für den Förderzeitraum 1.1.1990-31.12.1994
- 281 (1995) ZANGENBERG, N. Die Zirkulation des Oberflächen- und des Tiefenwassers im Südlichen Brasilianischen Becken
- 282 (1995) HEVIA, M. Ein Simulationsmodell zum Einfluß intensiver Lachszucht auf die Umwelt und Auswirkungen standortbedingter Umweltparameter auf das Wachstum des atlantischen Lachses (*Salmo salar* L.) an der Küste Chiles
- 283 (1996) LUNDGREEN, U. Aminosäuren im Nordatlantik: Partikelzusammensetzung und Remineralisierung

-
- 284 (1996) MEIER, H.E.M. Ein regionales Modell der westlichen Ostsee mit offenen Randbedingungen und Datenassimilation
- 285 (1996) THURLOW, F. Estimation of the total fish biomass in the Baltic Sea during the 20th century
- 286 (1996) EFTHIMIOU, S. Performance of juvenile and ongrowing common Dentex (*Dentex dentex*, L. 1758, Sparidae) in relation to nutrition under culture
- 287 (1997) STUTZER, S. Modellierung der mittleren Zirkulation im Südatlantik
- 288 (1997) SIEDLER, G.
ZENK, W. Untersuchungen zu den tiefen Wassermassen und planktologische Beobachtungen im tropischen Westpazifik während der SONNE-Fahrt Nr. 113 (TROPAC)
- 289 (1997) JAHN, A. Ökophysiologische Untersuchungen an *Macoma balthica* (Bivalvia) und *Cyprideis torosa* (Ostracoda) über Anpassungen an den Umweltfaktor Schwefelwasserstoff
- 290 (1997) SANDERS, D. Alkenone in sedimentierenden Partikeln im Nordostatlantik: Regionale und saisonale Variabilität
- 291 (1997) BRUHN, R. Chlorierte Schadstoffe in Schweinswalen (*Phocoena phocoena*): Verteilung, Akkumulation und Metabolismus in Abhängigkeit von der Struktur
- 292 (1997) SEILERT, H.E.W. Freilanduntersuchungen zur Verteilung der Miesmuschel *Mytilus edulis* L. in einem zweifach geschichteten Ästuar
- 293 (1997) KAREZ, R. Factors causing the zonation of three *Fucus* species (Phaeophyta) in the intertidal zone of Helgoland (German Bight, North Sea) Testing the validity of Keddy's 'competitive hierarchy model'
- 294 (1997) DYNAMO GROUP DYNAMO – Dynamics of North Atlantic Models: Simulation and assimilation with high resolution models
- 295 (1997) DONNER, G. Beziehungen zwischen Struktur und Funktion bakterieller Gemeinschaften in Mikrokosmos- und Freiwasser-Chemoklinen
- 296 (1997) WIRYAWAN, B. Mesozooplankton dynamics in the northern Adriatic Sea and the influence of eutrophication by the river Po
- 297 (1997) FUHRHOP, R.
SIMMER, C.
SCHRADER, M.
HEYGSTER, G.
JOHNSEN, K.-P.
SCHLÜSSEL, P. Study of Remote Sensing of the atmosphere and surface ice
- 298 (1997) BROWN, A.W. Mikroorganismen als mögliche Indikatoren zur Beurteilung des Wasser- und Sedimentzustandes im Bereich küstennaher Zuchtanlagen für die Regenbogenforelle (*Oncorhynchus mykiss*)
- 299 (1997) WIEDEMAYER, W. Analysis of the benthic food web of a mangrove ecosystem at noreastern Brazil

-
- 300 (1998) ENGEL, A. Bildung, Zusammensetzung und Sinkgeschwindigkeiten mariner Aggregate
- 301 (1998) BIASTOCH, A. Zirkulation und Dynamik in der Agulhas-Region anhand eines numerischen Modells
- 101 (1982) SIEDLER, G. SI-Einheiten in der Ozeanographie
SI Units in Oceanography
(1988) 2. revidierte Auflage
(1998) 3. revidierte Auflage