

In Kooperation mit

**GEO**

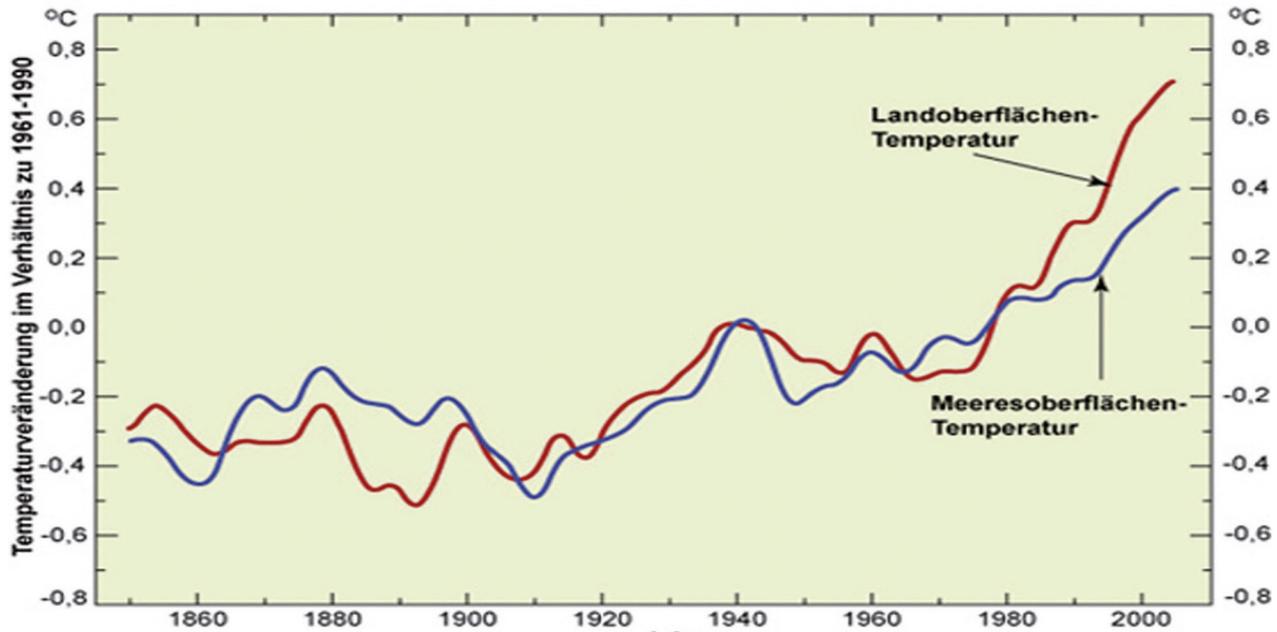
Verlag: Wissenschaftliche Auswertungen



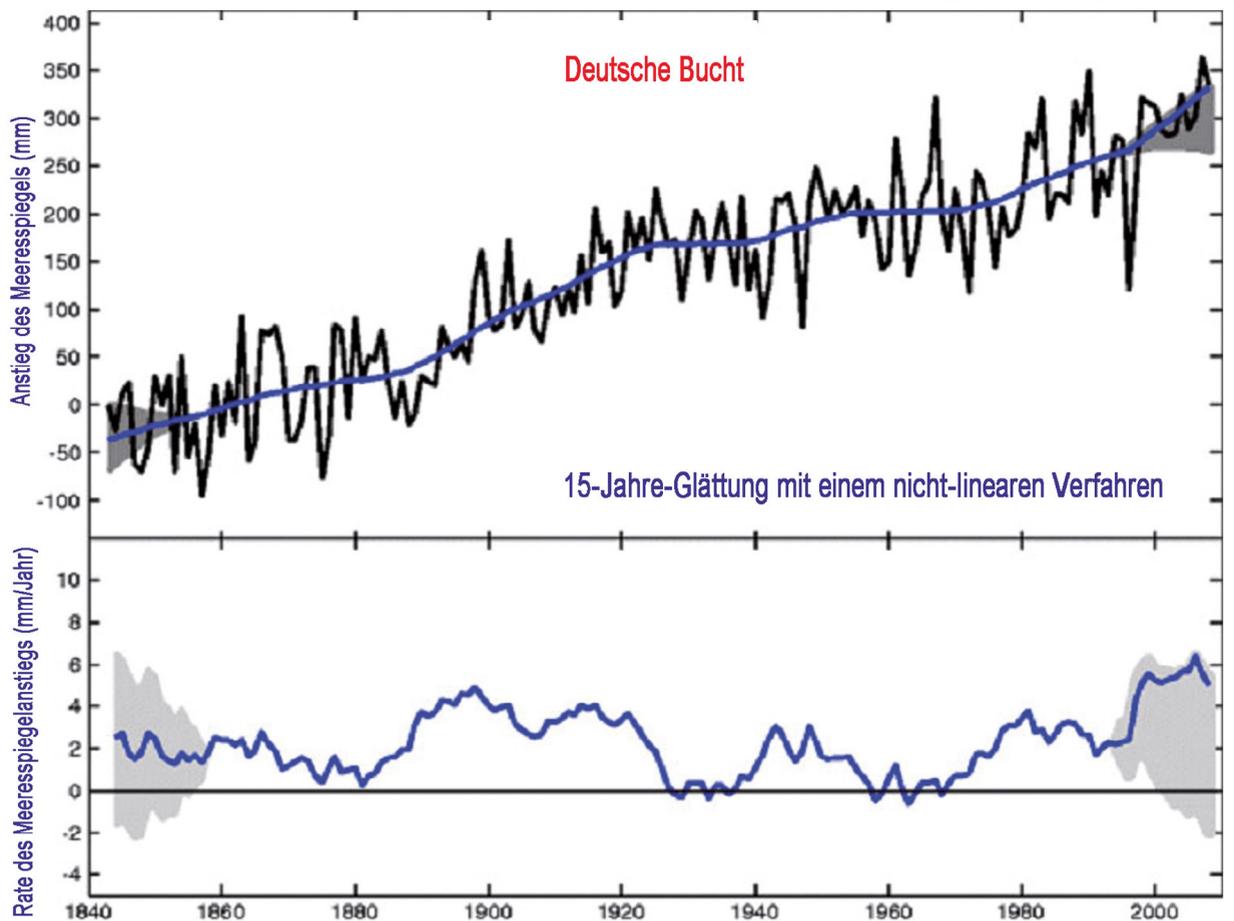
# **WARNSIGNAL KLIMA**

## **Die Meere Änderungen & Risiken**

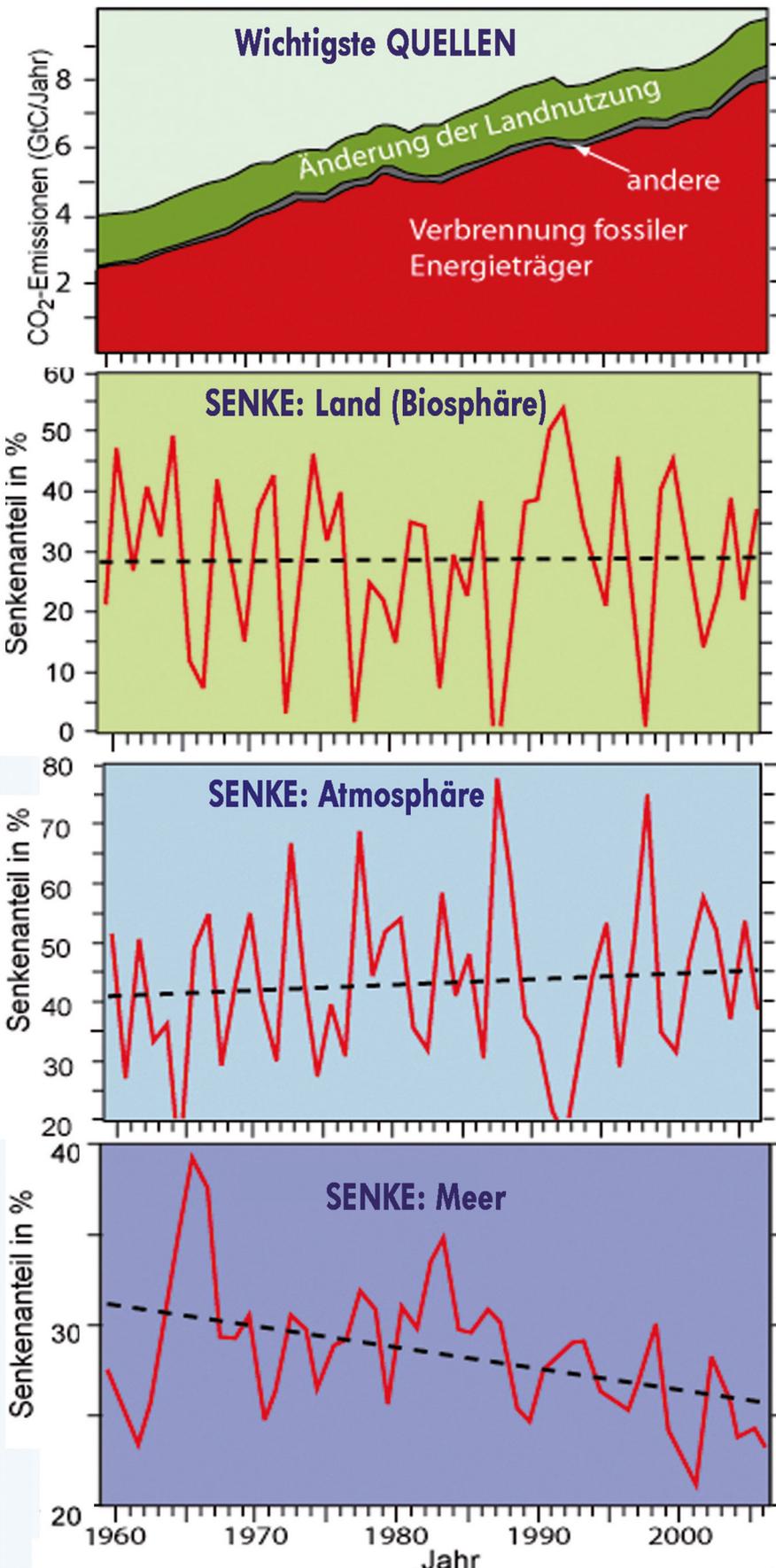
Herausgeber: José L. Lozán, Hartmut Graßl,  
Ludwig Karbe, Karsten Reise



**Tafel 1:** Gegenüberstellung der globalen Erwärmung. Seit Ende des 19. Jhs hat sich das Land um ca.  $0,9^{\circ}\text{C}$  erwärmt, das Meer um ca.  $0,6^{\circ}\text{C}$ . Als Referenz wird der Mittelwert 1961–1990 genommen (IPCC 2007)



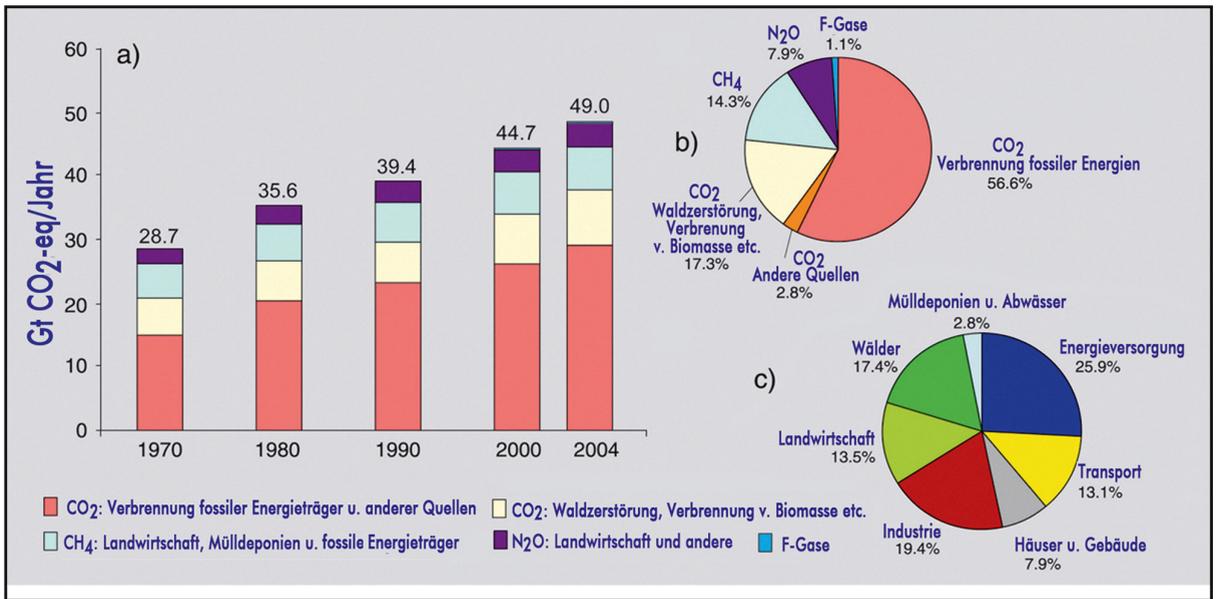
**Tafel 2: Oben:** Relativer Anstieg des Meeresspiegels in der Deutschen Bucht seit 1840. **Unten:** Rate des Meeresspiegelanstiegs. **Graves Band:** Ergebnisse aus 75,000 Monte-Carlo-Autoregressive-Padding Simulationen – als Hinweise auf die Unsicherheiten an den Rändern der Glättung (aus: Wahl et al. 2010, mit freundlicher Genehmigung des Autors).



**Tafel 3-6:** Veränderliche Quellen und Senken des Kohlendioxids seit 1960:

Die größten, vom Menschen abhängigen Emissionsquellen sind die Verbrennung fossiler Energieträger, veränderte Landnutzung sowie die Zementindustrie. Etwa je 1/4 dieser Emissionen werden von Land (Biosphäre) und Meer aufgenommen. Knapp die Hälfte bleibt in der Atmosphäre.

Die Aufnahme durch das Meer nimmt langfristig u.a. aufgrund der Erwärmung des Meerwassers ab (Quelle: Eigene Darstellung (D. Kasang) nach Canadell et al. 2007).



**Tafel 7:** a) Weltweite Emissionen von klimarelevanten Gasen: CO<sub>2</sub>, CH<sub>4</sub>, N<sub>2</sub>O sowie F-Gasen (HCF, PFC und SF<sub>6</sub>) von 1970 bis 2004. b) Relativer Anteil einzelner Gase an der Gesamtemission des Jahres 2004 in CO<sub>2</sub>-equivalent, c) Relativer Beitrag der verschiedenen Aktivitäten zur Gesamtemission des Jahres 2004 in CO<sub>2</sub>-equivalent (aus IPCC 2007).



**Tafel 8:** Tiere wie diese sind völlig auf das Eis angewiesen. Ringelrobben sind nicht nur auf stabiles Eis, sondern auch auf Schnee angewiesen. Sie bauen darin eine geräumige und durch Solarenergie erwärmte Höhle zum Schlafen, für die Aufzucht ihres Nachwuchses und zum Schutz gegen Feinde. Der Eisbär benutzt das Eis als Basis zum Jagen. Eine kürzere Eis-Saison bedeutet eine längere Fastenzeit. Andere Arten leben unter dem Eis in großer Menge und bilden zusammen mit Algen eine wichtige Nahrungsquelle für Krill und Fische.

Die Meere sind von außerordentlicher Bedeutung. Ohne sie wäre die Erdgeschichte ganz anders verlaufen. Nur im Meer konnte Leben entstehen. Vor 2.7 Mrd. Jahren begannen primitive Algen, Cyanobakterien, im Meer unter Nutzung des Kohlendioxids molekularen Sauerstoff zu produzieren. Nachdem das Urmeer mit Sauerstoff angereichert war, entwich ein Teil davon in die Atmosphäre, und durch Oxidation eines winzigen Teils des Sauerstoffs bildete sich die stratosphärische Ozonschicht, die bis heute als Schutzschild gegen den lebensfeindlichen Teil des UV-Lichts dient. Erst dieser Vorgang machte auch die Besiedlung der Kontinente möglich.

Ohne die Meeresströmungen wäre die feste Erde wahrscheinlich unbewohnbar. Die Strömungen transportieren Wärme aus den tropischen in die kalten Regionen; ohne diese ausgleichende Wirkung der Meere auf das Klima wären Hitze und Kälte auf dem Land weit stärker ausgeprägt. Der Nordwesten von Europa wäre etwa so kalt wie Labrador im Osten Kanadas. Das alle Meere umfassende Strömungssystem wird durch Unterschiede in Wind, Temperatur und Salzgehalt in Bewegung gehalten. Einerseits prägen diese Strömungen unser Klima, andererseits kann das von uns veränderte Klima das Strömungssystem schwächen, stärken oder umlenken. Diese Wechselbeziehung bindet unsere Lebensmöglichkeiten ganz eng an das Geschehen im Meer. Auch wenn wir es so nicht wahrnehmen, weil die atmosphärischen Ereignisse mit ihrem schnellen Wetterwechsel und häufigen Extremen unsere ganze Aufmerksamkeit in Beschlag nehmen. Die viel trägeren Veränderungen im Meer können nur mit Hilfe standardisierter Beobachtungsreihen erkannt werden, die mindestens einige Jahrzehnte lang währen.

Die Meere bedecken 71% der Oberfläche unseres Planeten, der daher zu Recht der »Blaue Planet« genannt wird. Bei einer Durchschnittstiefe der Ozeane von 3,8 km und einer maximalen Grabentiefe bis 11,3 km ist das Profil der aus dem Wasser ragenden Kontinente und Inseln vergleichsweise flach. Das gesamte Wasservolumen der Erde beträgt circa 1.500 Mio. km<sup>3</sup>. 94% davon finden sich im Meer. In der Atmosphäre sind nur 0,0009% (14.000 km<sup>3</sup>) des gesamten Wassers enthalten. Was pro Jahr in die Atmosphäre verdunstet, entspricht nur einer Wasserschicht von etwa einem Meter. Knapp 460.000 km<sup>3</sup> verdunsten jährlich aus dem Meer; ca. 40.000 km<sup>3</sup> Wasserdampf werden durch die atmosphärische Zirkulation auf die Kontinente transportiert und zusätzlich abgerechnet. Diese Menge fließt dann zurück

ins Meer. Das Meer wirkt dabei als der Motor des Wasserkreislaufs.

Nicht in der Atmosphäre, sondern in den Meeren befinden sich 98% des CO<sub>2</sub>. Dabei atmet es der kalte Ozean ein und der warme wieder aus. Da fügt es sich gut, dass über 80% des Meerwassers kälter sind als 5 °C. Ohne die Meere wäre die laufende Klimaänderung weit stärker. Was seit Beginn der Industrialisierung an CO<sub>2</sub> aus fossilen Brennstoffen freigesetzt wurde, nahm etwa zur Hälfte das Meer auf, allerdings mit zur Zeit fallender Tendenz.

Nur wenn ein Sturm die Wellen hoch schlagen lässt und damit Schiffe in Seenot bringt, erst wenn eine Flut sich über flache Küsten ergießt, verliert das Meer seine beruhigende Wirkung und ist nicht mehr das »ewig gleich bleibende Meer«. Auch wenn Erdbeben oder untermeerische Hangrutschungen einen Tsunami auslösen, werden antike Stereotypen von der strafenden Gewalt des Meeres, seinen schauerlichen Ungeheuern und der Sintflut wieder wach. Nicht nur große Teile der Niederlande, sondern auch weite Teile der deutschen Nord- und Ostseeküstenzonen würden bei Stürmen unter Wasser geraten, wären da nicht die nach und nach zu Bollwerken mutierten Seedeiche und die Sperrwerke an den Flüssen. Ungleich gefährdeter sind da die Bewohner tropischer, von Wirbelstürmen heimgesuchter Küsten, die ohne Deiche den Fluten ausgeliefert sind.

Dennoch wächst die Attraktivität der Küsten. Immer mehr Menschen siedeln nahe am Meer, obwohl schon bei einem Meter Anstieg des mittleren Meeresspiegels 10–15 Mio Menschen allein in Bangladesch ihre Heimat verlassen müssten. Das Abschmelzen Grönlands würde genügen, alle großen Städte an den Meeresküsten versinken zu lassen, und das beträfe damit fast die Hälfte der Weltbevölkerung. Noch sind die Kinder nicht geboren, die solch einen Anstieg der Meere erleben könnten, aber bei weiter fortschreitender Klimaerwärmung scheint ein solches Meeresniveau unausweichlich.

Unverkennbar hat sich in den letzten Jahren eine »Klimaernüchterung« breit gemacht. Von dem Vertrauen in die Handlungsfähigkeit des politischen Systems nach dem Rio-Gipfel 1992 ist nicht mehr viel geblieben. Viele glauben den Absichtserklärungen nicht, die globale Erwärmung der bodennahen Luftschicht bis Ende dieses Jahrhunderts auf 2 °C im Durchschnitt begrenzen zu können. Zu schleppend verläuft die Umsetzung internationaler Absprachen, zu wirksam sind die demokratisch nicht legitimierte Lobbygruppen der Verbrennung fossiler Kohlenstoffe, zu schwach ist in fast allen Ländern

die Förderung neuer Technologien zur Energieeinsparung, effizienter Verkehrssysteme und der Gewinnung regenerativer Energien einschließlich Unterturbinen, angetrieben von Wellen und den Gezeitenströmungen der Meere. Zu groß sind die ungelösten, internationalen Gerechtigkeitsprobleme im Zuge des von den Industrieländern ausgelösten Klimawandels. Was kann da ein Buch über Klimawarnsignale aus den Meeren bewirken? Warum lohnt gerade jetzt ein Blick auf und in die Meere?

Wegen ihrer Größe und hohen Wärmekapazität sind die Meere nicht so leicht und nicht so schnell zu verändern. Ist das aber schließlich doch nachweisbar in den physikalischen, chemischen und biologischen Parametern der Meere, dann zeigt uns dies unmissverständlich, dass wir unsere Lebensbedingungen auf sehr lange Sicht und für menschliche Maßstäbe unumkehrbar den Rückwirkungen unseres Tuns aussetzen, mit Folgen, die wir höchstens ansatzweise einschätzen können. Im Grunde ist es eine Reise ins Ungewisse. Der Inhalt dieses Buches zeigt beides auf: das was schon messbar geworden ist und das, was kommen könnte und sich derzeit nur erahnen lässt. Wo sich schon das Meer verändert hat, entzieht sich die Reparatur weitgehend unseren Möglichkeiten. Wir können dies meist nur als ein Warnsignal nehmen, um uns dann mit mehr Argumenten und besseren Einsichten für die Kontrolle der Ursachen einzusetzen.

Oft bleibt nur, umsichtig nach Wegen der Anpassung zu suchen, etwa für das Überleben an flachen Küsten, wenn das Meer immer höher steigt. Auch Kompensationen können helfen, wie neue Wege aus der Überfischung, weiträumige Meeresschutzgebiete und mehr Anstrengungen zur Begrenzung anderer Zumutungen für die Meere, wenn schon die Emissionen klimawirksamer Gase und die Erwärmung nur sehr langsam in den Griff zu bekommen sind. Wir müssen lernen, die Meere stärker als bisher wie einen Teil unserer Lebenswelt wachsam im Auge zu haben und noch mehr Vorsorge walten zu lassen als auf dem Land, weil die Umkehrbarkeit der klimabedingten Veränderungen im Meer, wenn überhaupt, dann noch schwerer und sehr viel langsamer erfolgen kann als auf dem Land. Im Meer werden die Folgen unseres heutigen Tuns und Nichttuns auch dann noch lange nachwirken, so dass wir auf dem Land das Ziel der Nachhaltigkeit viel schwerer – wenn überhaupt – erreichen können.

Im Buch sind 62 Beiträge von über 100 Wissenschaftlern aus 35 führenden Institutionen enthalten. Sie sind in fünf großen Kapiteln zusammengefasst. Das erste Kapitel befasst sich mit dem Meer und seiner Entwicklung. Hier stehen mehrere Artikel, die eine Einführung in Themen wie Entstehung der Meere, Herkunft des Wassers und Ursprung des Le-

bens geben. Meer und Klima ist der Titel des zweiten Kapitels; es enthält Themen zu Wechselwirkungen zwischen Klima und Meer wie Thermohaline Meeresströmungen, El Niño-Phänomen, Nordatlantische Oszillation (NAO) und Atlantische Multidekadische Oszillation (AMO). Im dritten Kapitel werden die physikalischen, chemischen und biologischen Auswirkungen des Klimawandels auf die Meere dargestellt. Mit 25 Beiträgen macht dieses den Hauptteil des Buches aus. Ökonomische Aspekte des Klimawandels im Meer wie Verschiebung in der Verbreitung der kommerziellen Fischbestände, Rückgang des Meereises und die Öffnung neuer Schifffahrtsrouten enthält das vierte Kapitel. Im fünften und letzten Kapitel geht es um die Frage: Was muss getan werden? Im Mittelpunkt stehen die Themen: Klimawandel und Klimagerechtigkeit, Internationale Regelung für die Inselländer wegen des Verlustes ihres Territoriums, das Schiff der Zukunft, Lagerung des sequestrierten CO<sub>2</sub> im Meer und Maßnahmen zum Schutz der Korallen.

Die Buchbeiträge konzentrieren sich auf grundlegende Aspekte, da der Umfang des Buches begrenzt war. Jeder Betrag enthält ein Literaturverzeichnis zur Vertiefung des Inhalts.

Getragen durch die positive Kritik und gute Resonanz sind damit 12 Bände der Buchreihe »Warnsignale« erschienen. Nach Veröffentlichung des 1. Bandes 1990: »Warnsignale aus der Nordsee« sind 22 Jahre vergangen. Das Motto war immer »Wissenschaftler informieren direkt« und das Ziel war, der Öffentlichkeit Informationen aus erster Hand zur Verfügung zu stellen. Damit sollte ein Beitrag zur breiten öffentlichen Diskussion über unseren Umgang mit der Umwelt sowie zur Meinungsbildung darüber geleistet werden. In diesem 12. Band gilt das gleiche für Klima und die Meere.

Den Autoren sind wir für die rechtzeitige Lieferung der Manuskripte zu Dank verpflichtet. Für die kritische Durchsicht der Texte und für Anregungen sind wir den Gutachtern sehr verbunden. Dem GEO Magazin (Hamburg) danken wir für die Unterstützung bei der Publikation und Verbreitung des Werkes.

Unser besonderer Dank gilt dem Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit, dem Max-Planck-Institut für Meteorologie, Klimacampus an der Universität Hamburg, der Deutschen Gesellschaft für Meeresforschung, der Norddeutschen Stiftung für Umwelt und Entwicklung, der Beatrice-Nolte-Stiftung für Natur- und Umweltschutz, dem Helmholtz-Zentrum Geesthacht und dem Climate Service Center, Hamburg für die finanzielle Unterstützung unserer Bemühungen, das vorliegende Werk der Öffentlichkeit zugänglich zu machen.

# Inhaltsverzeichnis

---

|  |            |
|--|------------|
| <b>Vorwort</b> .....   | <b>5</b>   |
| <b>Liste der Autoren und Gutachter</b> .....   | <b>9</b>   |
| <b>Die Meere und der Klimawandel: Ein Überblick</b> .....  | <b>11</b>  |
| <b>1. Das Meer und seine Entwicklung</b> .....   | <b>19</b>  |
| 1.1 Entstehung der Meere: Vom Urmeer bis zur Neuzeit (Martin Meschede) .....   | 19         |
| 1.2 Meeresströmungen und Wassermassen (Eberhard Fahrbach) .....  | 25         |
| 1.3 Meereschemie und globaler Klimawandel (Gerd Liebezeit) .....   | 32         |
| 1.4 Küsten und Schelfmeere: Temperaturveränderungen und Biodiversität<br>(Karen Wiltshire, Maarten Boersma & Alexandra Kraberg) .....  | 37         |
| 1.5 Herkunft des Wassers, Entstehung des Lebens im Meer und der Verbleib des<br>früheren Kohlendioxids (José L. Lozán & Ludwig Karbe) .....  | 43         |
| 1.6 Austauschprozesse zwischen Meeresoberfläche und Atmosphäre - Bedeutung<br>natürlicher Aerosole (Conny Müller, K. Wadinger Fomba & Hartmut Herrmann) .....  | 52         |
| 1.7 Meeresküste (Karsten Reise) .....  | 60         |
| <b>2. Das Meer und Klima</b> .....   | <b>65</b>  |
| 2.1 Thermohaline Meeresströmungen in Kalt- und in Warmzeiten (Hendrik Kienert) .....   | 65         |
| 2.2 Das Marine Sediment als Gedächtnis des Klimas<br>(Christian Merz, Philipp Wöning & Hans-Jürgen Brumsack) .....   | 72         |
| 2.3 Klimavariabilität, El Nino/Southern Oszillation, die Nordatlantische<br>und die Atlantische Multidekadische Oszillation - Mit Anmerkungen<br>zur Vorhersagbarkeit (Mojib Latif) .....                | 78         |
| 2.4 Einfluss des Ozeans auf Nordatlantische Oszillation und die Bedetung<br>für das Klima in Europa (Frank Lunkeit) .....  | 90         |
| 2.5 Meereis in der Arktis und Antarktis (Dirk Notz) .....  | 96         |
| 2.6 Erwärmung des Meeres und Zunahme des Niederschlags<br>(Stefan Hagemann, Daniela Jacob & Stephan Bakan) .....   | 102        |
| 2.7 Regionaler und globaler Anstieg des Meeresspiegels: Ursachen<br>(Armin Köhl & Detlef Stammer) .....  | 108        |
| <b>3. Auswirkungen des Klimawandels auf die Meere</b> .....  | <b>113</b> |
| <b><u>Physikalisch-Chemisch</u></b>  |            |
| 3.1 Submariner Permafrost (Sebastian Wetterich, Pier Paul Overduin,<br>Frank Günther & Hans-Wolfgang Hubberten) .....  | 113        |
| 3.2 Beginn der großen Vereisungen im Quartär und zur Rolle von Ozean und CO <sub>2</sub><br>(Michael Sarnthein) .....  | 120        |
| 3.3 Meeresspiegelanstieg: Gefährdung kleiner Inseln (Jens Schröter) .....  | 126        |
| 3.4 Meeresspiegelanstieg: Gefährdung flacher Küsten (Karsten Reise) .....  | 134        |
| 3.5 Das Klima im Bereich der deutschen Küsten seit Beginn des 20. Jahrhunderts<br>(Gudrun Rosenhagen) .....  | 139        |
| 3.6 Tropische Wirbelstürme (Dieter Kasang) .....   | 144        |
| 3.7 Klimaveränderung und Euthropierung (Uwe Brockmann & Dilek Topcu) .....   | 149        |
| 3.8 Zukünftige Entwicklung der CO <sub>2</sub> -Aufnahme des Meeres (Birgit Schneider) .....   | 155        |
| 3.9 Versauerung des Meerwassers durch anthropogenes CO <sub>2</sub> (Kai Schulz & Ulf Riebesell) .....   | 160        |
| 3.10 Die Barentssee: Ein Schelfmeer von globaler Bedeutung -<br>Integrierte Verwaltung von marinen Ökosystemen, Fischerei<br>und off-shore Ressourcen (Roland Kallenborn & Cecilie von Quillfeldt) ..... | 164        |
| <b><u>Biologisch</u></b>   |            |
| 3.11 Auswirkungen der Ozeanversauerung auf marine Lebensprozesse<br>(Ulf Riebesell & Kai Schulz) .....   | 173        |
| 3.12 Methanhydrate: Erwärmung, Freisetzung und mikrobiologischer Abbau (Tina Treude) .....   | 178        |
| 3.13 Wie reagieren die Benthosgemeinschaften der offenen Nordsee auf die globale<br>Erwärmung? (Ingrid Krönke, Hermann Neumann, Henning Reis & Ulrike Schückel) .....                                    | 183        |

|           |   |            |
|-----------|---|------------|
| 3.14      | Einfluss von Umwelt- und Klimaveränderungen auf die Entwicklung von Quallen (Scyphozoa) der Nordsee (Gerhard Jarms & Sabine Holst)                      | 189        |
| 3.15      | Gefährdung der Mangrovenwälder durch Klimawandel (Gesche Krause)  | 195        |
| 3.16      | Auswirkungen von Klimaänderungen auf Seevögel (Ulrike Kubetzki & Stefan Garthe)   | 203        |
| 3.17      | Der Rückgang des polaren Meereises und seine ökologischen Auswirkungen (Dieter Piepenburg, Iris Werner, Holger Auel & Hans-Ulrich Peter)                | 208        |
| 3.18      | Korallenriffe - Folgen der Erwärmung und Versauerung (Helmut Schuhmacher & Götz-Bodo Reinicke)  | 214        |
| 3.19      | Sind die Kaltwasser-Korallen durch den Klimawandel gefährdet? (André Freiwald & Lydia Beuck)  | 220        |
| 3.20      | Seltene und gefährdete Tiere (Rote-Liste-Arten) - was bedeutet die Erwärmung für sie? (Eike Rachor)   | 225        |
| 3.21      | Seeberge – biologische Oasen im Meer und mögliche Auswirkungen des Klimawandels (Bernd Christiansen)  | 230        |
| 3.22      | Klimaereignisse und Auswirkungen auf die Tiefsee - das »biologische Gedächtnis« des östlichen Mittelmeeres (Rolf Koppelman)                             | 235        |
| 3.23      | Klimatisch bedingte Veränderung der Verbreitung von Fischbeständen. Beispiel: Sardellen und Sardinen (Jürgen Alheit)                                    | 241        |
| 3.24      | Können die Eisbären ohne Meereis überleben? (Karin Steinecke)   | 247        |
| 3.25      | Erwärmung der Meere: Sind die Wale und andere Meeressäuger in Gefahr? (Petra Deimer-Schütte)  | 253        |
| <b>4.</b> | <b><i>Das Meer: Ökonomische Aspekte</i></b>   | <b>259</b> |
| 4.1       | Globale Prognosen der Auswirkungen der Erwärmung auf die Fischerei (Daniel Pauly & William L. Cheung)   | 259        |
| 4.2       | Der Kabeljau und das Klima - Das grönländische Beispiel (Manfred Stein)   | 265        |
| 4.3       | Reichweite und wirtschaftliche Folgen des »El Nino«-Phänomens (Astrid Bendix & Jörg Bendix)   | 271        |
| 4.4       | Regenerative Energien aus dem Meer (Klaus Heinrich Vanselow)  | 277        |
| 4.5       | Zukünftige kommerzielle Nutzung von Methanhydratvorkommen im Meeresboden (Klaus Wallmann, Matthias Haeckel, Gerhard Bohrmann & Erwin Suess)             | 282        |
| 4.6       | Der Schifffahrt und sein Beitrag zum Klimawandel (Markus Quante, Armin Aulinger & Volker Matthias)  | 286        |
| 4.7       | Perspektive der arktischen Seefahrt in der Zukunft (Marco Langer, Steffen Schwanz, Karin Steinecke & Jörg-Friedhelm Venzke)                             | 294        |
| 4.8       | Starke THG-Emissionen aus mariner Ölförderung: 20 Jahre Gas-Blowout in der Nordsee - Konsequenzen für den EU-Emissionshandel (Hans-Joachim Luhmann)     | 300        |
| 4.9       | Die Bodenschätze des Meeres und das Seerecht (Christian Reichert)   | 304        |
| 4.10      | Meeresklima - Gesundheit und Erholung (Carsten Stick)   | 309        |
| <b>5.</b> | <b><i>Was tun?</i></b>  | <b>315</b> |
| 5.1       | Klimaschutz ist Meeresschutz (Nadja Ziebarth)   | 315        |
| 5.2       | Meeresschutzgebiete (Stephan Lutter)  | 320        |
| 5.3       | Wissenschaften, Künste und internationale Solidarität zusammen können etwas bewegen (Cornelia E. Nauen)   | 326        |
| 5.4       | Maßnahmen zum Schutz von Korallenriffen (Maggy Nugues & Sebastian Ferse)  | 330        |
| 5.5       | Integriertes Küstenzonenmanagement in den Tropen als Antwort auf den Klimawandel - Beispiele aus Vietnam und den Philippinen (Stefan Alfred Groenewold) | 337        |
| 5.6       | CO <sub>2</sub> -Speicherung unter dem Meer (Hans Peter Damian & Ulrich Claussen)   | 342        |
| 5.7       | Eisendüngung - Mehr CO <sub>2</sub> -Fixierung durch das Meer? (Wera Leujak, Harald Gienezky & Ulrich Claussen)   | 348        |
| 5.8       | Klimaschutz im Seeverkehr - Schiffe mit geringeren Treibhausgas-Emissionen (Jürgen Isensee)   | 353        |
| 5.9       | Die Zukunft einer Wattregion bei klimabedingt erhöhtem Meeresspiegel (Karsten Reise)  | 360        |
| 5.10      | Völkerrechtliche Instrumente für den Umgang mit Klimaflüchtlingen (Alexander Proelß)  | 364        |
| 5.11      | Internationale Regelung für die Inseln wegen des Verlustes ihres Territoriums infolge des Meeresspiegelanstiegs (Philipp Schwarz)                       | 369        |
| 5.12      | Klimawandel und internationale Klimagerechtigkeit (Dirk Messner)  | 374        |
| <b>6.</b> | <b><i>Sachregister</i></b>  | <b>380</b> |

**Mit freundlicher  
Unterstützung von:**



## Wissenschaftler informieren direkt:

Die Meere bedecken fast drei Viertel der Erde. Mit ihren gewaltigen Wassermassen und Strömungen bestimmen sie maßgeblich in Wechselwirkung mit der Atmosphäre das Klima der Erde. Ohne die Meere wäre die Erdgeschichte ganz anders verlaufen. Selbst die wirtschaftliche Entwicklung Europas ist dem Wärmetransport des Nordatlantischen Strömungssystems zu verdanken.

Seit Beginn der Industrialisierung verändert der Mensch durch den Verbrauch fossiler Energieträger die chemische Zusammensetzung der Atmosphäre und verstärkt damit den natürlichen Treibhauseffekt, was eine Erwärmung der unteren Atmosphäre und der Erdoberfläche einschließlich des oberen Ozeans zur Folge hat. Dies führt zur Schrumpfung der Fläche des arktischen Meereises, was die globale Erderwärmung weiter verstärkt, da sich die Erdalbedo verringert.

Die Gletscher schmelzen. Das Schmelzwasser und die Ausdehnung des Meerwassers aufgrund der Erwärmung führen zum Meeresspiegelanstieg, der gefährliche Höhen erreichen wird, wenn Klimaschutz nicht konsequent betrieben wird. Fast ein Drittel der Weltbevölkerung lebt in Küstennähe und viele müssten in der Zukunft weichen, wenn die CO<sub>2</sub>-Emission nicht gemindert wird.

Nicht nur große Teile der Niederlande, sondern auch weite Teile der deutschen Küste würden bei Stürmen unter Wasser geraten, wären da nicht die nach und nach zu Bollwerken mutierten Seedeiche und die Sperrwerke an den Flüssen. Ungleich gefährdeter sind da die Bewohner tropischer, von Wirbelstürmen heimgesuchter Küsten, die ohne Deiche den Fluten ausgeliefert sind.

Durch die Aufnahme des CO<sub>2</sub> sinkt der pH-Wert des Meerwassers, was für viele Meeresorganismen – vor allem die Kalk bildenden Tiere – wie Korallen, Muscheln und viele Planktonalgen schädlich ist. Mit diesen und anderen Folgen für Pflanzen, Tiere und Menschen befassen sich rund 100 Experten im vorliegenden Buch. Die Beiträge sind leicht verständlich geschrieben.

[www.warnsignale.uni-hamburg.de](http://www.warnsignale.uni-hamburg.de) • [www.lozan.de](http://www.lozan.de)  
Bestellung (versandkostenfrei): [jillozan@t-online.de](mailto:jillozan@t-online.de)  
Tel. 040-4304038 • Tel. 040-33424614 • Fax 040-54765097

EAN 978-3980966856



ISBN 3980966852  
EAN 978-3980966856