In Kooperation mit

GEO

WISSENSCHAFTLICHE AUSWERTUNGEN

WARNSIGNAL KLIMA

Was wird aus Pflanzen, Tieren und Menschen?

MEHR KLIMASCHUTZ - WENIGER RISIKEN FÜR DIE ZUKUNFT

Eine ausführliche Behandlung der hier angerissenen Themen von führenden Fachleuten kann in folgenden Buch gelesen werden:
WARNSIGNAL KLIMA: Gesundheitsrisiken (384 Seiten)
(siehe Seite 19)

Warnsignal Klima:
Was wird aus Pflanzen, Tiere und Menschen?

Inhalt:

	Seite
Vorwort	3
Der Begriff »Gesundheit«	4
Der Klimawandel ist voll im Gange	4
Voraussagen für das 21. Jahrhundert	6
Die regionalen Folgen des Klimawandels am Beispiel der arktischen Region	7
Auswirkungen auf terrestrische und aquatische Ökosysteme	8
Fauna der Nordsee	8
Gefährdung der Biodiversität am Beispiel der Amphibien und Vögel	9
Bedeutung von Vögeln für die Ausbreitung von Krankheiten	10
Wälder und exotische Pflanzen	10
Gefahren für die Gesundheit des Menschen	11
Thermischer Stress	11
Mehr Allergien durch Pollen	12
Von Zecken übertragene Krankheiten	12
Durch Stechmücken übertragene Krankheiten	13
Potenzielle Gefahr durch die Leishmaniose	14
Blauzungenkrankheit: eine afrikanische Krankheit der Wiederkäuer in Europa	14
Wirkung des Klimawandels auf die Landwirtschaft	15
Änderung der Produktqualität in der Landwirtschaft	15
Warnsysteme und Möglichkeiten zur Anpassung	16
Betroffene und Verursacher des anthropogenen Klimawandels	16
Mehr Klimaschutz – weniger Risiken in der Zukunft	17
Buchreihe: Warnsignale	18

Herausgeber:

Dr. José L. Lozán, Hamburg
Prof. Dr. Hartmut Graßl, Hamburg
Prof. Dr. Gerd Jendritzky, Freiburg
Dr. Ludwig Karbe, Hamburg
Prof. Dr. Karsten Reise, List/Sylt

Gestaltung: GEO und Büro: »Wissenschaftliche Auswertungen«

Bildnachweis: (Titelseite) »Waldbrandbild Russland« (Foto: The Global Fire Monitoring Center, GFMC, Freiburg). »Boxer mit Leishmaniose im Nasenbereich« (Foto: Torsten Naucke). »Flieder (Syringa vulgaris)« (Foto: Annette Menzel). »Sandmücke bei einer Blutmahlzeit« (Foto: Torsten Naucke). »Zecke während der Blutmahlzeit« (Foto: Jochen Süss).

Druck: Quickprint. Gedruckt auf 100% Recyclingpapier

Bestellung: a) per Post: Senden Sie bitte einen mit EUR 2,50 frankierten Briefumschlag (DIN A4) an das Büro: »Wissenschaftliche Auswertungen«
Dr. J. L. Lozán, Imbekstieg 12, 22527 Hamburg oder

b) per E-mail: JLLozan@t-online.de oder Tel. 040-4304038 • Fax 040-54765097 und überweisen Sie die Versandkosten von EUR 2,50 an folgende Bankverbindung:
J.Lozán - Deutsche Bank - BLZ 38070724 - Kto.Nr. 174039800.

Vorwort

In unserem Buch Warnsignal Klima aus dem Jahre 1998 haben wir vor einem beschleugnigten Klimawandel gewarnt. Und nun, nach kurzer Zeit, ist der Klimawandel voll im Gange. Zur Zeit beträgt die mittlere globale Erwärmung im Vergleich zum Anfang des 20. Jahrhunderts fast 0,8 °C, allerdings mit deutlichen regionalen Unterschieden in der Ausprägung des mittleren Trends. In Deutschland haben wir eine mittlere Erwärmung von über 1 °C beobachtet.

Da die Politik beim Gegensteuern viel Zeit verloren hat und die Emissionen von Treibhausgasen immer noch ansteigen, ist eine weitere Zunahme der Erwärmung unvermeidbar. Die Studie von N. Stern (2006) für die britische Regierung und die größte Musik- und Benefizveranstaltung aller Zeiten, *Live Earth – The Concert for a Climate in Crisis,* der Dokumentarfilm *An Inconvenient Truth* von Al Gore sowie der Nobelpreis für Al Gore und den Zwischenstaatlichen Ausschuss über Klimaänderungen (IPCC Intergovernmental Panel on Climate Change) haben in der Öffenlichkeit sehr zum Verständnis der Gefahren des Klimawandels beigetragen. Der 2007 veröffentlichte vierte Bericht der IPCC enthält alle wissenschaftlichen Erkenntnisse zum Klimawandel, an denen niemand mehr vorbei kommt.

Es ist offensichtlich, dass rasche Maßnahmen durch die Weltpolitik zum Schutz des Klimas notwendig sind, um den Klimawandel soweit einzudämmen, dass die klimatischen Veränderungen in einem für Natur und Gesellschaft verträglichen Rahmen bleiben, an den wir uns noch anpassen können. Neben entschiedenen Maßnahmen zur Reduzierung der Emissionen von Treibhausgasen sind umsichtige und vorsorgende Anpassungsmaßnahmen im Bereich des Gesundheitswesens, Umstellungen in Land- und Forstwirtschaft wie auch in der Gestaltung unserer urbanen Systeme erforderlich.

Anpassungen an die bereits eingetretenen und verstärkt zu erwartenden Folgen des Klimawandels sind für unsere Gesellschaft überlebenswichtig, weil Maßnahmen des Klimaschutzes, allen voran durch die effiziente Reduktion des Kohlenstoffumsatzes im globalen Energieversorgungssystem erst nach Jahrzehnten wirksam werden. Die Emissionen der vergangenen Jahrzehnte zwingen uns schon heute zu Anpassungen. Außerdem zeigen selbst die optimistischsten Emissionsprojektionen, dass die Konzentrationen der Treibhausgase in der Atmosphäre in absehbarer Zukunft noch weiter steigen werden und dass sich der bereits messbare Anstieg des Meeresspiegels und andere Folgen des Klimawandels aufgrund der Trägheit dieses Systems noch viel länger fortsetzen werden.

Wir alle müssen lernen, uns an die schon unvermeidlich gewordenen, vielfältig ineinander greifenden Folgen anzupassen. Da sind Informationen über bioklimatologische Zusammenhänge ebenso erforderlich wie Verhaltens- und Handlungsempfehlungen. Aktuelle Forschungsergebnisse machen klar, wie verwundbar Mensch und Natur bereits bei gemäßigter Klimaänderung sind. Global ergeben sich weiterhin Probleme aus der Zunahme der Welt-Bevölkerung, besonders an flachen Küsten und in entwaldeten Regionen. Auch Gifte in der Umwelt, Regulierung von Flüssen und Überfischung der Meere wie auch das Leben in Ballungsgebieten (Megacities) mit immer komplexeren Infrastrukturen tragen zu einer Verschärfung der Probleme bei.

Der Klimawandel potenziert lange gewachsene und weiterhin ungelöste Probleme. Neues Denken und entsprechendes Handeln sind gefragt. Die sich stetig ändernde Gesellschaft muss sich nicht nur an den Klimawandel anpassen, sondern auch an damit in Wechselwirkung tretende Degradationen durch nicht nachhaltige Landnutzung, Überbevölkerung und soziale Spannungen.

Die Herausgeber Frühjahr 2008

DIE GESUNDHEIT

Die Weltgesundheitsorganisation WHO definiert den Begriff Gesundheit mit »Health is a state of complete physical, mental and social well being and not merely the absence of disease or infirmity«. Dieses sehr umfassende und ambitiöse Verständnis von Gesundheit lässt sich gleichermaßen auf Tiere und Pflanzen anwenden und auch auf Ökosysteme (Ecosystem Health). Entsprechend wird es bei der Diskussion der möglichen und bereits eingetretenen Folgen des Klimawandels nicht nur um Krankheiten im engeren Sinne gehen, sondern auch um Beeinträchtigungen des Wohlbefindens und der Leistungsfähigkeit von Organismen wie auch um Strukturen und Funktionen in ökologischen und sozioökonomischen Systemen.

DER KLIMAWANDEL IST VOLL IM GANGE

Nach dem 4. IPCC-Bericht 2007 (AR4) hat sich die mittlere Temperatur im Zeitraum 1906–2005 global um 0,74 °C erhöht (*Abb. 1*). Der Trend war in der zweiten Hälfte dieses Zeitraums fast doppelt so groß wie in der ersten Hälfte. Weiterhin wird seit Mitte der 1990er Jahre eine Häufung sehr warmer Jahre beobachtet, die zu den wärmsten seit Beginn regulärer Temperaturmessungen zählen. Eine Ausnahme war 1996, als aufgrund eines extremen »La Niña«-Ereignisses im Pazifik eine Abkühlung erfolgte. Die wärmsten Jahre waren bis jetzt 1998 und 2005, wobei die hohe Temperatur im Jahre 1998 wiederum durch ein extremes »El-Niño«-Ereignis im Pazifik (1997/98) verstärkt wurde.

Die globale Erwärmung erfolgt nicht überall gleich und nicht gleichmäßig über das ganze Jahr. In den vergangenen 2 Jahrzehnten stieg die Lufttemperatur über Land um ca. 0,27 °C/Jahrzehnt, während sich die Lufttemperatur über den Meeresflächen nur um 0,13 °C/Jahrzehnt erwärmte, weil sich die Wärme im Meer über ein größeres Volumen verteilt. Besonders ausgeprägt ist die Erwärmung im Winter und Frühling in nördlichen Breiten, speziell in der Arktis (*Abb. 8-9*) (s. Buch Warnsignale aus den Polarregionen).

Der globale Meeresspiegelanstieg betrug von 1961 bis 2003 im Mittel 1,8 mm/Jahr. In der Zeit zwischen 1993 und 2003 war die Zunahme mit 3,1 mm/Jahr deutlich größer (s. *Abb. 2*).

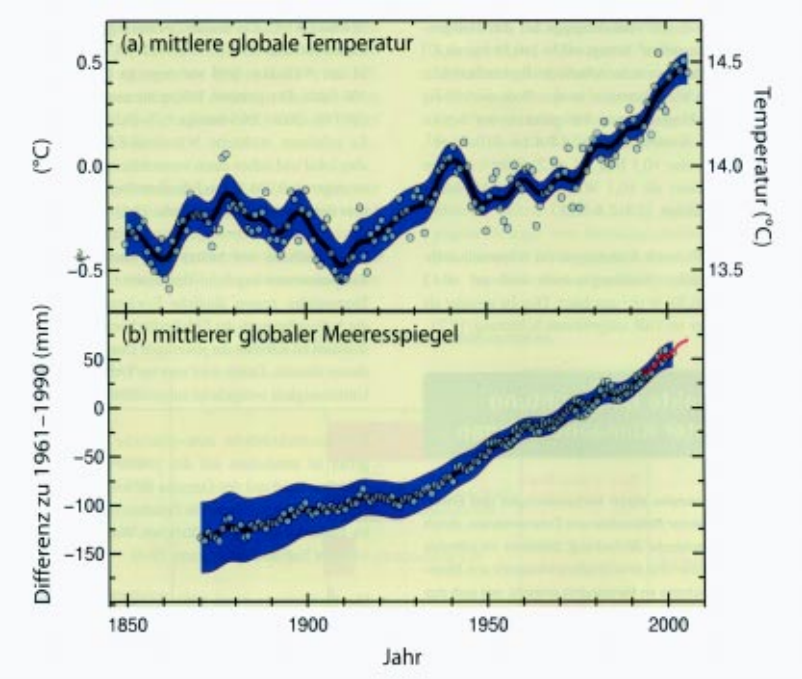


Abb. 1: Beobachtete Änderung der mittleren globalen Erdoberflächentemperatur bezogen auf das Mittel des Zeitraums 1960-1990.

Abb. 2: Beobachtete Änderung des mittleren globalen Meeresspiegelanstiegs aus Pegelmessungen (blau) und Satellitendaten (rot) bezogen auf das Mittel des Zeitraums 1960-1990.

Vor allem die Zunahme der Konzentration der Treibhausgase in der Atmosphäre hat zu einer verminderten Abstrahlung der Erde und damit zur Erwärmung an der Erdoberfläche geführt. Die wichtigsten anthropogenen Treibhausgase sind Kohlendioxid CO_2 (*Abb. 3*), Methan CH_4 (*Abb. 4*) und Lachgas N_2O (*Abb. 5*).

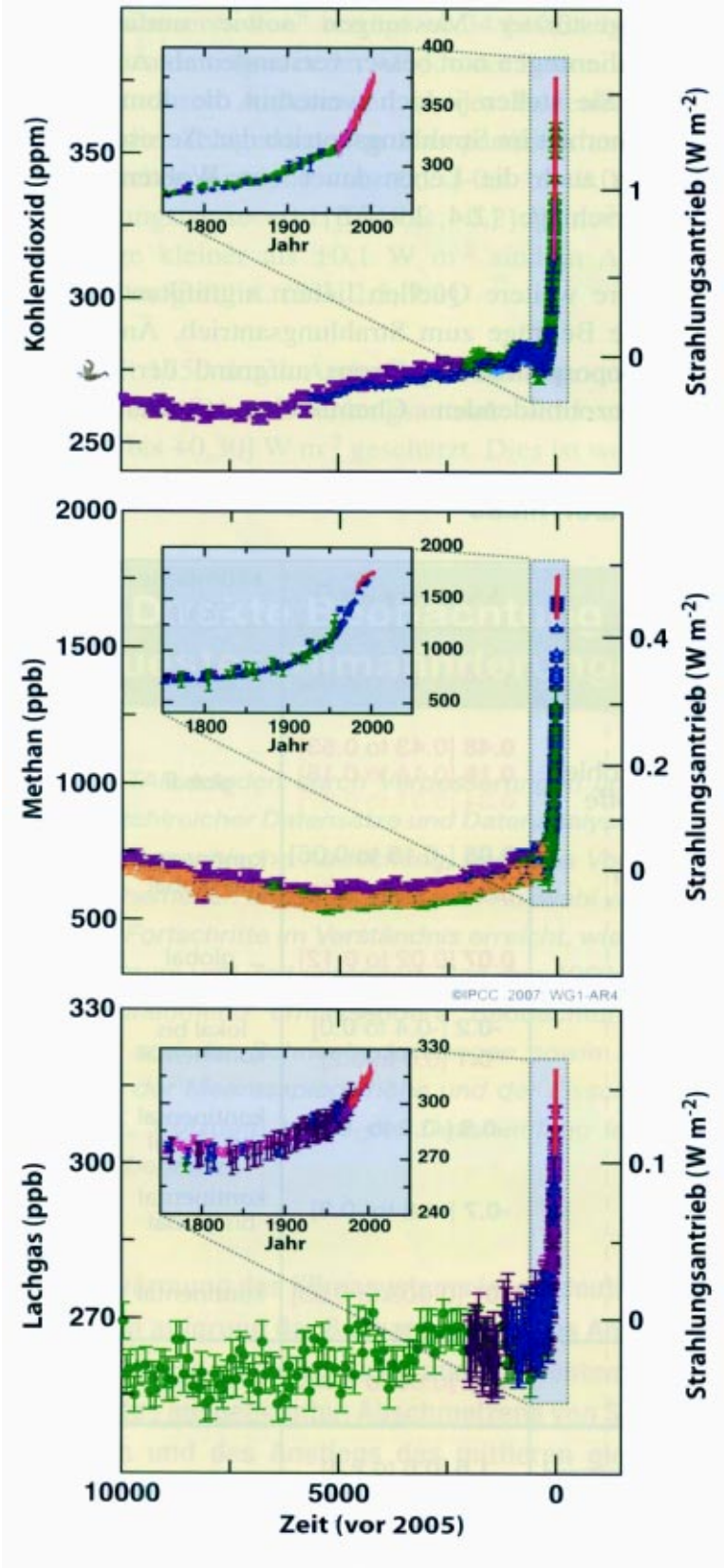


Abb. 3: Die CO_2-Konzentration in der Luft ist seit der vorindustriellen Zeit von etwa 280 ppm auf 380 ppm (2007) angestiegen. Die jährliche Wachstumsrate der CO_2-Konzentration war trotz der Klimaschutzbemühungen in der Zeit 1995–2005 mit 1,9 ppm/Jahr größer als in der Zeit 1960–2005 mit 1,4 ppm/Jahr.

Abb. 4: Die CH_4-Konzentration nahm von ca. 715 ppb auf 1732 ppb in den frühen 1990er Jahren zu. Danach nahm die Wachstumsrate ab. Zur Zeit liegt die Konzentration bei 1774 ppb. Die Quellentypen sind nicht gut bekannt. Es ist sehr wahrscheinlich, dass die größten Anteile aus der Landwirtschaft und der Nutzung fossiler Brennstoffe stammen.

Abb. 5: Die Lachgas-Konzentration ist von einem vorindustriellen Wert von ca. 270 ppb auf 319 ppb im Jahr 2005 angestiegen. Die Wachstumsrate ist seit 1980 ungefähr konstant. Über 1/3 aller N_2O-Emissionen sind anthropogen und überwiegend aus der Landwirtschaft.

VORAUSSAGEN FÜR DAS 21. JAHRHUNDERT

Für die Projektion der möglichen zukünftigen Klimaänderungen werden verschiedene Emissionsszenarien ohne Klimaschutzmaßnahmen verwendet. Danach ist mit einer globalen Erwärmung zwischen 1,8 für das »niedrige« Szenario B1und 4,0 °C für das »hohe« Szenario A1FI bis Ende des 21.Jahrhunderts zu rechnen (*Abb. 6*). Nach allen Szenarien erwärmen sich die Kontinente stärker als die Meere. Besonders deutlich zeigt sich die Erwärmung in hohen nördlichen Breiten infolge der Eisalbedo-Temperatur-Rückkopplung (*Abb. 7*).

Höhere Minimumtemperaturen, intensivere und längere Hitzewellen, mehr Tage mit sehr starken Niederschlägen sowie eine starke Abnahme der Frosttage sind in Mitteleuropa zu erwarten. Höhere Niederschlagsmengen sind großräumig vor allem in Äquatornähe (Tropen) und in hohen geographischen Breiten und niedrigere Niederschlagsmengen vor allem in semi-ariden Gebieten (Mittelmeerraum, Australien, Südafrika u.a.) zu erwarten.

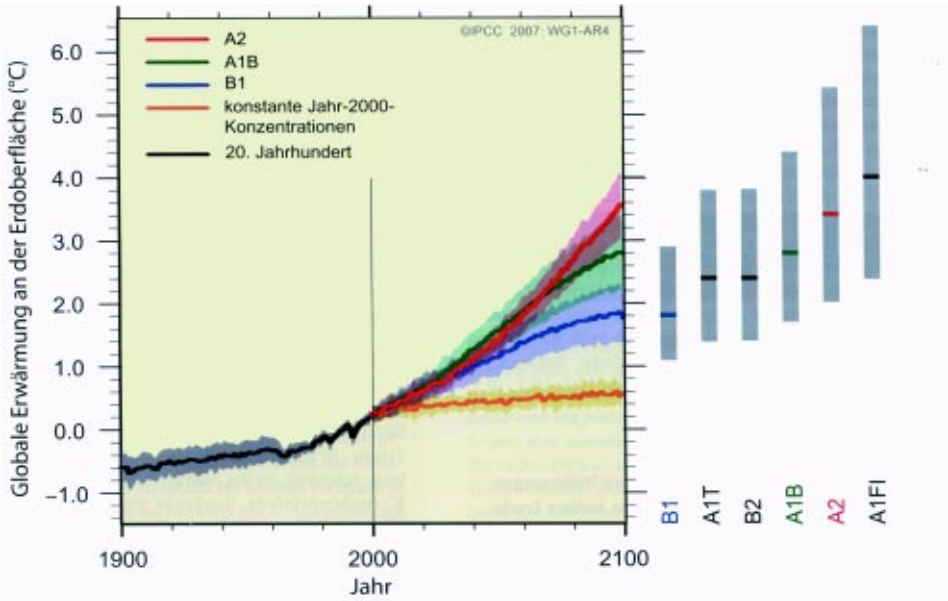


Abb. 6: Die mittlere globale Erwärmung an der Erdoberfläche für 6 verschiedene Emissionsszenarien. Die Klimamodellberechnung für das niedrige Szenario B1 ergibt eine mittlere globale Erwärmung von 1,8 °C und für A1FI 4,0 °C (aus: IPCC 2007).

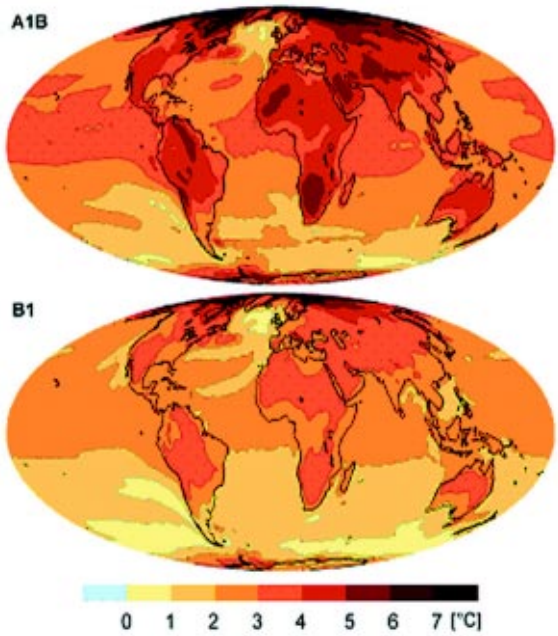


Abb. 7: Temperaturänderung (°C) an der Erdoberfläche in den Szenarien A1B und B1 für die Zeit 2071–2100 im Vergleich mit 1961–1990 (s. Kap. 1.1 im Buch).

DIE FOLGEN DES KLIMAWANDELS AM BEISPIEL DER ARKTISCHEN REGION

Die Folgen des Klimawandels sind regional sehr unterschiedlich. Besonders stark ist die Erwärmung in der Arktis und in den Gebirgsregionen. Dort findet die Erwärmung fast doppelt so schnell statt wie im globalen Mittel. Eine der Ursachen ist der starke Rückgang der weißen Flächen, d.h. der Flächen, die mit Schnee und Eis bedeckt sind. Eine mit frischem Schnee bedeckte Fläche reflektiert 85–90% der Sonnenstrahlung (Albedo). Im Gegensatz dazu beträgt die Albedo des Meerwassersweniger als 10% oder die eines Ackerbodens oft <20%. Dadurch kommt es dort zu einer stark erhöhten Absorption der Sonnenstrahlung, was wiederum zu einer schnelleren Erwärmung führt. Vor allem das arktische Meereis sowie auch andere Komponenten der Kryosphäre in der Arktis und in den Gebirgsregionen sind von der Erderwärmung stark betroffen. Besonders auffällig ist der Rückzug der meisten Gletscher. Dies hat im Zeitraum 1991 bis 2003 zu einem deutlichen Meeresspiegelanstieg (ohne Grönland und Antarktis) geführt.

Beobachtungen in den letzten Jahren zeigen aber auch, dass das Grönländische Inlandeis offenbar einen stärkeren Masseverlust erfahren hat als bisher angenommen (*Abb.8*). Es wird vermutet, dass nicht nur eine verstärkte Ablation* in den Küstenregionen eine Rolle gespielt hat, sondern insbesondere auch die Eisdynamik, die zu einem verstärkten Fließen des Eises über den Untergrund geführt hat.

In besonderem Maße sind die Permafrostgebiete, d.h. die Gebiete mit dauernd gefrorenen Böden, betroffen – sowohl in den Gebirgsregionen als auch in hohen geographischen Breiten. Ein Auftauen der Böden hat Konsequenzen für den Wasserhaushalt, für den Kohlenstoffhaushalt, für die Stabilität des Untergrundes (*Abb. 9*), es kann die Infrastruktur der betroffenen Gebiete massiv schädigen. Seit 1950 hat sich die Permafrostfläche in den Monaten mit der maximalen Ausdehnung auf der Nordhalbkugel um 7% verringert.

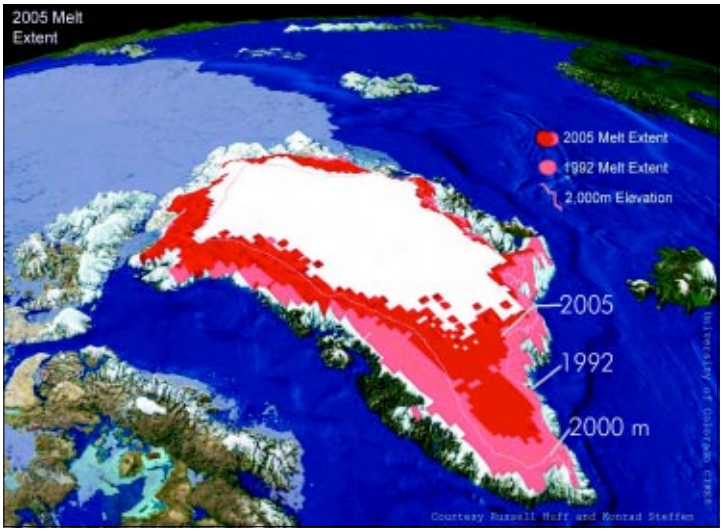


Abb. 8: Zunahme der Gebiete mit Ablation für grönländisches Inlandeis zwischen 1992 und 2005. Die rot gefärbte Fläche stellt das Gebiet dar, wo Ablation* auftrat (STEFFEN & HUFF 2005 - http://cires.colorado.edu/science/groups/steffen/greenland/melt2005/).

hellrot: *1992*
dunkelrot: *2005*

Abb. 9: Durch Rückgang des Permafrosts verformte Häuser in Tiksi (Sibirien) (Foto: H. Lantuit, AWI Potsdam).

*Ablation: Das Verschwinden von Eis und Schnee durch Verdunstung und/oder Schmelzen

AUSWIRKUNGEN AUF TERRESTRISCHE UND AQUATISCHE ÖKOSYSTEME

In den letzten Jahrzehnten werden weltweit tief greifende Veränderungen registriert, die als Folgen des Klimawandels im Meer und auf dem Land erhebliche Auswirkungen auf Flora und Fauna haben. Viele Organismen, die an niedrige Temperaturen angepasst sind, werden in ihrem Gebiet nicht länger überleben können. Die Erwärmung bietet gleichzeitig Lebensraum für aus wärmeren Regionen einwandernde Arten, was zu einem erheblichen Wandel in der Biodiversität führt. Neben der Änderung der Temperatur wirkt der Anstieg der CO_2-Konzentration direkt auf die Vegetation. Im Meer führt er zu einer zunehmenden Versauerung. Diese wird negative Auswirkungen auf solche Organismen haben, die Kalkskelette bilden. Weiterhin wird der Meeresspiegel künftig schneller ansteigen, was zu erheblichen Habitatsverlusten führen kann, wo die Küstenlinien künstlich durch Ufermauern und Deiche festgelegt wurden. Die klimatisch bedingten Veränderungen sowohl in den terrestrischen als auch in den marinen Ökosystemen werden durch die Bevölkerungszunahme, intensivere Landnutzung und Fischerei, Einführung neuer Arten und giftiger Substanzen verstärkt.

Fauna der Nordsee

Die Wassertemperatur in der Nordsee ist höher als vor 150 Jahren und die Zunahme liegt über der mittleren globalen Erwärmung. Bemerkenswert ist das Tempo der Temperaturzunahme. Meeresorganismen können sich genetisch nicht schnell genug daran anpassen. Klimawandel und Welthandel treiben die ökologischen Veränderungen an der Nordseeküste gemeinsam an. Aus wärmeren Meeren durch Schiffe und Muschelfarmen eingeschleppte Algen und wirbellose Tiere können sich etablieren. Am spektakulärsten ist die Invasion der Pazifischen Auster (*Crassostrea gigas*), deren scharfkantige Schalen zu einer Gefahr für Badende geworden sind.

Abb. 10: Der Kabeljau - auch Dorsch genannt - hat den Schwerpunkt seiner Verteilung in der Nordsee nach Norden verschoben. Der Rückgang seiner Populationsgröße ist nicht nur klimatisch sondern auch durch die zu intensive Fischerei verursacht.

Abb. 11: Die Häufigkeit von Viperqueise nimmt in der Nordsee seit Mitte der 1990er Jahre kontinuierlich zu.

Die Temperatur der Nordsee wird bis 2050 um 1,0–2,5 °C und bis 2080 um 1,5–4,0 °C weiter ansteigen. Die genauen Folgen der Erwärmung für die Fischgemeinschaft der Nordsee sind noch schwer abzuschätzen. Bei über 30 Nordsee-Fischarten werden in ihren Beständen klimatisch bedingte Veränderungen festgestellt, bei einigen (z.B. Kabeljau, *Abb. 10*) eine geographische Verschiebung des Schwerpunktes ihrer Verteilung nach Norden, bei anderen (u.a. Scholle) eine Bewegung in tiefere Bereiche. Beim Kabeljaubestand wird dabei ein Rückgang beobachtet, der durch die Fischerei zusätzlich verstärkt wird.

Gleichzeitig werden seit Mitte der 1990er Jahre vermehrt mediterran-atlantische Arten gefangen, wie Sardelle, Sardine, Meerässche und Streifenbarbe, Goldlachs, Franzosendorsch und Viperqueise (*Abb. 11*). Im Wattenmeer werden seit Jahren zunehmend Jungtiere von Sardelle, Meerässche, Streifenbarbe und Wolfsbarsch beobachtet. Dieses könnte ein erstes Anzeichen einer Etablierung dieser sonst mehr südlich orientierten Arten in der Nordsee sein (s. Kap. 2.3).

Gefährdung der Biodiversität am Beispiel der Amphibien und Vögel

Nahezu 33% der rund 6.000 Amphibienarten (davon 80% Froschlurche) (*Abb. 12*) stehen auf der Roten Liste der World Conservation Union (IUCN) als vom Aussterben bedroht. Sie sind aufgrund ihrer drüsenreichen, nicht keratinisierten, permeablen und dadurch hoch empfindlichen Haut und ihres biphasischen Lebenszyklus (mit aquatischen Larven- und terrestrischen Erwachsenenstadien) besonders als Indikatororganismen geeignet und scheinen von allen Wirbeltieren am schnellsten auf Klimaveränderungen zu reagieren. Die durch den Klimawandel hervorgerufenen Probleme werden durch die zunehmende Zerstückelung der Lebensräume verschärft.

Auch unter den Vögeln, die in der Verbreitung der einzelnen Arten deutliche Beziehungen zu den Temperaturbedingungen in ihren Brutgebieten und ihren Winterquartieren aufweisen, werden manche Arten beeinträchtigt, einige werden von den sich ändernden Bedingungen profitieren. In den gemäßigten Breiten ist zu erwarten, dass sich sowohl das Artengefüge der Avifauna als auch das Verhalten der Vögel erheblich ändern werden. Modellrechnungen ergaben für einzelne europäische Brutvögel, dass sich ihr Vorkommen im 21. Jahrhundert um mehr als 1.000 km nordwärts verlagern könnte.

Zu den Verhaltensänderungen gehört eine Reduzierung des Vogelzugs mit Verkürzung der Wege, Änderung der Zeiten des Zugs, Überwintern im Brutgebiet oder in neuen näher am Brutgebiet liegenden Winterquartieren. Viele Zugvögel kommen bereits heute um bis zu drei Wochen früher aus ihren Winterquartieren zurück als noch vor 30 Jahren und manche bleiben im Herbst länger im Brutgebiet. Ursache dürfte der Umstand sein, dass sich die Bedingungen für Zugvögel bei den Veränderungen im nordatlantischen Klimagefüge im mittleren und nördlichen Westeuropa verbessern, in Südwesteuropa aber gleichzeitig bei heißeren und trockneren Bedingungen im Winter und zeitigen Frühjahr verschlechtern.

Besonders alarmierend ist die Situation in der Arktis. Hier verlieren die Eisbären sowie andere arktische Tiere ihre Lebensräumen ohne eine Möglichkeit, ausweichen zu können (s. *Abb. 13*).

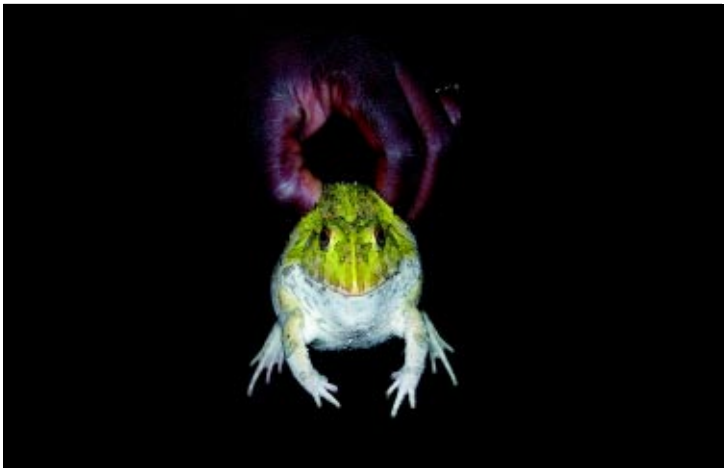


Abb. 12: Die Amphibien gehören zu den Tiergruppen, die aufgrund der Klimaerwärmung am meisten gefährdet sind (Foto: M.Akhtar-Schuster).

Abb. 13: Eisbären (Foto: J. Thomassen, Trondheim).

Bedeutung von Vögeln für die Ausbreitung von Infektionskrankheiten

Wie andere Wildtiere können auch Vögel ein Reservoir für Krankheitserreger sein. Insbesondere Zug- und Strichvögel sind prinzipiell in der Lage, diese schnell zu verbreiten. Zu den Viren, für die Vogelarten als Reservoir gelten, gehören z.B. das West-Nile-Virus und das Usutu-Virus, für die nicht ausgeschlossen werden kann, dass ihre globale Verbreitung durch Zugvögel erfolgte.

Ein weiteres Beispiel ist die Vogelgrippe. Der Erreger ist ein besonderer Typ der Influenza-A Viren (AI), von denen bekannt ist, dass sie ihr natürliches Reservoir in Wild- bzw. Wasservögeln haben. In diesen entwickeln sie sich normalerweise als schwach pathogene Stämme ohne Symptome, es kommt aber immer wieder dazu, dass diese zu hoch pathogenen Formen mutieren und dann Vögel in großer Zahl sterben. Die Rolle von Klimaveränderungen bei der Ausbreitung dieser hoch pathogenen Stämme ist schwer zu bewerten. Bedeutender sind gegenwärtig offenbar der weltweite Handel mit Geflügel und Geflügelprodukten.

Wälder und exotische Pflanzen

Im Zuge des globalen Klimawandels wird es zu großräumigen Änderungen in der Zusammensetzung und Verteilung der Vegetation kommen (*Abb. 14*). Neben den Folgen einer generellen Erwärmung und des Anstiegs der direkt auf die Vegetation wirkenden atmosphärischen CO_2-Konzentration sind Niederschlagsänderungen von besonderer Bedeutung. Die zu erwartenden Veränderungen werden durch Rückkopplungsprozesse auf das globale Klima zurückwirken. Simulationsmodelle ergeben, dass pro Grad Temperaturerhöhung unter sonst gleichen Bedingungen die Ökozonen um nahezu 200 km polwärts wandern. Die Dürre des Spätsommers 2003 führte in weiten Teilen Europas zu einer deutlichen Verschlechterung des Waldzustandes im Jahre 2004. Abhängig von der Baumart wurden weniger Blätter und Nadeln sowie schmalere Jahresringe gebildet.

In Mitteleuropa sind besonders die Fichtenwälder von den Folgen des Klimawandels betroffen. Die Fichte hat ihre natürliche Verbreitung im Norden und Nordosten Europas und in montanen Lagen mit Jahresmitteltemperaturen zwischen etwa 5 und 8 °C. Sie wurde aber in den Forsten der norddeutschen Tiefebene und den unteren Lagen unserer Mittelgebirge eingeführt. Hier ist es für diese Baumart bereits heute in vielen Bereichen zu warm. Aufgrund des Wärme-Stresses wird eine gesteigerte Empfindlichkeit der Fichten gegen den Befall durch Borkenkäfer beobachtet. Die Fichte ist auch besonders empfindlich gegen die Wirkung von extremen Sturmereignissen, die in den vergangenen Jahrzehnten in Deutschland auch in scheinbar stabilen und naturnahen Waldökosysteme zu großen Schäden geführt haben. Weit weniger als Fichtenforste sind standortgerechte naturnähere Mischwälder mit Buchen, Eichen und anderen Laubbäumen betroffen.

Abb.14: Umwandlung von Kiefernaltholz zu Buchenbeständen in der norddeutschen Tiefebene (Foto: M. Lorenz).

Im Zuge des Klimawandels breiten sich derzeit viele Pflanzenarten in Gebiete aus, in denen sie früher nicht heimisch waren. Von der Erwärmung profitieren besonders auch zahlreiche gebietsfremde Exoten, die im Zuge des globalen Handels eingeführt wurden. Sie können starke Veränderung der Ökosysteme bewirken.

GEFAHREN FÜR DIE GESUNDHEIT DES MENSCHEN

Bei den Auswirkungen des Klimawandels auf die Gesundheit von Menschen, Tieren und Pflanzen handelt es sich um ein hoch komplexes Geschehen mit direkten und indirekten Ursache-Wirkungsbeziehungen.

Der Mensch befindet sich permanent in einer Auseinandersetzung mit seinen klimatischen Umweltverhältnissen. Er reagiert mit Anpassungsreaktionen auf diese Reize, die den Organismus überfordern können. Daraus ergibt sich ein Zusammenhang zwischen diesen Reizen und der Gesundheit und Leistungsfähigkeit sowie dem Wohlbefinden des Menschen. Die Beziehungen sind vielschichtig. Gesundheitseffekte gehen in der Regel nicht von einem einzigen Faktor aus. Bei Hochdruckwetterlagen z.B. können im Sommer Wärmebelastung, hohe UV-Strahlungsintensitäten und höhere Konzentrationen von Ozon zusammen auftreten.

Thermischer Stress

Im thermischen Wirkungskomplex kommt es mit zunehmender Wärme- oder Kältebelastung zu erhöhten Anforderungen an das Herz-Kreislaufsystem, da Blutdruck und Thermoregulation eng miteinander verbunden sind. Bei kreislauflabilen Menschen kann es infolge starker Erweiterung der Hautgefäße zum Hitzekollaps durch Blutdruckabfall kommen. Zunehmende Überhitzung beeinflusst das zentrale Nervensystem mit Verringerung der Fähigkeit zur Thermoregulation. Temperaturen im Gehirn oberhalb 41 °C führen zu Delirium, Krämpfen und Bewusstseinsschwund (Hitzschlag).

Schwere Hitzeschäden erfordern eine Therapie, durch die vor allem im Wasser- und Mineralstoffhaushalt eingetretene Störungen ausgeglichen werden müssen, da es durch diese, unabhängig von den Risiken der Überwärmung, zu schwerwiegenden und bleibenden Schäden kommen kann. Eine unsachgemäße Behandlung von hitzegeschädigten Personen kann für diese gefährlicher sein als die Hitzeexposition selbst. Bei Flüssigkeitsersatz muss stets auch Salzersatz bedacht werden. Beurteilt man die vorliegenden klinischen Daten, besteht kein Zweifel, dass vorbelastete sowie unter dem Einfluss von Medikamenten wie z.B. Betablockern und Diuretika stehende Personen unter dem Einfluss von Extremtemperaturen besonders gefährdet sind.

In Anbetracht der engen Verknüpfung des Menschen mit seinen thermischen Umweltbedingungen ist klar geworden, dass Hitzewellen z.B. in den USA und in Australien, aber auch in Europa als Hauptursache für wetterbedingte Todesfälle gelten. So dürften während des Hitzesommers 2003 in ganz Europa mehr als 50.000 Menschen der Hitze zum Opfer gefallen sein, davon über 33.000 in der extremen Hitzewelle im August. Besonders dramatisch sind Auswirkungen von Hitzewellen in dicht bebauten Großstädten, die in der Regel einen ungenügenden Luftaustausch und aufgrund der Baukörperstruktur schon ein höheres Temperaturniveau aufweisen.

Da besonders ältere Menschen unter dem Einfluss von Hitzewellen sterben, wird oft argumentiert, dass diese so geschwächt waren, dass sie auch ohne die Hitzewelle nur noch wenige Tage zu leben gehabt hätten. Dies gilt jedoch für nur maximal 20% der Fälle, was bedeutet, dass die meisten Menschen ohne die Belastung noch wesentlich länger hätten leben können. Auch Kleinkinder sind wegen der noch instabilen Thermoregulation besonders betroffen sowie Personen aller Altersgruppen, die auf Grund von Vorerkrankungen und/oder Einnahme bestimmter Medikamente über ein reduziertes Anpassungsvermögen verfügen.

Hitzewellen haben beträchtliche Auswirkungen nicht nur auf die Gesundheit des Menschen. Auch die Natur leidet darunter, da sie häufig mit Dürre, Waldbränden, Wassermangel, Verschlechterung der Qualität von Gewässern, Bodenaustrocknung u.a. verbunden sind. Dazu kommen vielfältige Folgen für die Landwirtschaft, Wasserwirtschaft, Lebensmittelwirtschaft und infolge des höheren Energieverbrauchs zu Kühlzwecken auch für die Energiewirtschaft. Auch der Tourismus und Möglichkeiten der Wahrnehmung sportlicher Aktivitäten werden betroffen sein. Mit diesen Auswirkungen sind erhebliche wirtschaftliche Folgen verknüpft.

Aufgrund ihrer Relevanz für die Gesundheit sind neben dem thermischen Wirkungskomplex auch Änderungen der Solarstrahlung und Luftverunreinigungen wie Ozon zu bedenken.

Mehr Allergien durch Pollen

In den meisten Ländern der Welt haben durch Pollen hervorgerufene Allergien in den letzten Jahrzehnten zugenommen. In Deutschland sind davon etwa 20–30% der Bevölkerung betroffen. Besonders häufig tritt der allergische Heuschnupfen auf, der oft in ein allergisches Asthma Bronchiale übergeht. Der Gehalt an allergenen Pollen in der Luft nimmt im Zuge des Klimawandels immer weiter zu. Die heutige Situation ist nicht nur durch mehr sowie durch veränderte und neue Pollen charakterisiert. Die Zunahme von Allergien lässt sich ebenso auf einen immer früheren Beginn der Pollensaison, eine längere Pollenflugperiode sowie auf höhere Pollenkonzentrationen zurückführen.

Abb. 15: Ein Neuzugang: Prunus laurocerasus, der Lorbeer-Kirsche, eine immergrüne Art, aus dem Balkan und der Küstenregion am Schwarzen und Kaspischen Meer.

Der Einzug neuer Arten wird durch Erwärmung begünstigt. Ein Beispiel ist das stark allergene Beifußblättrige Traubenkraut (*Ambrosia artemisiifolia*). Ambrosia hat sich in einigen osteuropäischen Ländern seit dem zweiten Weltkrieg epidemisch ausgebreitet. Seit 1990 ist es auch in Oberitalien, in der Schweiz und in Österreich vorhanden. In Deutschland wird eine Ausbreitung der Pflanze besonders im Südwesten und Nordosten beobachtet.

Auch als eine Folge des Klimawandels wird weltweit mit einer Zunahme der durch Vektoren übertragenen Infektionskrankheiten gerechnet. Gebiete, in denen Erreger und Vektoren endemisch sind, weiten sich aus. Erhöhte Temperaturen bedeuten verkürzte Entwicklungszeiten, erhöhte Vermehrungsraten und erhöhte Aktivität der Vektoren. Neben Änderungen im Temperaturregime können auch Niederschläge von Bedeutung sein, durch die lokal neue Feuchtgebiete und damit z.B. Brutplätze für Stechmücken entstehen können.

Von Zecken übertragene Krankheiten

Abb. 16: Ein adultes Weibchen der Schafzecke (Dermacentor marginatus)(Foto: Olaf Kahl).

Eine akute Gefahr sind Krankheiten, die durch Zecken (s. *Abb. 16*) übertragen werden. Zecken sind Parasiten von landlebenden Wirbeltieren. Sie ernähren sich vorwiegend von Blut, nehmen dabei ähnlich wie die Stechmücken von ihren Wirten Mikroorganismen (Viren, Bakterien, Protozoen) auf und übertragen sie später auf andere Wirtsindividuen. Es gibt weltweit über 850 Zeckenarten. Die prominenteste und häufigste Art in Mitteleuropa ist der Gemeine Holzbock (*Ixodes ricinus*), der u.a. die bakteriellen Erreger der Lyme-Borreliose und das Frühsommer-Meningoenzephalitis-Virus überträgt (s. Kap. 3.2.12–14 im Buch). Im Norden fehlt diese Zecke nur in Island, im nördlichen Skandinavien und im nördlichen Westrussland. Der Gemeine Holzbock ist primär ein Wald- und Waldrandbewohner, kommt aber auch in Parks und Gärten vor.

Das Klima (Temperatur und Luftfeuchte) ist ohne Zweifel ein besonders wichtiger, die Verbreitung vieler Zeckenarten bestimmender Umweltfaktor. Offenbar begünstigt die Erwärmung die Ausdehnung ihrer Verbreitungsgrenzen nach Norden. Vermutlich hat das zunehmend nördlichere Auftreten von *I. ricinus* seine Ursache in milden Wintern, früherem Beginn des Frühlings und verlängertem Herbst. Neben der Lyme-Borreliose und der Frühsommer-Meningoenzephalitis gibt es in Mitteleuropa noch weitere, wenn auch seltener von Zecken übertragene Infektionen wie Q-Fieber, Rickettsiosen und Ehrlichiosen.

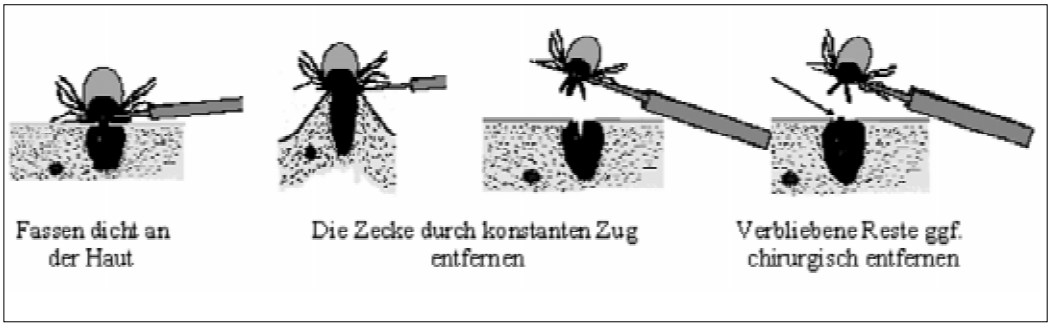


Abb. 17: Entfernen einer Zecke (S. Kap. 3.2.13 im Buch).

Nach Zeckenstich ist es sehr wichtig, die Zecke so schnell wie möglich zu entfernen, da die Wahrscheinlichkeit für die Übertragung von Krankheitserregern mit der Dauer des Saugaktes zunimmt. Dabei ist darauf zu achten, dass der Zeckenleib nicht gequetscht wird, da dadurch Erreger aus Darm oder Speicheldrüse der Zecke in die Wunde gepresst werden könnten. Auch von der Anwendung von Substanzen wie Alkohol oder Öl zur Entfernung der Zecke muss abgeraten werden, da nicht ausgeschlossen werden kann, dass diese Vorgehensweisen die Sekretion von Erregern durch die Zecke in die Stichwunde induzieren.

Durch Stechmücken übertragene Krankheiten

Global gesehen gehört die ***Malaria*** trotz aller Bemühungen immer noch zu den verbreitetsten Infektionskrankheiten. Anders als es in Europa jemals war, ist die Situation in den Malaria-Gebieten der Tropen und Subtropen erheblich komplexer und lässt aus vielen Gründen dort eine Ausrottung der Malaria nahezu unmöglich erscheinen. Die Folgen einer globalen Erwärmung auf die Verbreitung der Malaria und Zunahme von Erkrankungsfällen werden für diese Gebiete kontrovers diskutiert. Es wird aber damit gerechnet, dass es hier in einigen Regionen als Folge erhöhter Niederschläge lokal zur Ausweitung von Gebieten mit guten Reproduktionsbedingungen für die Stechmücken und zu erhöhtem Infektionsrisiko kommen kann. In Europa konnte im Laufe des 20. Jahrhunderts durch Beseitigung von Fortpflanzungsmöglichkeiten von *Anopheles*-Mücken (s.*Abb. 18*) mittels Trockenlegung sumpfiger Gebiete sowie gleichzeitiger Verbesserungen von Wohnbedingungen und Hygiene eine weitgehende Ausrottung der Malaria erzielt werden. In einigen Bereichen im Süden und Südosten Europas sind aber wieder vermehrt autochthone Fälle aufgetreten. Die wesentlichen Ursachen für das erneute Auftreten autochthoner Fälle in Europa sind die Einschleppung der Malariaerreger im Blut von aus Malariagebieten zurückkehrenden Personen.

Zu den Infektionskrankheiten, die sich in den letzten Jahrzehnten in tropischen und subtropischen Ländern Besorgnis erregend ausgebreitet haben, gehört das **Dengue-Fieber**. Die jährliche Inzidenz wird auf 50 Mio. Krankheitsfälle geschätzt. Weitere Ausbrüche von Dengue können überall dort auftreten, wo die das Dengue-Fieber übertragenden Vektoren leben. In Europa sind dies vornehmlich in Italien, Südfrankreich, Spanien, Portugal und Albanien saisonal und regional begrenzt vorkommende Stechmücken der Gattung *Aedes*, deren Verbreitungsgebiet sich bei ansteigenden Temperaturen weiter nach Norden ausdehnen könnte.

Eine weitere von Stechmücken (*Culex* (s.*Abb. 19*), *Aedes* (s.*Abb. 20*) und *Mansonia*) übertragene Infektionskrankheit ist das **West-Nile-Fieber**. Verbreitungsgebiete des erregenden Virus sind Afrika, der Mittlere Osten, Indien, Indonesien und einige Mittelmeerländer, seit 1999 auch die USA, wo erhöhte Temperaturen, Überschwemmungen und Zugvögel, aber auch kontaminierte Blutkonserven für die Ausbreitung des Virus verantwortlich gemacht werden.

***Abb. 18:** Anopheles gambiae. Typische Körperhaltung (Foto: Rolf Garms).*

Abb.19: Culex. Typische Körperhaltung (Foto: Rolf Garms).

Abb. 20: Gelbfiebermücke Aedes aegypti (=Stegomyia aegypti), Blutmahlzeit (Foto: Rolf Garms).

Die potenzielle Gefahr durch die Leishmaniose

Die Leishmaniose ist eine seit über 2000 Jahren bekannte Krankheit bei Menschen und Tieren. Sie wird durch parasitär im Blut lebende geißeltragende Protozoen verschiedener Arten der Gattung *Leishmania* hervorgerufen. Die Erreger werden durch Stiche von Sandmücken übertragen. Dabei kann es zum Befall der Haut, der Schleimhaut und als besonders schwere Erkrankung auch innerer Organe kommen.

Leishmaniosen sind in 88 Ländern der Tropen und Subtropen einschließlich des Mittelmeerraums endemisch. Nach Schätzungen der WHO leben rund 350 Mio. Menschen in Leishmaniose-Risikogebieten. Von diesen sind weltweit etwa 12 Mio. infiziert und die jährliche Inzidenz wird mit 2 Mio. angeben. In vielen Ländern hat die Anzahl der Neuerkrankungen deutlich zugenommen. Ein Grund für diese Entwicklung ist, dass sich die Sandmückenpopulationen in vielen Regionen wieder erholen konnten.

Die in Europa häufigste Art, *Leishmania infantum*, verursacht in Südeuropa bei Kleinkindern eine viszerale Leishmaniose und bei Hunden die kanine Leishmaniose. Erkranken können auch Katzen, Pferde und andere Säugetiere. Die Anzahl infizierter Hunde im europäischen Mittelmeerraum ist sehr groß. So sind beispielsweise in Südspanien bis zu 42% und auf Sizilien bis zu 80% der Hunde infiziert. In Deutschland nimmt die Zahl der importierten Leishmaniosen zu. Man vermutet, dass es hier z.Z. rund 20.000 Leishmaniose-positive Hunde gibt (s. *Abb. 21*).

Abb. 21: An Leishmaniose erkrankter Hund (Kavala, Griechenland) (Foto: T. Naucke).

In Deutschland ist das Risiko für Mensch oder Hund, sich bei uns mit Leishmanien zu infizieren und an einer Leishmaniose zu erkranken, noch sehr gering. Dies könnte sich ändern, wenn sich infolge des Klimawandels die Sandmücken weiter ausbreiten und größere Populationen aufbauen sollten. Die große Anzahl schon jetzt infizierter, bei uns lebender Hunde stellt ein bedeutendes Erregerreservoir dar und würde dann ein entsprechendes Gesundheitsrisiko bedeuten.

BLAUZUNGENKRANKHEIT: EINE AFRIKANISCHE KRANKHEIT DER WIEDERKÄUER IN EUROPA

Die Blauzungenkrankheit – eine Virus-Krankheit der Wiederkäuer – wurde im August 2006 überraschender Weise zum ersten Mal in Mitteleuropa beobachtet. Man glaubte, dass sie im Wesentlichen auf den afrikanischen Kontinent beschränkt war, weil der Hauptüberträger, die Gnitzenart *Culicoides imicola* dort sein Verbreitungsgebiet hat, auch wenn immer wieder relativ kurze Epidemien der sog. Blauzungenkrankheit in den Ländern des nördlichen Randes des Mittelmeeres auftraten. Der Zug nach Norden unterblieb zunächst, weil es offenbar an geeigneten Vektoren fehlte, denn das Verbreitungsgebiet von *Culicoides imicola* endet eben am nördlichen Mittelmeerrand.

Abb. 22: Gnitze, Culicoides obsoletus, Lichtmikroskopische Aufnahme eines Weibchens (Foto: H. Mehlhorn)

Die Krankheit wurde zunächst bei Rindern in Holland, dann in Belgien und fast zeitgleich im Aachener Grenzgebiet beobachtet. Dann zog der Infektionsherd binnen eines Monats ostwärts über den Rhein. Auch die Nachbarländer wie Luxemburg oder Nordfrankreich waren betroffen. In der Nähe des Aachener Ausbruchsgebietes wurden unter mehreren Gnitzenarten im Wesentlichen die Art *Culicoides obsoletus* (s.*Abb. 22*) gefangen. Die entsprechenden Untersuchungen zeigten, dass ausschließlich *C. obsoletus* infiziert war. Wie das Virus nach Mitteleuropa kam, ist bis heute noch nicht geklärt.

AUSWIRKUNG DES KLIMAWANDELS AUF DIE LANDWIRTSCHAFT

Eine wesentliche Folge des Klimawandels mit regionalen Änderungen der Niederschlagsverhältnisse und der Feuchte von Luft und Böden sind Auswirkungen auf die landwirtschaftliche Produktion und Landschaftsökologie wie auch Auswirkungen auf den Welthandel mit Agrarprodukten. Von den zu erwartenden Änderungen des Bodenwasserhaushalts und der Wasserverfügbarkeit und damit der pflanzenbaulichen Rahmenbedingungen wird der Westen Deutschlands weit weniger betroffen sein als weite Bereiche Ost- und Mitteldeutschlands, speziell in Gebieten mit sandigen Böden (z.B. in Brandenburg), wo geringe Niederschläge mit geringer Speicherfähigkeit der Böden und geringer Feldkapazität, d.h. geringer Tiefe des durchwurzelten Bereichs, kombiniert sind.

Insgesamt ist das Ausmaß des für Kulturpflanzen resultierenden Wassermangels, im Gegensatz zu anderen Klimaregionen, in Mitteleuropa eher als moderat einzustufen, jedenfalls bei mittleren Verhältnissen. Entscheidend für die ökonomische Situation der Landwirtschaft dürfte die Häufigkeit des Auftretens von Extremwetterlagen wie Sommertrockenheit und Starkregen sein.

Ein Beispiel für eine Sparte der Landwirtschaft, in der sich die zu erwartenden Klimaänderungen stark auswirken werden, ist der **Weinbau**. Hier sind deutliche Änderungen in der geographischen Begrenzung der für den Anbau der Reben geeigneten Regionen zu erwarten. In Europa werden sich Gebiete mit Anbaueignung nach Norden und Osten erweitern. Global gesehen wird es in den derzeitigen Weinanbaugebieten auch Bereiche geben, in denen es zu warm wird. Lokal wird der Klimawandel einen Einfluss auf die Auswahl der anzubauenden Rebsorten haben, auch wird sich der Charakter spezifischer Sorten ändern.

Neben den Effekten des Klimawandels auf die landwirtschaftlichen Erträge müssen die Auswirkungen auf die **Grundwasserneubildung** und die **Speisung ökologisch wertvoller Feuchtgebiete** gesehen werden, wie auch mit Änderungen in der Landnutzung verbundene Effekte, die den Stoffumsatz in einer Weise beeinträchtigen, dass es im Sickerwasser (und damit in als Trinkwasser genutzten Leitern) zu stark erhöhten Nitratkonzentrationen kommt.

Betrachtet man die sich global im Bereich Landnutzung abzeichnenden Änderungen, so wird deutlich, dass zahlreiche bislang intensiv genutzte Agrarregionen der »Dritten Welt« wesentlich gravierender vom Klimawandel betroffen sein werden als in Mitteleuropa. Die FAO rechnet mit einer starken **Steigerung der Nachfrage nach pflanzlichen Produkten**. Als eine Folge wird die Konkurrenz um Fläche zur Produktion von Biomasse für Ernährungszwecke, als Rohstoff für industrielle Produktionen, oder als Energieträger in weltweitem Maßstab zunehmen, ebenso die Konkurrenz bei der Nutzung der verfügbaren Wasserressourcen. Die aus den sich abzeichnenden Entwicklungen der Märkte resultierenden Konflikte machen es erforderlich, die damit verbundenen Gefahren richtig einzuschätzen, Maßnahmen zur Anpassung der Landnutzung an neue klimatische Randbedingungen zu konzipieren und dann auch umzusetzen.

Abb. 23: Rinder im Schatten (Rasse Galloway) - In heißen Sommerphasen suchen Rinder schattige Plätze auf. Hier verbleiben sie über Stunden. An diesen Stellen ist ein erhöhter Nährstoffeintrag durch Kot und Urin zu verzeichnen (Foto: A.Fischer) (s.Kap. 4.9).

Änderung der Produktqualität in der Landwirtschaft

In fast allen Studien zum »CO_2-Düngeeffekt« wird als Reaktion eine Veränderung der chemischen Zusammensetzung des pflanzlichen Gewebes beobachtet. Betroffen sind sowohl der Gehalt an Makro- und Mikroelementen als auch die Konzentrationen sonstiger Inhaltsstoffe (z.B. Zucker, Vitamine, sekundäre Pflanzenstoffe). Herausragendes Beispiel dafür ist die Reduktion des Stickstoffgehaltes sowohl in vegetativen Organen (Blatt, Stängel) als auch in Früchten, Samen bzw. Körnern. Versuche bei künstlich erhöhten CO_2-Konzentrationen (550–650 ppm) an Weidelgras, Weizen und Gerste und unter sehr unterschiedlichen Wachstumsbedingungen ergaben im Mittel über alle Versuchsbedingungen eine Reduktion des Stickstoffgehaltes im Blatt oder in den Getreidekörnern in der Größenordnung um 10–15% im Vergleich zu niedrigen CO_2-Konzentrationen. Beispielsweise war die CO_2-bedingte Verminderung der Stickstoffkonzentration um 5% im Spross von Klee im Vergleich zu Weizen durch die Möglichkeit der Stickstoff-Fixierung ca. 50% geringer (s. Kap. 4.5 im Buch).

WARNSYSTEME UND MÖGLICHKEITEN ZUR ANPASSUNG

Die heutigen Klimarisiken für die Gesundheit sind vor allem durch veränderte thermische Bedingungen, aber auch durch Veränderungen im Bereich der UV-Strahlung und der Lufthygiene zu erwarten. Da wir bereits bei einer Erwärmung unterhalb von 2 °C mit erheblichen Folgen zu rechnen haben, muss neben einem effizienten Klimaschutz im Sinne der Vorsorge mit geeigneten Anpassungsmaßnahmen reagiert werden. Diese betreffen z.B. Veränderungen in unserem täglichen Verhalten, die Einrichtung von Hitze- und Pollen-, Ozon- und UV-Warnsystemen ebenso wie Maßnahmen zum klimagerechten Umbau unserer Städte, des ländlichen Raums und der Forsten wie auch Umdenken in wirtschaftlichen Aktivitäten. Der Deutsche Wetterdient (DWD) hat zum Schutz der Bevölkerung vor zu intensiver UV- Strahlung einen Warndienst eingeführt. Die Warnung vor erhöhter UV-Intensität lenkt die Aufmerksamkeit der Bevölkerung auf die Risiken exzessiver UV-Exposition und leitet zu gesundheitsgerechtem Verhalten gegenüber der UV-Exposition an. Seit 2005 können Sie sich im Internet unter www.wettergefahren.de oder www.uv-index.de sowie www.dwd.de/PROMOTE (in englischer Sprache) darüber informieren.

Aufgrund der Folgen der Hitzewelle im Sommer 2003 haben viele Länder in Europa bereits Hitzewarnsysteme errichtet. So haben in Deutschland alle Bundesländer in Zusammenarbeit mit dem DWD Systeme eingeführt, die bei Bedarf räumlich konkretisierte Warnungen und Verhaltensempfehlungen ausgeben. Darüber hinaus wurden unter Federführung des Robert-Koch-Institutes Überwachungs-Programme und Frühwarn-Systeme etabliert, um Veränderungen im Auftreten von Infektionskrankheiten systematisch zu erfassen und darauf – wenn erforderlich – zu reagieren. Durch Anpassungsstrategien ist die Anpassungskapazität der Bevölkerung zu erhöhen und damit die Verwundbarkeit gegenüber gesundheitlichen Folgen des unvermeidlichen globalen und regionalen Klimawandels zu verkleinern.

Neben Warnsystemen und Maßnahmen zur Anpassung sind Präventionsmaßnahmen ebenso erforderlich wie Planungen zur Intervention im Falle von Epidemien, Pandemien und anderen Notsituationen.

BETROFFENE UND VERURSACHER DES ANTHROPOGENEN KLIMAWANDELS

Die gravierendsten Folgen des Klimawandels bekommen schon heute Länder zu spüren, die selbst nur sehr wenig zum globalen CO_2-Ausstoß beitragen. Ein Beispiel dafür sind die klimabedingten Veränderungen in der arktischen Region, wo es kaum Industrien und Autos gibt. Hier verlieren Pflanzen und Tiere ihre Lebensräume, ohne Ausweichmöglichkeiten zu haben. Die Menschen dort müssen eine gewaltige Umstellung bewältigen. Auch die afrikanischen Länder mit 14% der Weltbevölkerung, aber nur rund 3% des globalen CO_2-Ausstoßes, leiden unter den Folgen von Wetterextremen (Dürren und Überschwemmungen). Von Flutkatastrophen betroffen sind ebenfalls die sehr arme Bevölkerung z.B. von Bangladesh, aber im Grundsatz alle an Küsten und Flußdeltas liegenden Siedlungen in den ärmeren Gebieten mit hunderten von Millionen Einwohnern, denen die finanziellen Möglichkeiten für Schutzmaßnahmen fehlen. Zusätzlich wachsen in den Entwicklungs- und Schwellenländern Wut und Enttäuschung über den in dieser Welt ungleich verteilten Wohlstand.

Beim Klimaschutz stehen die Verursacher (die sogenannten G13-Staaten) im Mittelpunkt. Sie stoßen knapp 70% der weltweiten CO_2-Emissionen aus. Konsequenterweise spielen diese Staaten bei der Dämpfung des Klimawandels eine Schlüsselrolle (s.*Abb. 24*).

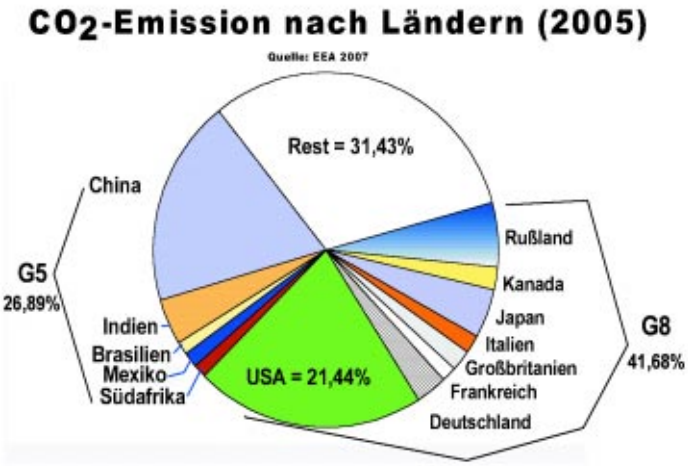


Abb. 24: Anteile bestimmter Ländergruppen an den CO_2-Emission im Jahre 2005 in Prozenten. Die Emission der G8-Industrieländer beträgt 41,68% und die der G5-Schwellenländer 26,89%. Allein von diesen 13 Ländern stammen 68,57% der global emittierten CO_2-Menge. Die USA sind das Land mit der größten Emission sowohl insgesamt (21,44%) als auch pro Kopf (19,61 t/Jahr).

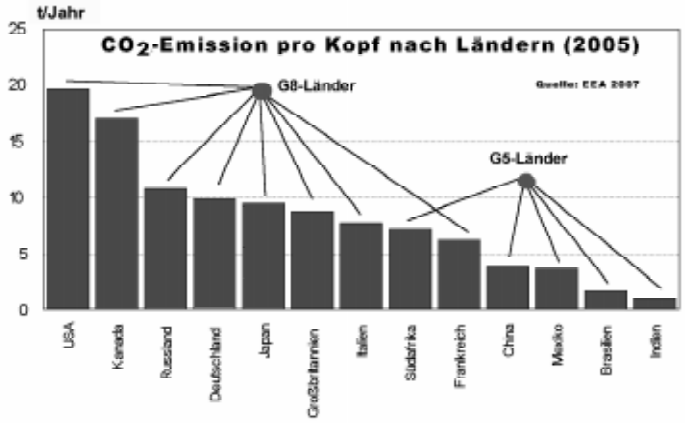


Abb. 25: Jährliche CO_2-Emission pro Kopf (t) für die G8-Industrieländer und G5-Schwellenländer. Aufgrund der großen Einwohnerzahl in den Schwellenländern sieht die Reihenfolge der Länder ganz anders aus.

MEHR KLIMASCHUTZ – WENIGER RISIKEN IN DER ZUKUNFT

Die dringende Aufforderung der Klimaforscher an die Weltgemeinschaft ist, ***sofort*** zu handeln, mit dem Ziel, den Ausstoß an Treibhausgasen schnellstmöglich zu mindern sowie die Entwaldung zu stoppen. Sie warnen davor, dass eine Erwärmung jenseits von 2 °C zu Klimaveränderungen in einem Ausmaß führen kann, welches in weiten Teilen der heute dicht besiedelten Welt die Möglichkeiten einer Anpassung übersteigt.

Nicholas Stern (der ehemalige Chefökonom der Weltbank) schreibt in seiner Studie für die britische Regierung im Jahr 2006, dass die direkten und indirekten Folgen des Klimawandels pro Jahr mindestens 5% des globalen Bruttoinlandsproduktes verschlingen – und sogar 20% nicht ausgeschlossen sind, sollte die Menschheit nichts gegen die Erderwärmung unternehmen. Dies könnte die Weltwirtschaft in die schwerste Rezession stürzen und Kosten von mehr als 9 Billionen Euro pro Jahr verursachen. Allerdings ließen sich durch Investitionen etwa in Technologien zur Reduktion des CO_2-Ausstoßes in Höhe von nur 1% des weltweiten Bruttoinlandsproduktes (470 Milliarden EUR) Jahr für Jahr die schlimmsten Auswirkungen des Wandels vermeiden. Damit können wir das Klima schützen und gleichzeitig auch wirtschaftlich wachsen. Das Erreichen dieser Ziele hängt vom politischen Willen der Entscheidungsträger ab, da entsprechende Technologien zum großen Teil vorliegen. Im Mittelpunkt bei der Umsetzung des notwendigen Klimaschutzes stehen die G13-Staaten (8 Industriestaaten sowie China, Brasilien, Indien, Südafrika und Mexiko), da sie ca. 70% der CO_2-Emissionen ausstoßen (s. *Abb. 24*).

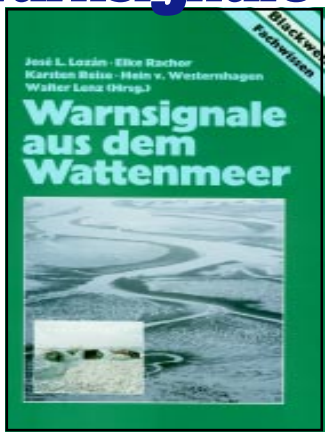
Es geht dabei um Etablierung von Instrumenten-/Technologien und die Lenkung von Finanzströmen, die erforderlich sind, die in den wichtigen Sektoren notwendigen Technologien unter adäquaten Rahmenbedingungen in den Markt zu bringen.

Eine Weiterentwicklung des Kioto-Protokoll für die Zeit nach 2012 muss gelingen

Buchreihe Warnsignale

Informationen und Bestellung • Tel. 040-4304038 Fax.040-54765097
JLLozan@t-online.de • www.Lozan.de • www1.uni-hamburg.de/Warnsignale

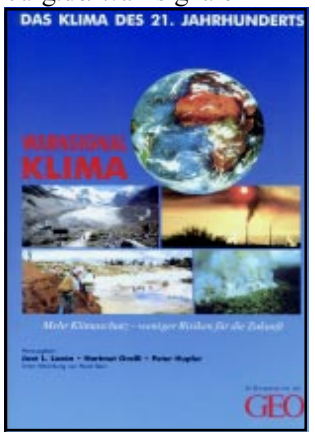
Warnsignale aus der Nordsee (1990): 428 S. 186 Abb., 54 Tab.
Hrsg.: J. L. Lozán • W. Lenz • E. Rachor
B. Watermann • H. v. Westernhagen



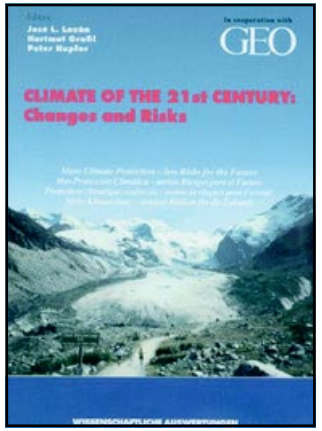
Warnsignale aus d. Wattenmeer (1994): 387 S. 205 Abb., 4 Tab. 4 Tafel
Hrsg.: J. L. Lozán • E. Rachor • K. Reise
H. v. Westernhagen • W. Lenz

Warnsignale aus der Ostsee (1996): 385 S. Abb., 47 Tab. u. 15 Tafel
Hrsg.: J. L. Lozán • R. Lampe • H. Rumohr
W. Matthäus• E. Rachor • H.v. Westernhagen

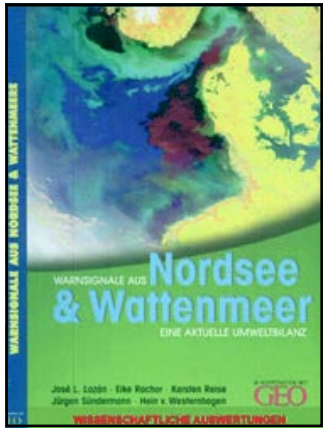
Warnsignale aus Flüssen und Ästuaren (1996): 398 S.
160 Abb., 60 Tab. u. 4 Tafel
Hrsg.: J. L. Lozán • H. Kausch



Warnsignal Klima – Das Klima des 21.Jahrhunderts (1998): 464 S. 195 Abb., 46 Tab. u. 10 Tafel
Hrsg: J. L. Lozán • H. Graßl • P. Hupfer



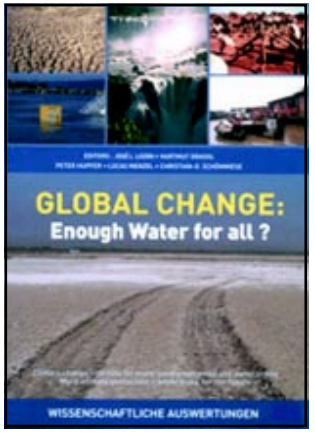
CLIMATE OF THE 21st CENTURY: Changes and Risks (2001): 448 S.
207 Abb., 66 Tab. u. 12 Tafel (Englisch)
Hrsg.: J. L. Lozán • H. Graßl • P. Hupfer



Warnsignale aus Nordsee & Wattenmeer (2003): 448 S.
251 Abb., 50 Tab. u. 8 Tafel
Hrsgs.: J. L. Lozán • E. Rachor • K. Reise
J. Sündermann • H. v. Westernhagen

Warnsignal Klima: Genug Wasser für alle? (2005)
400 S. 160 Abb., 71 Tab. u. 15 Tafel
Hrsgs.: J. L. Lozán • H. Graßl • P. Hupfer
L. Menzel • Ch.-D. Schönwiese

Warnsignale aus den Polarregionen (2006): 352 S.
218 Abb., 21 Tab. u. 7 Tafel
Hrsgs.: J. L. Lozán • H. Graßl • L. Karbe
H.-W.Hubberten • P.Hupfer • D.Piepenburg



GLOBAL CHANGE: Enough Water for all ? (2007)
384 S. 160 Abb., 71 Tab. u. 15 Tafel
Hrsgs.: J. L. Lozán • H. Graßl • P. Hupfer
L. Menzel • Ch.-D. Schönwiese

José L. Lozán • Hartmut Graßl • Gerd Jendritzky
Ludwig Karbe • Karsten Reise (Hrsg.)

Warnsignal Klima: Gesundheitsrisiken

Gefahren für Pflanzen, Tiere und Menschen

ISBN 978-39809668-4-9
(2008) 384 Seiten mit 192 Abbildungen • 37 Tabellen • 7 Tafeln • Broschiert • EUR 35,-

Trotz der Bemühungen, das Klima zu schützen, werden wir in diesem Jahrhundert in einem warmen Klima mit Temperaturwerten leben, die die Menschheit noch nicht erlebt hat. Die Konsequenzen für unsere Gesellschaft sowie für das Ökosystem Erde sind noch nicht in ihrer vollen Komplexität abschätzbar. Mit dem vorliegenden Buch wird versucht, das heutige Wissen über die Auswirkungen auf Pflanzen, Tiere und Menschen zusammenzufassen, in leicht verständlicher Form der Öffentlichkeit zugänglich zu machen und Anregungen zu geben, was getan werden muss.

Ein Beispiel für das Ausmaß potenzieller Effekte ist die hohe Zahl von mehr als 50.000 zusätzlichen Sterbefällen während der Hitzewellen im Sommer 2003 in Europa. Seit mehreren Jahren ist eine Ausbreitung von Krankheitsüberträgern wie Zecken zu beobachten und die durch diese übertragenen Krankheiten (Frühsommer-Meningoenzephalitis und Lyme-Borelliose) nehmen entsprechend zu.

In vielen Ländern der Welt nehmen Allergien zu. In Deutschland sind ca. 20–30% der Bevölkerung betroffen. Hauptursache ist der Gehalt der Luft an mehr, veränderten und neuen allergenen Pollen. Mögliche Gewinner des Klimawandels können einzelne Sparten der Landwirtschaft und des Tourismus in den gemäßigten nördlichen Breiten sein. Tropen-Krankheiten gewinnen auch in Europa an Bedeutung. Weltweit nimmt die Fläche der Malaria-Risikogebiete zu.

Der Klimawandel wird die regionale Verteilung und Häufigkeit von Pflanzen und Tieren ändern. Arten an der oberen Temperaturgrenze ihrer Verbreitungsgebiete werden am meisten leiden. In unseren Forsten gilt dies für die Fichte, für die es an vielen Standorten in Mitteleuropa schon jetzt zu warm ist.

José L. Lozán • Hartmut Kausch

Angewandte Statistik für Naturwissenschaftler

(2007) 304 S. mit 55 Abb. • 130 Beispielen • 43 Tab.
Broschiert • 34,-EUR • ISBN 978-3-9809668-3-2

Buchreihe Warnsignale

(www1.uni-hamburg.de/Warnsignale)

- **Warnsignal Klima: Gesundheitsrisiken** 384 S. • EUR 35,-* (2008) • J.L.Lozán / H.Graßl / G. Jendritzky / L. Karbe / K. Reise
- **Warnsignale aus den Polarregionen** 352 S. • EUR 35,-* (2006) • J.L.Lozán / H.Graßl / P.Hupfer / L.Karbe / D.Piepenburg
- **Warnsignal Klima: Genug Wasser für alle?** 400 S. • EUR35,-* (2005) • J.L.Lozán / H.Graßl / P.Hupfer
- **Warnsignale aus Nordsee & Wattenmeer** 448 S. • EUR25,-* (2003) • J.L.Lozán / K.Reise / J.Sündermann / H.v. Westernhagen
- **Warnsignal Klima (Climate of the 21st Century)** 448 S. • EUR 30,- (2001) •J.L.Lozán / H.Graßl / P.Hupfer

Direkte Bestellung: Büro: Wissenschaftliche Auswertungen
Imbekstieg 12 • D-22527 Hamburg • Tel. 040-4304038 • Fax 040-54765097 • JLLozan@t-online.de

*teilweise noch leicht beschädigte Exemplare vorhanden

WISSENSCHAFTLER INFORMIEREN DIREKT

Mit freundlicher Unterstützung von:

Bundesministerium
für Umwelt, Naturschutz
und Reaktorsicherheit

P I K
Potsdam-Institut für
Klimafolgenforschung

Max-Planck-Institut
für Meteorologie

WWF

@UE
Norddeutsche Stiftung
für Umwelt und Entwicklung

BEATRICE NOLTE STIFTUNG
FÜR NATUR- UND UMWELTSCHUTZ

BINGO! Die Umwelt Lotterie

Zentrum für Marine und Atmosphärische
Wissenschaften, Hamburg

UHH
Universität Hamburg

Warnsignal Klima: Gesundheitsrisiken
(2008) 384 S. 192 Abb., 37 Tab. und 7 Tafel
Hrsgs.: J. L. Lozán • H. Graßl • G. Jendritzky
L. Karbe • K. Reise

Buchreihe Warnsignale
Mehr Informationen auf Seite 19

Warnsignal Klima: Genug Wasser für alle?
(2005) 400 S. 160 Abb., 71 Tab. u. 15 Tafel
Hrsgs.: J. L. Lozán • H. Graßl • P. Hupfer
L. Menzel • Ch.-D. Schönwiese