



ipcc

ZWISCHENSTAATLICHER AUSSCHUSS FÜR Klimaänderungen

KLIMAÄNDERUNG 2014

Folgen, Anpassung und Verwundbarkeit

HÄUFIG GESTELLTE FRAGEN UND ANTWORTEN

WGII

BEITRAG DER ARBEITSGRUPPE II ZUM FÜNFTEN
SACHSTANDSBERICHT DES ZWISCHENSTAATLICHEN
AUSSCHUSSES FÜR KLIMAÄNDERUNGEN (IPCC)



WMO



UNEP

Klimaänderung 2014

Folgen, Anpassung und Verwundbarkeit

Häufig gestellte Fragen und Antworten

Aus dem Bericht der Arbeitsgruppe II des IPCC, dem das Plenum zugestimmt – nicht im Detail verabschiedet – hat.

Beitrag der Arbeitsgruppe II zum Fünften Sachstandsbericht des Zwischenstaatlichen Ausschusses für Klimaänderungen (IPCC)

Herausgegeben von

Christopher B. Field

Ko-Vorsitzender der Arbeitsgruppe II
Department of Global Ecology
Carnegie Institution for Science

Vicente R. Barros

Ko-Vorsitzender der Arbeitsgruppe II
Centro de Investigaciones del Mar y la Atmósfera
Universidad de Buenos Aires

David Jon Dokken

Exekutivdirektor

Katharine J. Mach

Wissenschaftliche Ko-Direktorin

Michael D. Mastrandrea

Wissenschaftlicher Ko-Direktor

T. Eren Bilir Monalisa Chatterjee Kristie L. Ebi Yuka Otsuki Estrada Robert C. Genova

Betelhem Girma Eric S. Kissel Andrew N. Levy Sandy MacCracken Patricia R. Mastrandrea Leslie L. White

Geschäftsstelle der Arbeitsgruppe II

Englisches Original

© 2014 Intergovernmental Panel on Climate Change

IPCC, 2014: *Frequently Asked Questions in Climate Change 2014: Impacts, Adaptation, and Vulnerability. Contribution of Working Group II to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change* [Field, C.B., V.R. Barros, D.J. Dokken, K.J. Mach, M.D. Mastrandrea, T.E. Bilir, M. Chatterjee, K.L. Ebi, Y.O. Estrada, R.C. Genova, B. Girma, E.S. Kissel, A.N. Levy, S. MacCracken, P.R. Mastrandrea, and L.L. White (eds.)]. Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA.

Herausgegeben von: Zwischenstaatlicher Ausschuss für Klimaänderungen (Intergovernmental Panel on Climate Change IPCC, WMO/UNEP)

Die englische Originalversion dieses Dokuments ist in elektronischer Form auf der IPCC-Webseite unter <http://ipcc.ch/report/ar5/> erhältlich. Die Druckversion ist bei Cambridge University Press erschienen und kann über den Buchhandel bezogen werden.

Titelfoto: Anpflanzen von Mangroven-Setzlingen in Funafala, Funafuti Atoll, Tuvalu. © David J. Wilson

Die verwendeten Bezeichnungen und die Darstellungen auf Karten implizieren keine wie auch immer geartete Meinung seitens des Zwischenstaatlichen Ausschusses für Klimaänderungen im Hinblick auf den Rechtsstatus irgendeines Landes, eines Gebietes, einer Stadt oder Gegend bzw. dessen/deren Behörden, oder im Hinblick auf deren Grenzen.

Deutsche Übersetzungen

Die vorliegende Übersetzung ist keine offizielle Übersetzung durch den IPCC. Sie wurde erstellt mit dem Ziel, die im Originaltext verwendete Sprache möglichst angemessen wiederzugeben.

Herausgeber: Deutsche IPCC-Koordinierungsstelle
DLR Projektträger, E-Mail: de-ipcc@dlr.de

Deutsches Klimakonsortium (DKK)
E-Mail: info@klima-konsortium.de



Übersetzung: A.C.T. Fachübersetzungen GmbH unter Mitarbeit von Marie-Luise Beck, Carola Best, Andreas Matzarakis, Anna Meister, Maïke Nicolai, Christiane Textor, Nina von der Thüsen und Max Waßenberg

Layout: CD Werbeagentur GmbH

Druckerei: M & E Druckhaus, Belm

Mitfinanzierung: Deutsches Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF)
Deutsches Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und nukleare Sicherheit (BMUB)

Zitiervorschrift: IPCC 2014: *Klimaänderung 2014: Folgen, Anpassung und Verwundbarkeit. Häufig gestellte Fragen und Antworten – Teil des Beitrags der Arbeitsgruppe II zum Fünften Sachstandsbericht des Zwischenstaatlichen Ausschusses für Klimaänderungen (IPCC)* [Field, C. B. , V. R. Barros, D. J. Dokken, K. J. Mach, M. D. Mastrandrea, T. E. Bilir, M. Chatterjee, K. L. Ebi, Y. O. Estrada, R. C. Genova, B. Girma, E. S. Kissel, A. N. Levy, S. MacCracken, P. R. Mastrandrea und L. L. White (Hrsg.)] Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA. Deutsche Übersetzung durch die Deutsche IPCC-Koordinierungsstelle und das Deutsche Klimakonsortium, Bonn, 2018.

Bezugsquellen für Übersetzungen

Deutsche Übersetzungen können von den Webseiten www.de-ipcc.de, www.proclim.ch und www.umweltbundesamt.at als PDF-Datei heruntergeladen werden. Kostenfreie Druckexemplare sind erhältlich:

- in Deutschland bei der Deutschen IPCC-Koordinierungsstelle, DLR Projektträger „Umwelt, Kultur, Nachhaltigkeit“, Heinrich-Konen-Str. 1, 53227 Bonn, Tel: +49 228 3821 1554, E-Mail: de-ipcc@dlr.de, www.de-ipcc.de
- in Österreich beim Umweltbundesamt, Spittelauer Lände 5, 1090 Wien, E-Mail: publikationen@umweltbundesamt.at, www.umweltbundesamt.at
- in der Schweiz bei ProClim – Forum for Climate and Global Change Swiss Academy of Sciences, Schwarztorstr. 9, 3007 Bern, Tel.: +41 31 328 23 26, E-Mail: urs.neu@scnat.ch, www.proclim.ch

Als Gremium der Vereinten Nationen veröffentlicht der IPCC seine Berichte in den sechs offiziellen VN-Sprachen (Arabisch, Chinesisch, Englisch, Französisch, Russisch, Spanisch). Versionen in diesen Sprachen stehen auf www.ipcc.ch zum Herunterladen zur Verfügung. Weitere Informationen erteilt das IPCC-Sekretariat (Adresse: 7bis Avenue de la Paix, C.P. 2300, 1211 Geneva 2, Schweiz; E-Mail: ipcc-sec@wmo.int).

ISBN 978-3-89100-049-6

Häufig gestellte Fragen und Antworten (FAQ)

FAQ

Häufig gestellte Fragen und Antworten (FAQ)

Inhalt

Übergeordnete häufig gestellte Fragen (FAQ) zum Beitrag von Arbeitsgruppe II zum Fünften Sachstandsbericht

FAQ 1	Sind die Risiken des Klimawandels eher auf Änderungen von Extremereignissen, auf Änderungen des durchschnittlichen Klimas oder auf beides zurückzuführen?....	10
FAQ 2	Inwieweit können wir Aussagen darüber treffen, wie unsere Gesellschaft in Zukunft aussehen wird, um für die Folgen des Klimawandels vorzusorgen?	10
FAQ 3	Warum ist der Klimawandel eine besonders große Herausforderung für das Risikomanagement?.....	11
FAQ 4	Welche Zeitrahmen bestehen für Minderungs- und Anpassungsvorteile?	11
FAQ 5	Kann die Wissenschaft Grenzwerte identifizieren, jenseits derer der Klimawandel gefährlich ist?.....	12
FAQ 6	Sehen wir Folgen des jüngsten Klimawandels?.....	12
FAQ 7	Sind die zukünftigen Folgen des Klimawandels nur negativ? Gibt es möglicherweise auch positive Folgen?	12
FAQ 8	Welche Gesellschaften sind gegenüber den Folgen des Klimawandels am verwundbarsten?.....	12
FAQ 9	Verursacht der Klimawandel gewaltsame Konflikte?	13
FAQ 10	Wie hängen Anpassung, Minderung und nachhaltige Entwicklung zusammen?.....	13
FAQ 11	Warum ist es schwierig, sich der Rolle des Klimawandels bei beobachteten Folgen für Menschen und Ökosysteme sicher zu sein?	13

Häufig gestellte Fragen (FAQ) aus den einzelnen Kapiteln des Beitrags von Arbeitsgruppe II

Teil A:	Globale und sektorale Aspekte	
	Kontext für den AR5	
Kapitel 1:	Ausgangspunkt	
FAQ 1.1	Auf welchen Informationen beruht der neue Sachstandsbericht, und wie haben sich die Informationen seit dem letzten Bericht, dem Vierten Sachstandsbericht des IPCC aus dem Jahr 2007, verändert?.....	14
FAQ 1.2	Wie wird der Stand von wissenschaftlichem Verständnis und Unsicherheit in diesem Sachstandsbericht kommuniziert?	14
FAQ 1.3	Wie hat sich unser Verständnis der Schnittstelle zwischen menschlichen, natürlichen und klimatischen Systemen seit dem IPCC-Sachstandsbericht 2007 erweitert?	14
Kapitel 2:	Grundlagen der Entscheidungsfindung	
FAQ 2.1	Was macht eine gute Entscheidung (zum Klima) aus?	15
FAQ 2.2	Was ist die beste Methode zur Entscheidungsfindung beziehungsweise zur Bewertung von Anpassung im Hinblick auf den Klimawandel?	15
FAQ 2.3	Unterscheidet sich die Entscheidungsfindung im Hinblick auf den Klimawandel von anderen Entscheidungsfindungsprozessen?	16

Natürliche und bewirtschaftete Ressourcen und Systeme sowie deren Nutzung

Kapitel 3: Süßwasserressourcen

FAQ 3.1 Wie wird sich der Klimawandel auf die Häufigkeit und Schwere von Überschwemmungen und Dürren auswirken? 16

FAQ 3.2 Wie wird die Verfügbarkeit von Wasserressourcen durch den Klimawandel beeinträchtigt werden? 17

FAQ 3.3 Wie sollte das Wassermanagement angesichts des Klimawandels verändert werden? 17

FAQ 3.4 Bringt der Klimawandel nur schlechte Nachrichten bezüglich der Wasserressourcen mit sich? 17

Kapitel 4: Wassersysteme an Land

FAQ 4.1 Wie führen Änderungen der Landnutzung und Landbedeckung zu Klimaänderungen? 18

FAQ 4.2 Welche nicht mit dem Treibhauseffekt verbundenen Auswirkungen hat steigendes Kohlendioxid auf Ökosysteme? 18

FAQ 4.3 Wird die Anzahl von invasiven gebietsfremden Arten infolge des Klimawandels steigen? 18

FAQ 4.4 Wie trägt der Klimawandel zum Artensterben bei? 18

FAQ 4.5 Warum spielt es eine Rolle, ob Ökosysteme durch den Klimawandel verändert werden? 19

FAQ 4.6 Können Ökosysteme so bewirtschaftet werden, dass ihnen und den Menschen bei der Anpassung an den Klimawandel geholfen wird? 19

FAQ 4.7 Welche wirtschaftlichen Kosten sind mit Ökosystemänderungen aufgrund des Klimawandels verbunden? 19

Kapitel 5: Küstensysteme und niedrig gelegene Gebiete

FAQ 5.1 Wie wirkt sich der Klimawandel auf marine Küstenökosysteme aus? 20

FAQ 5.2 Wie beeinflusst der Klimawandel Küstenerosion? 20

FAQ 5.3 Wie können sich Küstengemeinden auf die Folgen des Klimawandels vorbereiten und daran anpassen, insbesondere an den Meeresspiegelanstieg? 20

Kapitel 6: Ozeansysteme

FAQ 6.1 Warum sind Klimafolgen für Meere und deren Ökosysteme so bedeutsam? 21

FAQ 6.2 Was unterscheidet die Auswirkungen des Klimawandels auf die Meere von denen auf das Land, und können wir die Konsequenzen vorhersagen? 21

FAQ 6.3 Warum werden manche Meeresorganismen durch die Ozeanversauerung beeinträchtigt? 22

FAQ 6.4 Welche Änderungen von marinen Ökosystemen sind aufgrund des Klimawandels wahrscheinlich? 23

Kapitel 7: Ernährungssicherheit und Nahrungsmittelproduktionssysteme

FAQ 7.1 Welche Faktoren bestimmen die Ernährungssicherheit? Und führt eine geringe Nahrungsmittelproduktion zwangsweise zu Ernährungsunsicherheit? 24

FAQ 7.2 Wie könnte der Klimawandel mit Veränderungen der Fischbestände und der Ozeanversauerung wechselwirken? 24

FAQ 7.3 Wie könnten Anpassungsmaßnahmen die Ernährungssicherheit und die Ernährung verbessern? 24

Siedlungen, Industrie und Infrastruktur

Kapitel 8: Städtische Gebiete

FAQ 8.1 Liefern Erfahrungen mit Katastrophenvorsorge in städtischen Gebieten nützliche Lehren für die Anpassung an den Klimawandel? 25

FAQ 8.2 Passen sich Städte, wenn sie sich wirtschaftlich entwickeln, besser an den Klimawandel an? 25

FAQ 8.3 Verursacht der Klimawandel Probleme in Städten, indem er die Landflucht verstärkt? 25

FAQ 8.4 Sollten städtische Anpassungspläne nicht warten, bis größere Sicherheit bezüglich der lokalen Folgen des Klimawandels besteht? 26

Kapitel 9: Ländliche Gebiete

FAQ 9.1 Was ist in Bezug auf die Folgen des Klimawandels, auf Verwundbarkeit und auf Anpassung charakteristisch für ländliche Gebiete? 26

FAQ 9.2 Was werden in den ländlichen Gebieten der Welt die bedeutendsten Folgen des Klimawandels sein? 26

FAQ 9.3 Wie wird sich die Landbevölkerung hauptsächlich an den Klimawandel anpassen? ... 27

Kapitel 10: Wirtschaftliche Schlüsselsektoren und Dienstleistungen

FAQ 10.1 Warum sind bedeutende Wirtschaftssektoren anfällig für den Klimawandel? 27

FAQ 10.2 Wie wirkt sich der Klimawandel auf Versicherungen und Finanzdienstleistungen aus? ... 27

FAQ 10.3 Sind auch andere Wirtschaftssektoren anfällig gegenüber dem Klimawandel? 28

Gesundheit, Wohlergehen und Sicherheit des Menschen

Kapitel 11: Gesundheit: Folgen, Anpassung und positive Nebeneffekte

FAQ 11.1 Wie wirkt sich der Klimawandel auf die menschliche Gesundheit aus? 28

FAQ 11.2 Wird der Klimawandel gesundheitliche Vorteile mit sich bringen? 28

FAQ 11.3 Wen betrifft der Klimawandel am stärksten? 28

FAQ 11.4 Welche Anpassungsstrategie ist am wichtigsten, um die gesundheitlichen Folgen des Klimawandels zu verringern? 28

FAQ 11.5 Welche „positiven Nebeneffekte“ für die Gesundheit haben Minderungsmaßnahmen zum Klimawandel? 29

Kapitel 12: Menschliche Sicherheit

FAQ 12.1 Was sind die bedeutendsten Bedrohungen der menschlichen Sicherheit durch den Klimawandel? 29

FAQ 12.2 Kann Laienwissen über Umweltrisiken bei der Anpassung an den Klimawandel helfen? 29

FAQ 12.3 Wie viele Menschen könnten infolge des Klimawandels vertrieben werden? 30

FAQ 12.4 Welche Rolle spielt Migration in der Anpassung an den Klimawandel, insbesondere in verwundbaren Regionen? 30

FAQ 12.5 Wird der Klimawandel Krieg zwischen Ländern verursachen? 30

Kapitel 13: Existenzgrundlagen und Armut

- FAQ 13.1 Was sind multiple Stressfaktoren, und wie überschneiden sie sich mit Ungleichheiten und beeinflussen so den Entwicklungsverlauf von Existenzgrundlagen?..... 30
- FAQ 13.2 Welche Bedeutung für Armut haben klimawandelbedingte Folgen im Vergleich zu anderen Armutstreibern?..... 31
- FAQ 13.3 Gibt es für arme Menschen unbeabsichtigte negative Konsequenzen von politischen Strategien zum Klimawandel? 31

Anpassung

Kapitel 14: Anpassungsbedarfe und -möglichkeiten

- FAQ 14.1 Warum sind die genauen Definitionen hinsichtlich von Anpassungsaktivitäten von Bedeutung? 32

Kapitel 15: Anpassungsplanung und -umsetzung

- FAQ 15.1 Wie ist der derzeitige Stand der Planung und Umsetzung von Anpassung an den Klimawandel weltweit? 32
- FAQ 15.2 Welche Arten von Ansätzen werden in der Anpassungsplanung und -umsetzung verwendet? 33

Kapitel 16: Anpassungsmöglichkeiten, -einschränkungen und -grenzen

- FAQ 16.1 Was ist der Unterschied zwischen Anpassungsbarriere, -einschränkung, -hindernis und -grenze? 34
- FAQ 16.2 Welche Möglichkeiten stehen zur Verfügung, um Anpassung zu erleichtern?..... 34
- FAQ 16.3 Welchen Einfluss hat Treibhausgasminderung auf das Risiko, Anpassungsgrenzen zu überschreiten? 34

Kapitel 17: Ökonomie der Anpassung

- FAQ 17.1 Können die Wirtschaftswissenschaften angesichts der signifikanten Unsicherheit bezüglich der Folgen von Anpassungsmaßnahmen viel zu einer Entscheidungsfindung in diesem Bereich beitragen? 35
- FAQ 17.2 Könnten ökonomische Ansätze Anpassungspolitik und -entscheidungen entgegen den Interessen von Armen, von verwundbaren Bevölkerungsgruppen beziehungsweise von Ökosystemen beeinflussen? 35
- FAQ 17.3 Auf welche Weisen können wirtschaftliche Instrumente die Anpassung an den Klimawandel in Industrie- und Entwicklungsländern erleichtern? 36

Multisektorale Folgen, Risiken, Verwundbarkeiten und Chancen

Kapitel 18: Erkennung und Zuordnung beobachteter Folgen

- FAQ 18.1 Warum sind Erkennung und Zuordnung klimabedingter Folgen so wichtig? 37
- FAQ 18.2 Warum ist es wichtig, die Folgen aller Aspekte des Klimawandels zu bewerten und nicht nur die Folgen des anthropogenen Klimawandels?..... 37
- FAQ 18.3 Was sind die größten Herausforderungen bei der Erkennung von Folgen des Klimawandels?..... 37
- FAQ 18.4 Was sind die Hauptprobleme bei der Zuordnung von Änderungen eines Systems zum Klimawandel?..... 37
- FAQ 18.5 Kann ein einzelnes Ereignis, z. B. der Ausbruch einer Krankheit oder das Aussterben einer Art, dem Klimawandel zugeordnet werden?..... 38

Kapitel 19: Neu auftretende Risiken und Schlüsselverwundbarkeiten	
FAQ 19.1	Liefert die Wissenschaft eine Antwort auf die Frage, wie viel Erwärmung inakzeptabel ist? 38
FAQ 19.2	Wie interagiert der Klimawandel mit bereits bestehenden Risiken, und wie verstärkt er sie? 38
FAQ 19.3	Wie können Folgen des Klimawandels in einer Region Folgen für andere, weiter entfernte Gebiete verursachen? 39
Kapitel 20: Klimaresiliente Pfade: Anpassung, Minderung und nachhaltige Entwicklung	
FAQ 20.1	Was ist ein klimaresilienter Entwicklungspfad? 39
FAQ 20.2	Was ist mit „transformativem Wandel“ gemeint? 39
FAQ 20.3	Warum sind klimaresiliente Pfade notwendig für eine nachhaltige Entwicklung?..... 40
FAQ 20.4	Gibt es Dinge, die wir jetzt schon tun können, um klimaresiliente Entwicklungspfade einzuschlagen? 4

Teil B: Regionale Aspekte	
Kapitel 21: Regionaler Kontext	
FAQ 21.1	Wie reiht sich dieser Bericht hinsichtlich des Informationswertes für regionale Anpassung in die vorangegangenen Sachstandsberichte ein? 40
FAQ 21.2	Haben lokale und regionale Folgen des Klimawandels Auswirkungen in anderen Teilen der Welt? 41
FAQ 21.3	Welche regionalen Informationen sollte ich für das Klimarisikomanagement über einen Zeithorizont von 20 Jahren berücksichtigen? 41
FAQ 21.4	Ist die Klimaprojektion mit der höchsten Auflösung am besten für Folgenabschätzungen (<i>impact assessments</i>) geeignet? 42
Kapitel 22: Afrika	
FAQ 22.1	Wie kann sich der Klimawandel auf die Ernährungssicherheit in Afrika auswirken?..... 43
FAQ 22.2	Welche Rolle spielt der Klimawandel bezüglich gewaltsamer Konflikte in Afrika? 43
Kapitel 23: Europa	
FAQ 23.1	Werde ich in Europa weiterhin an der Küste leben können? 43
FAQ 23.2	Wird der Klimawandel neue Infektionskrankheiten nach Europa bringen? 44
FAQ 23.3	Wird Europa aufgrund des Klimawandels mehr Nahrungsmittel importieren müssen? 44

Kapitel 24: Asien		Kapitel 28: Polarregionen	
FAQ 24.1	Welche Folgen wird der zukünftige Klimawandel laut Projektionen für die Trinkwasserressourcen in Asien haben? 44	FAQ 28.1	Welche sozioökonomischen Nettofolgen wird der Wandel in den Polarregionen haben? 52
FAQ 24.2	Wie wird sich der Klimawandel auf die Nahrungsmittelproduktion und die Ernährungssicherheit in Asien auswirken?... 44	FAQ 28.2	Warum sind Meereisänderungen für die Polarregionen so bedeutend?..... 53
FAQ 24.3	Wer ist durch den Klimawandel in Asien am stärksten gefährdet? 45		
		Kapitel 29: Kleine Inseln	
Kapitel 25: Australasien		FAQ 29.1	Warum ist es schwierig, Änderungen auf kleinen Inseln zu erkennen und dem Klimawandel zuzuordnen?..... 53
FAQ 25.1	Wie können wir uns an den Klimawandel anpassen, wenn die projizierten künftigen Änderungen unsicher bleiben? 45	FAQ 29.2	Warum sind die Kosten für Anpassung an den Klimawandel auf kleinen Inseln so hoch? 54
FAQ 25.2	Welche Schlüsselrisiken birgt der Klimawandel für Australien und Neuseeland? 47	FAQ 29.3	Ist es zweckmäßig, Anpassungs- und Minderungsstrategien zwischen und innerhalb von kleinen Inselstaaten und -regionen zu übertragen? 54
Kapitel 26: Nordamerika		Kapitel 30: Die Ozeane	
FAQ 26.1	Welche Folgen haben klimatische Stressfaktoren derzeit in Nordamerika? ... 45	FAQ 30.1	Können wir die Folgen des Klimawandels für die Ozeane umkehren? 54
FAQ 26.2	Kann Anpassung die negativen Folgen von klimatischen Stressfaktoren in Nordamerika verringern? 50	FAQ 30.2	Bedeutet eine langsamere Erwärmung der Ozeane weniger Folgen für Pflanzen und Tiere? 55
		FAQ 30.3	Wie wird sich die marine Primärproduktivität mit der Ozeanerwärmung und -versauerung verändern?..... 55
Kapitel 27: Mittel- und Südamerika		FAQ 30.4	Wird der Klimawandel die Anzahl der „Todeszonen“ in den Ozeanen erhöhen? 55
FAQ 27.1	Welche Folgen hat der Gletscherrückgang für natürliche und menschliche Systeme in den tropischen Anden? 50	FAQ 30.5	Wie können wir nicht-klimatische Faktoren nutzen, um die Folgen des Klimawandels für die Ozeane zu in den Griff zu bekommen? ... 56
FAQ 27.2	Kann man Zahlungen für Ökosystemdienstleistungen als ein effektives Mittel zur Unterstützung lokaler Gemeinden bei der Anpassung an den Klimawandel nutzen?... 50		
FAQ 27.3	Gibt es neu oder wieder auftretende Krankheiten infolge von Klimavariabilität und wandel in der Region?..... 52	Anhang	
		Akronyme, chemische Symbole und wissenschaftliche Einheiten A-2	

Übergeordnete häufig gestellte Fragen (FAQ) zum Beitrag von Arbeitsgruppe II zum Fünften Sachstandsbericht

Diese häufig gestellten Fragen (Frequently Asked Questions, FAQ) stellen einen Einstieg in den Ansatz und die wissenschaftlichen Ergebnisse des Beitrages der Arbeitsgruppe II zum Fünften Sachstandsbericht (AR5) dar. Eine Zusammenfassung der wissenschaftlichen Ergebnisse finden Sie in der Zusammenfassung für politische Entscheidungsträger (Summary for Policymakers, SPM) und der Technischen Zusammenfassung (Technical Summary, TS). Diese FAQ in klarer und zugänglicher Sprache geben keine formelle Bewertung des Unsicherheitsgrades von Schlussfolgerungen wieder und beinhalten nicht die in der Zusammenfassung für politische Entscheidungsträger, der technischen Zusammenfassung und den zugrunde liegenden Kapiteln verwendete kalibrierte Kennzeichnung von Unsicherheiten. Die Quellenangaben zu den relevanten Bewertungen im Bericht sind durch Kapitelnummern in eckigen Klammern angegeben.

FAQ 1

Sind die Risiken des Klimawandels eher auf Änderungen von Extremereignissen, auf Änderungen des durchschnittlichen Klimas oder auf beides zurückzuführen?

[Kapitel 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 18, 19, 22, 23, 24, 25, 26, 27, 28, 29, 30; TS]

Menschen und Ökosysteme in der ganzen Welt erfahren Klima auf sehr unterschiedliche Weise, Wetter- und Klimaextreme haben jedoch einen starken Einfluss auf Verluste und Störungen. Die durchschnittlichen Klimabedingungen sind wichtig. Sie stellen einen Ausgangspunkt für das Verständnis darüber dar, was wo wächst, und ermöglichen informierte Entscheidungen über Touristenziele, sonstige Geschäftsmöglichkeiten und über den Anbau von Nutzpflanzen. Die Folgen einer Änderung der Durchschnittsbedingungen treten jedoch häufig infolge von Änderungen der Häufigkeit, Intensität oder Dauer extremer Wetter- und Klimaereignisse auf. Es sind die Extreme, die Systeme, die nicht über genügend Mittel zu deren Bewältigung verfügen, vor übermäßige und häufig unerwartete Herausforderungen stellen. So führt Nässe beispielsweise zu Überschwemmungen, wenn Abflüsse und andere Infrastrukturen zur Ableitung von überschüssigem Wasser überlastet sind. Gebäude halten nicht stand, wenn Windgeschwindigkeiten die Baustandards überschreiten. Für viele Arten der Störungen, von der durch Dürre verursachten Missernte bis zu Krankheit und Tod aufgrund von Hitzewellen, liegen die Hauptrisiken in den Extremen, wobei geänderte Durchschnittsbedingungen für ein Klima mit verändertem zeitlichen Auftreten, veränderter Intensität und veränderter Art von Extremen stehen.

FAQ 2

Inwieweit können wir Aussagen darüber treffen, wie unsere Gesellschaft in Zukunft aussehen wird, um für die Folgen des Klimawandels vorzusorgen?

[Kapitel 1, 2, 14, 15, 16, 17, 20 und 21; TS]

Übergeordnete Merkmale von Gesellschaften und Wirtschaftssystemen, wie Bevölkerungsgröße, wirtschaftliche Aktivität und Landnutzung, sind hochdynamisch. In nur ein oder zwei Jahrzehnten – und manchmal sogar in kürzerer Zeit – können technologische Revolutionen, politische Bewegungen oder einzelne Ereignisse den Verlauf der Geschichte in unvorhersehbarer Weise prägen. Um die potenziellen Folgen des Klimawandels für Gesellschaften und Ökosysteme zu verstehen, verwenden Wissenschaftler Szenarien, um die Auswirkungen einer Bandbreite an möglichen zukünftigen Entwicklungen zu erforschen. Szenarien sind keine Voraussagen darüber, was passieren wird, aber sie können hilfreiche Instrumente für die Erforschung einer Vielzahl von „Was wäre wenn“-Fragen darüber sein, wie die Welt in Zukunft aussehen könnte. Sie können verwendet werden, um zukünftige Emissionen von Treibhausgasen und den Klimawandel zu untersuchen. Sie können auch dafür verwendet werden, die Art und Weise zu erforschen, in der klimawandelbedingte Folgen von gesellschaftlichen Änderungen, wie Wirtschafts- oder Bevölkerungswachstum oder Fortschritten bei der Bekämpfung von Krankheiten, abhängen. Szenarien möglicher Entscheidungen und politischer Maßnahmen können verwendet werden, um den Lösungsraum zur Verringerung von Treibhausgasemissionen und die Vorbereitung auf ein sich änderndes Klima zu erforschen. Die Szenarioanalyse schafft eine Grundlage für das Verständnis der Risiken des Klimawandels, denen Menschen, Ökosysteme und Wirtschaftssysteme in einer Bandbreite an möglichen Zukünften ausgesetzt sind. Sie bietet wichtige Instrumente für eine kluge Entscheidungsfindung, wenn sowohl Unsicherheiten als auch Konsequenzen groß sind.

FAQ 3**Warum ist der Klimawandel eine besonders große Herausforderung für das Risikomanagement?****[Kapitel 1, 2, 16, 17, 19, 20, 21 und 25; TS]**

Risikomanagement ist leichter für Nationen, Unternehmen und sogar den Einzelnen, wenn die Wahrscheinlichkeit und die Folgen möglicher Ereignisse ohne weiteres verstanden werden. Risikomanagement wird deutlich schwieriger, wenn der Einsatz höher beziehungsweise die Unsicherheit größer ist. Wie der Beitrag von Arbeitsgruppe II zum Fünften Sachstandsbericht zeigt, wissen wir eine ganze Menge über die Folgen des Klimawandels, die bereits aufgetreten sind, und wir verstehen eine Menge über die erwarteten Folgen in der Zukunft. Viele Unsicherheiten verbleiben jedoch und werden weiterhin bestehen. Insbesondere sind zukünftige Treibhausgasemissionen von noch nicht erfolgten gesellschaftlichen Entscheidungen, politischen Maßnahmen und technologischen Weiterentwicklungen abhängig, und die Folgen des Klimawandels hängen sowohl von dem Ausmaß, in dem dieser auftritt, als auch von der Wirksamkeit der Entwicklung bei der Verringerung von Exposition und Verwundbarkeit ab. Die wahre Herausforderung bei einer wirksamen Bekämpfung des Klimawandels liegt darin, den Wert kluger und rechtzeitiger Entscheidungen in einem Umfeld zu erkennen, in dem vollständiges Wissen unmöglich ist. Das ist das Wesentliche am Risikomanagement.

FAQ 4**Welche Zeitrahmen bestehen für Minderungs- und Anpassungsvorteile?****[Kapitel 1, 2, 16, 19, 20 und 21; TS]**

Anpassung kann die Schäden unvermeidbarer Folgen verringern. Wie im AR5-Bericht von Arbeitsgruppe III zusammengefasst, können Minderungsstrategien das Ausmaß des auftretenden Klimawandels verringern. Die Folgen von Minderungsinvestitionen zeigen sich jedoch im Laufe der Zeit. Die Beschränkungen durch bestehende Infrastrukturen, der begrenzte Einsatz vieler sauberer Technologien und das berechtigtere Streben nach wirtschaftlichem Wachstum überall in der Welt neigen allesamt dazu, die Abkehr von etablierten Trends bei Treibhausgasemissionen zu verlangsamen.

Im Verlauf der nächsten Jahrzehnte wird der Klimawandel, den wir erleben, primär von der Kombination vergangener Handlungen und derzeitiger Trends bestimmt. Die nahe Zukunft ist daher ein Zeitalter, in

dem eine kurzfristige Risikominderung aus der Anpassung an die bereits stattfindenden Veränderungen resultiert. Sowohl kurz- als auch langfristige Minderungsinvestitionen haben jedoch einen beträchtlichen Einfluss auf das Ausmaß des Klimawandels in den letzten Jahrzehnten des Jahrhunderts, was die zweite Hälfte des 21. Jahrhunderts und die Zeit darüber hinaus zu einem Zeitalter der Klimaoptionen macht. Anpassung wird während des Zeitalters der Klimaoptionen immer noch von Bedeutung sein, jedoch mit Möglichkeiten und Bedürfnissen, die sowohl kurz- als auch langfristig von vielen Aspekten des Klimawandels und der Entwicklungspolitik abhängen werden.

FAQ 5**Kann die Wissenschaft Grenzwerte identifizieren, jenseits derer der Klimawandel gefährlich ist?****[Kapitel 1, 2, 4, 5, 6, 16, 17, 18, 19, 20 und 25; TS]**

Aktivitäten des Menschen verändern das Klima. Die Folgen des Klimawandels sind bereits weit verbreitet und folgenschwer. Während die Wissenschaft die Risiken des Klimawandels in technischer Hinsicht basierend auf der Wahrscheinlichkeit, dem Ausmaß und der Art der potenziellen Folgen des Klimawandels quantifizieren kann, ist eine Bestimmung dessen, was gefährlich ist, letztlich eine auf Werten und Zielen beruhende Beurteilung. So bewertet der Einzelne die Gegenwart gegenüber der Zukunft jeweils unterschiedlich und bemisst die Bedeutung von Werten wie biologische Vielfalt, Kultur und Ästhetik anhand persönlicher Weltanschauungen. Werte beeinflussen auch die Beurteilung der relativen Bedeutung des Weltwirtschaftswachstums gegenüber der Sicherstellung des Wohlergehens der Verwundbarsten unter uns. Eine Wertung der Gefährlichkeit kann von dem Ausmaß abhängig sein, in welchem die eigene Existenzgrundlage, Gemeinde und Familie unmittelbar dem Klimawandel ausgesetzt und gegenüber diesem verwundbar ist. Eine durch den Klimawandel vertriebene Person oder Gemeinde mag diese spezifische Folge berechtigterweise als gefährlich erachten, obwohl eine solche Einzelfolge die globale Schwelle zur Gefährlichkeit vielleicht gar nicht überschreitet. Die wissenschaftliche Bewertung des Risikos kann ein wichtiger Ausgangspunkt für solche Werturteile hinsichtlich der Gefahr des Klimawandels sein.

FAQ 6 Sehen wir Folgen des jüngsten Klimawandels?

[Kapitel 3, 4, 5, 6, 7, 11, 13, 18, 22, 23, 24, 25, 26, 27, 28, 29 und 30; SPM]

Ja, es gibt starke Belege für Folgen des jüngst beobachteten Klimawandels für physikalische, biologische und menschliche Systeme. Viele Regionen haben Erwärmungstrends und häufigere Hitzeextreme erfahren. Steigende Temperaturen werden mit einer abnehmenden Schneemasse in Verbindung gebracht, und viele Ökosysteme erfahren klimabedingte Verschiebungen der Aktivität, Bandbreite oder des Bestands der in ihnen lebenden Arten. Die Ozeane zeigen ebenfalls Veränderungen von physikalischen und chemischen Eigenschaften, die wiederum küstennahe und marine Ökosysteme wie Korallenriffe und andere Meeresorganismen wie Weichtiere, Krustentiere, Fische und Zooplankton beeinflussen. Pflanzenanbau und Fischereibestände sind empfindlich gegenüber Temperaturänderungen. Die Folgen des Klimawandels führen zu Verschiebungen von Ernteerträgen, zu einem Rückgang der Erträge insgesamt, sowie manchmal auch zu einem Anstieg der Erträge in gemäßigten und hohen Breiten. Das Fangpotenzial von Fischereien steigt in einigen Regionen, während es in anderen abnimmt. Einige indigene Gemeinschaften ändern saisonale Migrations- und Jagdmuster, um sich den Temperaturänderungen anzupassen.

FAQ 7 Sind die zukünftigen Folgen des Klimawandels nur negativ? Gibt es möglicherweise auch positive Folgen?

[Kapitel 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 19, 22, 23, 24, 25, 26, 27 und 30]

Insgesamt zeigt der Bericht viel mehr negative als positive Folgen auf, die für die Zukunft projiziert werden, insbesondere bei großem Ausmaß und hoher Geschwindigkeit des Klimawandels. Der Klimawandel wird jedoch für die Menschen in der ganzen Welt unterschiedliche Folgen haben, und diese Folgen werden nicht nur nach Region, sondern auch über die Zeit schwanken, abhängig von der Geschwindigkeit und dem Ausmaß des Klimawandels. So werden zum Beispiel viele Länder wachsenden Herausforderungen hinsichtlich der wirtschaftlichen Entwicklung, gestiegenen Risiken durch bestimmte Krankheiten oder zerstörten Ökosysteme gegenüberstehen, einige Länder werden jedoch wahrscheinlich mehr Möglichkeiten zur wirtschaftlichen Entwicklung, ein vermindertes Auftreten bestimmter Krankheiten oder ausgedehntere Bereiche produktiver Flächen haben. Ver-

änderungen der Ernteerträge werden je nach geografischer Lage und Breitengrad schwanken. Die Muster potenzieller Fischfänge verändern sich ebenfalls weltweit, mit sowohl positiven als auch negativen Folgen. Die Verfügbarkeit von Ressourcen wie Nutzwasser wird ebenfalls von sich ändernden Niederschlagsraten abhängen, wobei die Verfügbarkeit in vielen Gegenden abnehmen, in einigen Regionen, wie den hohen Breiten und feuchten Tropen, jedoch möglicherweise die Abfluss- und Grundwassererneuerung zunehmen wird.

FAQ 8 Welche Gesellschaften sind gegenüber den Folgen des Klimawandels am verwundbarsten?

[Kapitel 8, 9, 12, 13, 19, 22, 23, 26, 27, 29 und Kasten CC-GC]

Jede Gesellschaft ist gegenüber den Folgen des Klimawandels verwundbar, die Art der Verwundbarkeit verändert sich jedoch mit der Zeit je nach Region und Gesellschaft und ist abhängig von individuellen sozioökonomischen und anderen Bedingungen. Ärmere Gesellschaften sind eher verwundbar gegenüber Krankheiten und Tod, während in wohlhabenderen Gesellschaften üblicherweise mehr Wirtschaftsgüter auf dem Spiel stehen. Regionen, die von Gewalt oder Regierungsversagen betroffen sind, können besonders verwundbar gegenüber den Folgen des Klimawandels sein. Herausforderungen für die Entwicklung wie mangelnde Gleichstellung der Geschlechter und ein niedriger Bildungsstand sowie andere Unterschiede zwischen Gemeinden im Hinblick auf Alter, Abstammung und ethnische Herkunft, sozioökonomischen Status und Regierungsführung können die Verwundbarkeit gegenüber Folgen des Klimawandels in komplexer Weise beeinflussen.

FAQ 9 Verursacht der Klimawandel gewaltsame Konflikte?

[Kapitel 12, 19]

Einige Faktoren, die das Risiko für gewaltsame Konflikte und Bürgerkriege erhöhen, reagieren empfindlich auf den Klimawandel. So gibt es beispielsweise zunehmend Belege dafür, dass Faktoren wie ein geringes Pro-Kopf-Einkommen, wirtschaftlicher Abschwung und inkonsistente staatliche Institutionen mit dem Ausbruch von Bürgerkriegen in Zusammenhang stehen und scheinbar auch vom Klimawandel beeinflusst werden können. Klimaschutzmaßnahmen, insbesondere jene, die mit veränderten Rechten

an Ressourcen verbunden sind, können ebenfalls das Risiko für gewaltsame Konflikte erhöhen. Obwohl statistische Studien eine Beziehung zwischen Klimavariabilität und Konflikten dokumentieren, besteht weiterhin erhebliche Uneinigkeit darüber, ob der Klimawandel unmittelbar gewaltsame Konflikte verursacht.

FAQ 10 **Wie hängen Anpassung, Minderung und nachhaltige Entwicklung zusammen?**

[Kapitel 1, 2, 8, 9, 10, 11, 13, 17, 20, 22, 23, 24, 25, 26, 27 und 29]

Minderung hat das Potenzial, Folgen des Klimawandels zu verringern, und Anpassung kann die schädlichen Auswirkungen dieser Folgen reduzieren. Zusammen können beide Ansätze zur Entwicklung von Gesellschaften beitragen, die gegenüber einem drohenden Klimawandel widerstandsfähiger und daher nachhaltiger sind. Studien zeigen, dass Wechselwirkungen zwischen Anpassungs- und Minderungsmaßnahmen sowohl potenzielle Synergien als auch Zielkonflikte haben, die sich je nach Kontext unterscheiden. Anpassungsreaktionen können Treibhausgasemissionen erhöhen (z. B. ein vermehrter Einsatz von mit fossilen Brennstoffen betriebenen Klimaanlagen aufgrund höherer Temperaturen), und Minderung kann Anpassung erschweren (z. B. negative Folgen für Ökosysteme durch eine vermehrte Nutzung von Flächen für den Anbau von Bioenergiepflanzen). Es gibt zunehmend Beispiele für positive Nebeneffekte von Minderungs- und Entwicklungsmaßnahmen, etwa solche, die lokale Emissionen gesundheitsschädlicher und klimaverändernder Luftschadstoffe aus Energiesystemen potenziell verringern können. Es ist offensichtlich, dass Anpassung, Minderung und nachhaltige Entwicklung in der Zukunft eng miteinander verbunden sein werden.

FAQ 11 **Warum ist es schwierig, sich der Rolle des Klimawandels bei beobachteten Folgen für Menschen und Ökosysteme sicher zu sein?**

[Kapitel 3, 4, 5, 6, 7, 11, 12, 13, 18, 22, 23, 24, 25, 26, 27, 28, 29 und 30]

Der Klimawandel ist einer von vielen Faktoren, die sich auf die komplexen menschlichen Gesellschaften und natürlichen Ökosysteme der Erde auswirken. In einigen Fällen weist der Effekt des Klimawandels ein einzigartiges räumliches oder zeitliches Muster und damit einen Fingerabdruck zur Identifizierung auf. In anderen Fällen sind potenzielle Folgen des Klimawandels gründlich mit Folgen aus Landnutzungsänderungen, wirtschaftlicher Entwicklung, technologischen Veränderungen oder sonstigen Prozessen vermischt. Trends in Aktivitäten, der Gesundheit und Gesellschaft des Menschen haben häufig viele gleichzeitige Ursachen, was es besonders erschwert, die Rolle des Klimawandels zu isolieren.

Viele klimabedingte Schäden sind Folge extremer Wetterereignisse und können von Änderungen der Häufigkeit und Intensität dieser Ereignisse aufgrund des Klimawandels beeinflusst sein. Die meisten schädigenden Ereignisse sind selten, und der Grad der Schädigung hängt vom Kontext ab. Es kann daher schwierig sein, statistisches Vertrauen in beobachtete Trends aufzubauen, insbesondere über kurze Zeiträume. Ungeachtet dessen wurden viele Folgen des Klimawandels auf die physikalische Umwelt und Ökosysteme identifiziert, und eine wachsende Anzahl von Folgen wurde auch in menschlichen Systemen festgestellt.

Häufig gestellte Fragen (FAQ) aus den einzelnen Kapiteln des Beitrags von Arbeitsgruppe II*

Teil A: Globale und sektorale Aspekte

Kontext für den AR5

Kapitel 1: Ausgangspunkt

FAQ 1.1

Auf welchen Informationen beruht der neue Sachstandsbericht, und wie haben sich die Informationen seit dem letzten Bericht, dem Vierten Sachstandsbericht des IPCC aus dem Jahr 2007, verändert?

Tausende Wissenschaftler aus der ganzen Welt leisten einen freiwilligen Beitrag zur Arbeit des IPCC, der 1988 vom Umweltprogramm der Vereinten Nationen (UNEP) und der Weltorganisation für Meteorologie (WMO) eingerichtet wurde, um der Welt eine klare wissenschaftliche Bewertung der aktuellen wissenschaftlichen Literatur zum Klimawandel und dessen potenziellen Folgen für Mensch und Umwelt zu vermitteln. Diese Wissenschaftler bewerten die neuesten wissenschaftlichen, technischen und sozioökonomischen Informationen zum Klimawandel aus vielen Quellen. Die Priorität liegt auf von Experten begutachteter (*peer-reviewed*) wissenschaftlicher, technischer und sozioökonomischer Literatur, aber andere Quellen, wie Berichte von Regierungen und aus der Industrie, können für IPCC-Sachstandsberichte relevant sein.

Der Bestand wissenschaftlicher Informationen zum Klimawandel aus einer großen Bandbreite von Bereichen ist seit dem Jahr 2007 beträchtlich gewachsen. Daher reflektiert der neue Sachstandsbericht die große Menge an Erfahrungen der vergangenen sechs Jahre. Man erhält ein Gefühl dafür, in welchem Umfang dieser Wissensbestand angewachsen ist, wenn man weiß, dass sich zwischen 2005 und 2010 die Gesamtzahl der Publikationen allein zu den Folgen des Klimawandels – dem Schwerpunkt von Arbeitsgruppe II – mehr als verdoppelt hat. Das Verhältnis, in welchem diese Literatur bestimmten Ländern oder Regionen gewidmet ist, ist ebenfalls gewaltig gewachsen.

FAQ 1.2

Wie wird der Stand von wissenschaftlichem Verständnis und Unsicherheit in diesem Sachstandsbericht kommuniziert?

Obwohl der wissenschaftliche Wissensbestand zum Klimawandel und dessen Folgen enorm angewach-

sen ist, können zukünftige Bedingungen nicht mit absoluter Sicherheit vorhergesagt werden. Zukünftige Folgen des Klimawandels sind abhängig von der vergangenen und zukünftigen sozioökonomischen Entwicklung, welche die Emissionen von wärmespeichernden Gasen, die Exposition und Verwundbarkeit der Gesellschaften und Ökosysteme, sowie die gesellschaftliche Reaktionskapazität beeinflusst.

Letztendlich bilden Vorhersagen über sowie Vorkehrungen für und Reaktionen auf den Klimawandel einen Risikomanagementprozess, in den wissenschaftliche Erkenntnis und die Werte von Interessengruppen und Gesellschaft einfließen. Der Bericht von Arbeitsgruppe II liefert Entscheidungsträgern Informationen zu der vollen Bandbreite möglicher Folgen und den damit verbundenen Wahrscheinlichkeiten, sowie den Auswirkungen potenzieller Reaktionen. Um fundiertes Wissen, Unsicherheiten und Bereiche, in denen Uneinigkeit herrscht, klar zu kommunizieren, verwenden die Wissenschaftler, die diesen Sachstandsbericht erstellen, spezifische Begriffe, Methoden und Orientierungshilfen, um den Gewissheitsgrad in den Schlussfolgerungen des Berichts zu kennzeichnen.

FAQ 1.3

Wie hat sich unser Verständnis der Schnittstelle zwischen menschlichen, natürlichen und klimatischen Systemen seit dem IPCC-Sachstandsbericht 2007 erweitert?

Weiterentwicklungen wissenschaftlicher Methoden, die physikalisch-naturwissenschaftliche Klimawissenschaft mit dem Wissen über Folgen für menschliche und natürliche Systeme zusammenführen, haben es ermöglicht, dass der neue Sachstandsbericht ein umfassenderes und differenzierteres Bild der Folgen des Klimawandels, der Verwundbarkeiten gegenüber diesen Folgen und der Anpassungsoptionen in regionalem Maßstab vermitteln kann. Dies ist wichtig, denn viele der Folgen des Klimawandels für Menschen, Gesellschaften, Infrastrukturen, Industrie und Ökosysteme sind das Ergebnis von Wechselwirkungen zwischen Mensch, Natur und insbesondere Klima und Wetter in regionalem Maßstab.

* Diese häufig gestellten Fragen wurden den Kapiteln des zugrundeliegenden Berichts entnommen und hier zusammengestellt. Beim Zitieren einer bestimmten FAQ geben Sie bitte das entsprechende Kapitel im Bericht an, aus dem die FAQ stammt. Abbildungen sind gemäß ihrer Bezeichnung in den Originalkapiteln nummeriert.

Darüber hinaus erweitert dieser neue Bericht von Arbeitsgruppe II die Verwendung umfangreicher Belege aus den Sozialwissenschaften zum menschlichen Verhalten und den menschlichen Dimensionen des Klimawandels beträchtlich. Er zeigt auch eine verbesserte Integration dessen, was über physikalisch-naturwissenschaftliche Klimawissenschaften – den Schwerpunkt von Arbeitsgruppe I des IPCC – bekannt ist, und was über Optionen zur Minderung von Treibhausgasemissionen bekannt ist – den Schwerpunkt von Arbeitsgruppe III. Zusammen sind diese Koordination und das breitere Wissen Grundlage einer erweiterten und differenzierteren, regional detaillierteren Bewertung der Wechselwirkungen zwischen menschlichen und natürlichen Systemen, die eine detailliertere Berücksichtigung der Sektoren ermöglicht, die für Arbeitsgruppe II von Interesse sind, wie Wasserressourcen, Ökosysteme, Nahrungsmittel, Wälder, Küstensysteme, Industrie und menschliche Gesundheit.

Kapitel 2: Grundlagen der Entscheidungsfindung

FAQ 2.1 Was macht eine gute Entscheidung (zum Klima) aus?

Für eine gute Entscheidung, einschließlich einer guten Entscheidung zum Klima, existiert kein universelles Kriterium. Scheinbar vernünftige Entscheidungen können sich als schlecht erweisen, und scheinbar unvernünftige Entscheidungen können sich als gut herausstellen. Erkenntnisse aus der Entscheidungstheorie, Risiko-Governance, ethischen Argumentation und verwandten Bereichen bieten allgemeine Grundsätze, die dabei helfen können, die Qualität getroffener Entscheidungen zu verbessern.

Gute Entscheidungen erwachsen tendenziell aus Prozessen, in denen Menschen ihre Ziele deutlich formulieren, eine Reihe alternativer Optionen zur Verfolgung ihrer Ziele berücksichtigen, die beste verfügbare Wissenschaft nutzen, um die potenziellen Folgen ihrer Handlungen zu verstehen, Vor- und Nachteile sorgfältig abwägen, die Entscheidung aus einer Vielzahl unterschiedlicher Ansichten und Blickwinkel betrachten, einschließlich jener, die nicht vertreten, jedoch betroffen sind, und vereinbarten Regelungen und Normen folgen, welche die Rechtmäßigkeit des Prozesses für alle Betroffenen stützen. Eine gute Entscheidung wird innerhalb von Beschränkungen, wie sie durch derzeitige Systeme und Prozesse, Ressourcen, Erkenntnisse und institutionelle Rahmenbedingungen bestehen mögen, umsetzbar sein. Sie wird

eine vorgegebene Lebensdauer haben, über welche sie voraussichtlich wirksam ist und über einen Prozess zur Überprüfung ihrer Wirksamkeit verfügen. Sie wird definierte und messbare Erfolgskriterien haben, so dass durch Überwachung und Überprüfung beurteilt werden kann, ob die Erfolgsmaßstäbe erfüllt werden, oder ob diese Maßstäbe beziehungsweise die Entscheidung selbst überdacht werden müssen.

Für eine gute Entscheidung zum Klima müssen Informationen über das Klima, seine Folgen, potenzielle Risiken und Verwundbarkeiten in einen bestehenden oder beabsichtigten Entscheidungsfindungskontext eingebunden werden. Hierzu bedarf es gegebenenfalls eines Dialogs zwischen Anwendern und Experten, um gemeinsam herauszufinden, wie eine spezifische Aufgabe am besten innerhalb eines vorgegebenen Kontexts mit dem derzeitigen wissenschaftlichen Kenntnisstand in Angriff genommen werden kann. Dieser Dialog kann durch Einzelpersonen – häufig unter dem Begriff Wissensbroker oder *extension agent* bekannt – und Organisationen zur Wissensvermittlung (sog. *boundary organizations*) erleichtert werden, die die Lücke zwischen Forschung und Praxis schließen. Anbieter von Klimadienstleistungen sind Wissensvermittler, die Wissen über das Klima, den Klimawandel und klimatische Folgen für die Planung, Entscheidungsfindung und das allgemeine gesellschaftliche Verständnis des Klimasystems bereitstellen und ermöglichen.

FAQ 2.2 Was ist die beste Methode zur Entscheidungsfindung beziehungsweise zur Bewertung von Anpassung im Hinblick auf den Klimawandel?

Keine einzelne Methode kann alle Zusammenhänge berücksichtigen, der IPCC verfolgt und empfiehlt jedoch iteratives Risikomanagement als übergeordneten Ansatz. Die Internationale Organisation für Normung definiert Risiko als Effekt der Unsicherheit auf den Grad der Zielerreichung. Im Kontext des Klimawandels kann Risiko als das Potenzial für Konsequenzen definiert werden, bei denen etwas von Wert für den Menschen (einschließlich des Menschen selbst) auf dem Spiel steht und die Folgen ungewiss sind. Risikomanagement ist ein allgemeiner Rahmen, der alternative Ansätze, wissenschaftliche Methoden, Verfahrensweisen und Tools beinhaltet. Obwohl das Konzept des Risikomanagements sehr flexibel ist, sind einige Methoden durchaus verbindlich – z. B. verbindliche Notfallmanagementrichtlinien und die Absicherung von Treuhandrisiken. Auf operativer Ebene existiert keine einfache Definition von Risiko, die auf alle Situationen anwendbar wäre. Dies gibt Anlass zu viel

Verwirrung hinsichtlich der Frage, was Risiko ist und wofür der Begriff genutzt werden kann.

Einfache klimatische Risiken können durch die Standardmethodik, das „Anpassungsdefizit“ zwischen derzeitiger Praxis und projizierten Risiken zu bilden, bewertet und bewältigt werden. Dort, wo das Klima einer von zahlreichen oder mehreren das Risiko beeinflussenden Faktoren ist, kann eine ganze Bandbreite von wissenschaftlichen Methoden verwendet werden. Solche Bewertungen müssen kontextbezogen sein, um diejenigen einzubinden, die von der Entscheidung betroffen sind (beziehungsweise deren Vertreter), sowohl Experten- als auch Praxiswissen nutzen und einen klaren Pfad zwischen Wissenserzeugung, Entscheidungsfindung und Handlung aufzeigen.

FAQ 2.3 Unterscheidet sich die Entscheidungsfindung im Hinblick auf den Klimawandel von anderen Entscheidungsfindungsprozessen?

Entscheidungen zum Klima weisen Ähnlichkeiten und Unterschiede zu Entscheidungen auf, die andere langfristige, folgenreiche Aspekte betreffen. Zu den Gemeinsamkeiten gehören die Nützlichkeit eines breiten Risikorahmens und die Notwendigkeit, unsichere Projektionen unterschiedlicher biophysikalischer und sozioökonomischer Bedingungen zu berücksichtigen. Der Klimawandel bezieht jedoch längere Zeithorizonte mit ein und betrifft im Vergleich zu vielen anderen Risikoquellen eine größere Bandbreite an Erd- und menschlichen Systemen. Bewertungen der Folgen des Klimawandels, der Anpassung und Verwundbarkeiten bieten eine spezifische Plattform zur Erforschung langfristiger Zukunftsszenarien, in denen der Klimawandel gemeinsam mit anderen projizierten, für die langfristige Planung relevanten Veränderungen berücksichtigt wird.

In vielen Fällen kann der Klimawandel zu nicht unbeachtlichen und unumkehrbaren Ergebnissen führen, die konventionelle Instrumente der Wirtschafts- und Umweltpolitik vor Herausforderungen stellen. Darüber hinaus ist die Erkenntnis, dass das zukünftige Klima sich möglicherweise signifikant von den bisherigen Erfahrungen unterscheidet, für viele Praxisbereiche immer noch relativ neu (z. B. Nahrungsmittelproduktion, Management natürlicher Ressourcen, Naturgefahrenmanagement, Versicherung, öffentliches Gesundheitswesen und Stadtplanung).

Natürliche und bewirtschaftete Ressourcen und Systeme sowie deren Nutzung

Kapitel 3: Süßwasserressourcen

FAQ 3.1 Wie wird sich der Klimawandel auf die Häufigkeit und Schwere von Überschwemmungen und Dürren auswirken?

Projektionen zufolge wird der Klimawandel die Häufigkeit und das Ausmaß von Überschwemmungen und Dürren verändern. Die Folgen werden voraussichtlich von Region zu Region unterschiedlich sein. Die wenigen vorliegenden Studien weisen darauf hin, dass die Überschwemmungsgefahr in mehr als der Hälfte der Welt ansteigen wird, insbesondere in Mittel- und Ostsibirien, Teilen von Südostasien einschließlich Indien, dem tropischen Afrika und dem nördlichen Südamerika, wohingegen für Teile von Nord- und Osteuropa, Anatolien, Mittel- und Ostasien, das zentrale Nordamerika und das südliche Südamerika Rückgänge vorausgesagt sind (*begrenzte Belege, hohe Übereinstimmung*). Die Häufigkeit von Überschwemmungen in kleinen Flussbecken wird *sehr wahrscheinlich* ansteigen, doch dies gilt möglicherweise nicht für größere Flusseinzugsgebiete, weil starker Regen üblicherweise auf stärker eingegrenzte Gebiete beschränkt ist. Überschwemmungen durch Schneeschmelze im Frühjahr werden wahrscheinlich geringer ausfallen, da sowohl weniger Winterniederschlag als Schnee fallen wird, als auch mehr Schnee im Laufe des gesamten Winters während Tauwetterperioden schmelzen wird. Weltweit werden die Schäden durch Überschwemmungen zunehmen, weil mehr Menschen und mehr Vermögenswerte in Gefahr sein werden.

Bis zum Ende des 21. Jahrhunderts werden laut Projektionen meteorologische Dürren (weniger Regen) und landwirtschaftliche Dürren (trockenerer Boden) in manchen Regionen und Jahreszeiten aufgrund geringerer Regenfälle, stärkerer Verdunstung oder aufgrund von beidem länger ausfallen oder häufiger auftreten oder beides. Es ist jedoch noch nicht sicher, was diese Niederschlags- und Bodenfeuchtigkeitsverluste im Hinblick auf anhaltende Verringerungen der Abflussmengen sowie der See- und Grundwasserspiegel bedeuten. Es wird projiziert, dass Dürren in Südeuropa und der Mittelmeerregion, in Mitteleuropa, dem zentralen und südlichen Nordamerika, Mittelamerika, Nordostbrasilien und dem südlichen Afrika heftiger werden. In trockenen Regionen werden stärkere Dürren die Wasserversorgungssysteme belasten. In feuchteren Regionen können stärkere saisonbeding-

te Dürren mit den vorhandenen Wasserversorgungssystemen und über Anpassung bewältigt werden. Beispielsweise kann die Nachfrage durch effizientere Wassernutzung verringert oder die Versorgung verbessert werden, indem die Speicherkapazität in Reservoiren vergrößert wird.

FAQ 3.2 Wie wird die Verfügbarkeit von Wasserressourcen durch den Klimawandel beeinträchtigt werden?

Klimamodelle prognostizieren Rückgänge von erneuerbaren Wasserressourcen in einigen Regionen und Steigerungen in anderen Gebieten, jedoch vielerorts mit großer Unsicherheit. Weitgehend wird erwartet, dass die Wasserressourcen in vielen Regionen der mittleren Breitengrade und in trockenen subtropischen Gebieten zurückgehen und in hohen Breitengraden und vielen feuchten Regionen der mittleren Breitengrade zunehmen werden (*hohe Übereinstimmung, robuste Belege*). Selbst dort, wo Anstiege vorhergesagt werden, können verstärkt schwankende Abflussmengen (aufgrund einer erhöhten Variabilität der Niederschlagsmengen) und eine saisonal geringere Wasserversorgung aufgrund geringerer Schnee- und Eisspeicherung zu kurzzeitigen Knappheiten führen. Die Verfügbarkeit von sauberem Wasser kann auch durch negative Folgen des Klimawandels auf die Wasserqualität verringert werden. Zum Beispiel könnte die Qualität von Seen, die zur Wasserversorgung genutzt werden, durch das Auftreten von Algen, die Toxine produzieren, beeinträchtigt werden.

FAQ 3.3 Wie sollte das Wassermanagement angesichts des Klimawandels verändert werden?

Die Leiter von Wasserwerken und Wasserressourcen haben umfassende Erfahrung damit, ihre Vorgehensweisen und Praktiken an das Wetter anzupassen. Doch angesichts des Klimawandels ist langfristige Planung (über mehrere Jahrzehnte) für eine extrem ungewisse Zukunft erforderlich. Ein flexibles Portfolio von Lösungen, das ungeachtet der Folgen des Klimawandels Vorteile schafft (*Low-regret-Lösungen*) und das in der Umsetzung Schritt für Schritt angepasst werden kann, ist wertvoll, da hiermit Vorgehensweisen nach und nach weiter entwickelt werden können und man so auf vorherigen Investitionen aufbauen kann, anstatt deren Wert zu verlieren. Zu Anpassungsmaßnahmen, die sich als besonders effektiv erweisen können, gehören Regenwassergewinnung, konservierende Bodenbearbeitung, der Erhalt von Pflanzende-

cken, das Pflanzen von Bäumen auf steil abfallenden Feldern, Mini-Terrassierung zur Boden- und Feuchtigkeitserhaltung, verbessertes Weidemanagement, die Wiederverwendung von Wasser, Entsalzung und ein effizienteres Boden- und Bewässerungsmanagement. Die Wiederherstellung und der Schutz von Süßwasserhabitaten und das Management natürlicher Überschwemmungsebenen sind weitere Anpassungsmaßnahmen, die nicht üblicherweise zur konventionellen Managementpraxis gehören.

FAQ 3.4 Bringt der Klimawandel nur schlechte Nachrichten bezüglich der Wasserressourcen mit sich?

Es gibt gute und schlechte Nachrichten hinsichtlich der Wasserressourcen, doch die guten Nachrichten haben sehr oft zwei Seiten. Wasser wird möglicherweise in Regionen, die mehr Niederschlag bekommen, weniger knapp werden, doch mehr Niederschlag wird wahrscheinlich auch das Risiko für Überschwemmungen erhöhen. Auch kann der Grundwasserspiegel dadurch steigen, was wiederum zu Schäden an Gebäuden und anderer Infrastruktur oder auch zu einer verringerten landwirtschaftlichen Produktivität aufgrund von nassen Böden oder Bodenversalzung führen kann. Häufigere Unwetter senken das Risiko von zu hohem Nährstoffeintrag und Algenblüten in Seen und Mündungsgebieten, indem sie Nährstoffe ableiten, doch der stärkere Abfluss nach Unwettern wird mehr dieser Nährstoffe in das Meer tragen und dadurch den Nährstoffeintrag in marinen Ökosystemen verschärfen. Die möglichen negativen Folgen werden in Kapitel 30 besprochen. Die Wasser- und Abwasseraufbereitung erzielt unter warmen Bedingungen bessere Ergebnisse, da die chemischen und biologischen Reaktionen, die für die Aufbereitung erforderlich sind, im Allgemeinen bei höheren Temperaturen besser ablaufen. In vielen Flüssen, die durch Gletscher gespeist werden, wird es irgendwann im Laufe des 21. Jahrhunderts eine vorübergehende „Schmelzwasserdive“ geben, weil immer mehr Gletschereis verloren geht, doch das andauernde Schrumpfen der Gletscher bedeutet, dass nach mehreren Jahrzehnten die Gesamtmenge an erzeugtem Schmelzwasser zurückzugehen beginnt (*mittleres Vertrauen*). Ein wichtiger Aspekt ist, dass Folgen oft erst dann zu „guten Nachrichten“ werden, wenn Investitionen getätigt werden, um sie zu auszunutzen. Wenn zum Beispiel zu erwarten ist, dass zusätzliches Wasser verfügbar wird, müsste die Infrastruktur, die erforderlich ist, um diese Ressource zu nutzen, erstellt werden, falls sie nicht bereits vorhanden ist.

Kapitel 4: Wassersysteme an Land

FAQ 4.1 Wie führen Änderungen der Landnutzung und Landbedeckung zu Klimaänderungen?

Landnutzungsänderung wirkt sich auf das lokale sowie auch das globale Klima aus. Geänderte Formen der Landbedeckung und Landnutzung können zu Erwärmung oder Abkühlung sowie zu Niederschlagsänderungen führen, je nachdem, wo in der Welt sie auftreten, wie die Landbedeckung vorher beschaffen war, und wie das Land nun bewirtschaftet wird. Pflanzendecke, Artenzusammensetzung und Landbewirtschaftungsmethoden (wie Ernten, Verbrennen, Düngen, Beweiden oder Anbau) beeinflussen die Emission oder Absorption von Treibhausgasen. Die Helligkeit der Landbedeckung wirkt sich auf den Anteil der Sonneneinstrahlung aus, der zurück in den Himmel reflektiert wird, anstatt absorbiert zu werden, wodurch sich die Luft unmittelbar über der Oberfläche erwärmt. Vegetations- und Landnutzungsmuster beeinflussen auch den Wasserverbrauch und die Evapotranspiration, die die örtlichen Klimabedingungen verändern. Effektive Landnutzungsstrategien können auch helfen, den Klimawandel zu mindern.

FAQ 4.2 Welche nicht mit dem Treibhauseffekt verbundenen Auswirkungen hat steigendes Kohlendioxid auf Ökosysteme?

Kohlendioxid (CO₂) ist ein wesentlicher Bestandteil des Photosyntheseprozesses. Einfach gesagt nutzen Pflanzen Sonnenlicht und Wasser, um CO₂ in Energie umzuwandeln. Höhere CO₂-Konzentrationen verstärken Photosynthese und Wachstum (bis zu einem bestimmten Punkt) und senken den Wasserverbrauch der Pflanze. Das bedeutet, dass Wasser länger im Boden verbleibt oder Flüsse und Grundwasser auffüllt. Diese Effekte sind größtenteils vorteilhaft; hohe CO₂-Werte haben jedoch auch negative Auswirkungen über die Verursachung der globalen Erwärmung hinaus. Hohe CO₂-Werte bewirken eine Abnahme des Stickstoffgehalts in Waldpflanzen und können den Gehalt an chemischen Abwehrsubstanzen erhöhen, wodurch ihre Qualität als Nahrungsquelle für Pflanzenfresser verringert wird. Darüber hinaus führen erhöhte CO₂-Werte zu einer Versauerung der Ozeane (siehe FAQ 6.3) und können intensivere Algenblüten in Seen und Stauseen anregen.

FAQ 4.3 Wird die Anzahl von invasiven gebietsfremden Arten infolge des Klimawandels steigen?

Es wurde bereits nachgewiesen, dass manche invasive Pflanzen und Insekten vom Klimawandel profitieren. Sie werden sich in neuen Regionen (wo sie als gebietsfremd gelten) ansiedeln und ausbreiten, wenn sie einmal eingeführt wurden. Die Anzahl der neu angekommenen Arten und die Populationsdichte einiger bereits etablierter gebietsfremder Arten werden steigen, weil der Klimawandel die Bedingungen für sie verbessern wird. Gleichzeitig erhöht die zunehmende Mobilität von Menschen und Waren in der modernen Welt in Kombination mit Landnutzungsänderungen weltweit die Wahrscheinlichkeit dafür, dass gebietsfremde Arten versehentlich an neue Orte transportiert werden und sich dort niederlassen. Es gibt viele Maßnahmen, mit denen das Risiko von Invasionen gebietsfremder Arten verringert, aber nicht eliminiert werden kann, beispielsweise die Behandlung von Ballastwasser in Frachtschiffen und Holzprodukten, strenge Quarantäne für Getreide- und Gartenbauprodukte sowie Embargos gegen den Handel mit und die gezielte Einführung von bekannten invasiven Arten. Manche invasive Arten werden unter dem Klimawandel leiden, und ihre Ausbreitung und Populationsgröße werden vermutlich in einigen Regionen zurückgehen. Im Allgemeinen werden größerer Etablierungserfolg und stärkere Verbreitung bei denjenigen gebietsfremden Arten am deutlichsten sichtbar sein, deren Eigenschaften durch das sich ändernde Klima begünstigt werden, zum Beispiel solche, die trockenolerant sind oder höhere Temperaturen für sich nutzen können.

FAQ 4.4 Wie trägt der Klimawandel zum Artensterben bei?

Es besteht Konsens darüber, dass der Klimawandel im Laufe der nächsten hundert Jahre das Risiko aussterben für viele Arten erhöhen wird. Wenn eine Art ausstirbt, geht eine einzigartige und unersetzliche Lebensform verloren. Selbst lokales Aussterben kann das gesunde Funktionieren von Ökosystemen beeinträchtigen.

Sollten die höchste Geschwindigkeit und das größte Ausmaß des projizierten Klimawandels eintreten, werden viele Arten nicht in der Lage sein, sich schnell genug fortzubewegen, um mit geeigneten Lebensräumen schrittzuhalten. Dies wird ihre Überlebenschancen deutlich verringern. Bei den geringsten projizierten Geschwindigkeiten und Ausmaßen des Klimawandels – und mit Unterstützung durch wirksame Erhal-

tungsmaßnahmen – wird die überwiegende Mehrheit der Arten in der Lage sein, sich den neuen Klimabedingungen anzupassen oder sich an Orte zu begeben, an denen ihre Überlebenschancen größer sind. Der Verlust von Lebensräumen und Hindernisse für die räumliche Verlagerung von Arten erhöhen das Aussterberisiko als Folge des Klimawandels.

Der Klimawandel hat möglicherweise bereits zum Aussterben weniger Arten, wie etwa von Fröschen und Kröten in Mittelamerika, beigetragen, doch die Rolle des Klimawandels bei diesen jüngsten Extinktionen ist sehr umstritten.

FAQ 4.5 Warum spielt es eine Rolle, ob Ökosysteme durch den Klimawandel verändert werden?

Ökosysteme leisten wesentliche Dienste für alles Leben: Nahrung, lebenserhaltende atmosphärische Bedingungen, Trinkwasser sowie Rohstoffe für grundlegende Bedürfnisse des Menschen wie Kleidung und Unterkunft. Ökosysteme spielen eine wichtige Rolle dabei, die Ausbreitung von Krankheiten einzugrenzen. Sie haben starken Einfluss auf das Wetter und das Klima selbst, was sich wiederum auf Landwirtschaft, Nahrungsmittelversorgung, sozioökonomische Bedingungen, Überschwemmungen und physische Infrastruktur auswirkt. Wenn sich Ökosysteme ändern, ändert sich auch ihre Fähigkeit, diese Dienstleistungen bereitzustellen – zum Guten oder zum Schlechten. Das Wohlergehen der Menschen steht auf dem Spiel, genau wie das Wohl von Millionen anderer Arten. Menschen empfinden eine starke emotionale, spirituelle und ethische Verbundenheit mit den ihnen bekannten Ökosystemen und den darin enthaltenen Arten.

Mit „Änderung von Ökosystemen“ sind Änderungen einiger oder aller der folgenden Punkte gemeint: die Anzahl und Arten der vorhandenen Organismen, das physische Erscheinungsbild des Ökosystems (z. B. hohe oder niedrige, offene oder dichte Vegetation) sowie die Funktionsweise des Systems und all seiner interagierenden Teile, einschließlich der Nährstoffkreisläufe und Produktivität. Auch wenn langfristig nicht alle Änderungen von Ökosystemen für alle Menschen oder alle Arten schädlich sind – je schneller und stärker sich Ökosysteme aufgrund neuer klimatischer Bedingungen ändern, desto schwieriger wird es für Menschen und andere Arten, sich den neuen Bedingungen anzupassen.

FAQ 4.6 Können Ökosysteme so bewirtschaftet werden, dass ihnen und den Menschen bei der Anpassung an den Klimawandel geholfen wird?

Die Fähigkeit menschlicher Gesellschaften, sich dem Klimawandel anzupassen, wird in hohem Maße vom Management terrestrischer Ökosysteme und binnländischer Süßwasserökosysteme abhängen. Ein Fünftel der derzeitigen globalen, durch den Menschen verursachten Kohlenstoffemissionen wird von terrestrischen Ökosystemen aufgenommen. Diese bedeutende Kohlenstoffsenke funktioniert weitgehend ohne Eingreifen des Menschen, könnte aber durch vereinigte Bemühungen, Waldverluste zu reduzieren und beschädigte Ökosysteme wiederherzustellen, verstärkt werden. Dies dient gleichzeitig auch dem Erhalt der Artenvielfalt.

Das Abholzen und die Schädigung von Wäldern und Torflandschaften stellen eine Quelle von Kohlenstoffemissionen in die Atmosphäre dar, die durch Management verringert werden kann. Beispielsweise hat die Abholzungs geschwindigkeit im brasilianischen Amazonasgebiet in den letzten zwei Jahrzehnten um drei Viertel abgenommen. Anpassung wird auch durch eine proaktivere Erkennung und Steuerung von Flächenbränden und Schädlingsausbrüchen, eine geringere Entwässerung von Torflandschaften sowie die Schaffung von Korridoren zur Artenwanderung und unterstützte Migration erleichtert.

FAQ 4.7 Welche wirtschaftlichen Kosten sind mit Ökosystemänderungen aufgrund des Klimawandels verbunden?

Der Klimawandel wird die Leistungen, die von den meisten Ökosystemen erbracht werden, sicherlich verändern, und bei starken Änderungen werden die Folgen insgesamt höchstwahrscheinlich negativ sein. In der herkömmlichen Wirtschaftslehre wird der Wert von Dienstleistungen, die von Ökosystemen erbracht werden, als Externalitäten bezeichnet, welche üblicherweise nicht Teil des Marktpreissystems und schwer einzuschätzen sind sowie oftmals außer Acht gelassen werden.

Ein gutes Beispiel ist die Bestäubung von Pflanzen durch Bienen, Vögel und andere Arten – eine Leistung, die durch den Klimawandel beeinträchtigt werden kann. Die Bestäubung ist sowohl für die Bereitstellung von Nahrungsmitteln als auch für die Umweltgesundheit insgesamt entscheidend. Ihr Wert wurde für das Jahr 2010 global auf 350 Milliarden USD geschätzt (die Schätzungen lagen zwischen 200 und 500 Milliarden USD).

Kapitel 5: Küstensysteme und niedrig gelegene Gebiete

FAQ 5.1 Wie wirkt sich der Klimawandel auf marine Küstenökosysteme aus?

Die wichtigsten klimabezogenen Treiber mit Auswirkung auf marine Küstenökosysteme sind Meeresspiegelanstieg, Ozeanerwärmung und -versauerung.

Ein steigender Meeresspiegel beeinflusst marine Ökosysteme sowohl dadurch, dass er einige Pflanzen und Tiere ertränkt, als auch dadurch, dass er Änderungen von Parametern wie verfügbarem Licht, Salzgehalt und Temperatur bewirkt. Die Folgen des Meeresspiegels sind hauptsächlich mit der Fähigkeit von Tieren (z. B. Korallen) und Pflanzen (z. B. Mangroven) verbunden, mit dem vertikalen Anstieg des Meeres Schritt zu halten. Mangroven und Küstenfeuchtgebiete können empfindlich auf diese Verschiebungen reagieren und könnten einen Teil ihrer gespeicherten Verbindungen freisetzen und damit zur Anhäufung dieser Treibhausgase in der Atmosphäre beitragen.

Höhere Temperaturen haben direkte Folgen für Arten, die an bestimmte und teilweise enge Temperaturbereiche angepasst sind. Sie erhöhen den Grundumsatz der Arten, die diesen höheren Temperaturen ausgesetzt sind, und können für diejenigen, die bereits am oberen Ende ihres Temperaturbereichs leben, fatal sein. Höhere Temperaturen führen zu Korallenbleiche, wodurch diese Tiere geschwächt werden und leichter sterben. Die geografische Verbreitung vieler Arten von Meerespflanzen und -tieren verschiebt sich infolge höherer Temperaturen in Richtung der Pole.

Wenn atmosphärisches Kohlendioxid vom Meer aufgenommen wird, reagiert es zu Kohlensäure. Dadurch erhöht sich der Säuregehalt des Meerwassers und verringert sich die Menge eines wichtigen Baustoffes (Karbonat), den marine „Kalkbildner“ wie Schalentiere und Korallen für ihre Schalen und Skelette nutzen, so dass diese letztlich geschwächt oder aufgelöst werden können. Die Ozeanversauerung hat zahlreiche weitere Folgen, von denen viele noch nicht ausreichend verstanden sind.

FAQ 5.2 Wie beeinflusst der Klimawandel Küstenerosion?

Küstenerosion wird durch viele Faktoren beeinflusst: Meeresspiegel, Strömungen, Winde und Wellen (insbesondere bei Stürmen, die diesen Auswirkungen zusätzliche Energie verleihen). Die Erosion von Flussdeltas wird außerdem durch Niederschlagsmuster im

Inland beeinflusst, die die Muster von Süßwassereintrag, Abfluss und Sedimenteintrag von stromaufwärts her verändern. All diese Komponenten von Küstenerosion werden durch den Klimawandel beeinflusst.

Legt man das einfachste Modell zugrunde, führt ein Anstieg des mittleren Meeresspiegels üblicherweise dazu, dass sich die Küstenlinie aufgrund von Küstenerosion weiter ins Inland verlagert. Steigende Wellenhöhen können dazu führen, dass Sandbänke an Küsten sich von der Küste weg in das offene Meer hinaus bewegen. Auch starke Sturmfluten (durch Sturm und Luftdruck erhöhte Meeresspiegel) neigen dazu, Küstensand von der Küste weg zu bewegen. Höhere Wellen und Fluten erhöhen die Wahrscheinlichkeit dafür, dass Sandbänke und Dünen an Küsten überspült oder gebrochen werden. Stärkere beziehungsweise häufigere Fluten verschlimmern all diese Auswirkungen noch.

Änderungen der Wellenrichtung durch Klimaveränderung können dazu führen, dass Sand und Sediment an andere Stellen an der Küste verlagert werden, was wiederum spätere Erosionsmuster verändert.

FAQ 5.3 Wie können sich Küstengemeinden auf die Folgen des Klimawandels vorbereiten und daran anpassen, insbesondere an den Meeresspiegelanstieg?

Wenn Küstengemeinden die Folgen des Klimawandels in ihrer Planung berücksichtigen, verringert dies das Risiko von Schäden durch diese Folgen. Insbesondere senkt proaktive Planung den Bedarf an Gegenreaktionen auf Schäden, die durch Extremereignisse verursacht wurden. Nachträgliche Bewältigung kann teuer und weniger effektiv sein.

Bei der Küstennutzungsplanung konzentriert man sich zunehmend auf Vorsorgemaßnahmen, also Maßnahmen, die selbst dann ergriffen werden, wenn Ursache und Wirkung des Klimawandels nicht wissenschaftlich einwandfrei bewiesen sind. Zu diesen Maßnahmen können Dinge wie die Verstärkung der Küstenvegetation und der Schutz von Korallenriffen gehören. Für viele Regionen liegt ein wichtiger Schwerpunkt der Küstennutzungsplanung darin, die Küste als ein natürliches System zum Schutz von Küstengemeinden vor Überflutung zu nutzen, indem man mit der Natur arbeitet und nicht gegen sie, wie z. B. in den Niederlanden.

Während die Einzelheiten und die Umsetzung solcher Planung lokal und regional stattfinden, wird das Küstenlandmanagement normalerweise durch die Gesetzgebung auf nationaler Ebene unterstützt. Für

viele Entwicklungsländer gibt es keine Planung auf unterster Ebene, oder sie ist noch nicht machbar. Die Ansätze, mit denen Küstengemeinden bei der Anpassung an die Folgen des Klimawandels geholfen werden kann, lassen sich in drei Hauptkategorien einteilen:

1. Schutz von Menschen, Eigentum und Infrastruktur ist eine typische erste Reaktion. Dies umfasst „harte“ Maßnahmen wie den Bau von Dämmen und anderen Barrieren sowie zahlreiche Maßnahmen zum Schutz kritischer Infrastruktur. „Weiche“ Schutzmaßnahmen werden zunehmend bevorzugt. Diese umfassen die Verstärkung der Küstenvegetation und andere Küstenmanagementprogramme zur Verringerung von Erosion und zur Verstärkung der Küste als Barriere gegen Sturmfluten.
2. Akkommodation ist ein adaptiverer Ansatz, der Änderungen von menschlichen Aktivitäten und Infrastruktur umfasst. Dazu zählen die Umrüstung von Gebäuden, damit sie den Auswirkungen des Meeresspiegelanstiegs besser standhalten, das Anheben niedriger Brücken oder die Erhöhung der Kapazität von Notlagern für den Fall von schweren Unwettern. Weiche Akkommodationsmaßnahmen umfassen Anpassungen der Landnutzungsplanung und von Versicherungsprogrammen.
3. Der geordnete Rückzug bedeutet den Wegzug von der Küste und kann in Situationen, in denen keine andere Möglichkeit besteht, die einzig sinnvolle Option sein.

Abhängig von den physischen Gegebenheiten und sozialen Werten der jeweiligen Küstengemeinde können beliebige Kombinationen dieser drei Ansätze angebracht sein. Die gewählten Maßnahmen müssen geprüft und angepasst werden, wenn sich die Umstände im Laufe der Zeit ändern.

Kapitel 6: Ozeansysteme

FAQ 6.1 Warum sind Klimafolgen für Meere und deren Ökosysteme so bedeutsam?

Die Ozeane erzeugen die Hälfte des Sauerstoffs (O_2), den wir zum Atmen und zum Verbrennen fossiler Brennstoffe brauchen. Die Ozeane liefern etwa 17 % des Verbrauchs an tierischem Eiweiß durch die Weltbevölkerung oder fast 20 % des Verbrauchs an diesem Eiweiß durch drei Milliarden Menschen. Die Ozeane beheimaten Arten und Ökosysteme, die für Tourismus und Freizeit einen hohen Stellenwert besitzen.

Die reiche Artenvielfalt der Meere bietet Ressourcen für innovative Medikamente oder die Biomechanik. Marine Ökosysteme wie Korallenriffe und Mangroven schützen die Küstenlinien vor Tsunamis und Sturmfluten. Etwa 90 % der in der Welt benutzten Waren werden über die Ozeane verschifft. All diese Aktivitäten sind vom Klimawandel betroffen.

Die Ozeane spielen in der globalen Klimadynamik eine wichtige Rolle. Die Ozeane absorbieren 93 % der Wärme, die sich in der Atmosphäre aufbaut, und die daraus resultierende Erwärmung der Meere wirkt sich auf die meisten Ökosysteme aus. Etwa ein Viertel des gesamten Kohlendioxids (CO_2) aus der Verbrennung fossiler Brennstoffe wird von den Meeren aufgenommen. Plankton wandelt einen Teil dieses CO_2 in organische Masse um, die teilweise in tiefere Schichten exportiert wird. Das verbleibende CO_2 verursacht eine zunehmende Versauerung durch chemische Reaktionen zwischen CO_2 und dem Meerwasser, wobei diese Versauerung durch Nährstoffzufuhr und den zunehmenden Rückgang des O_2 -Gehalts noch verschlimmert wird. All diese Änderungen gefährden das Meeresleben und können sich auf die Fähigkeit der Meere auswirken, die zahlreichen Funktionen auszuüben, die für die Gesundheit von Umwelt und Menschen lebenswichtig sind.

Die Auswirkungen des Klimawandels treten in einer Umwelt auf, die bezüglich vieler dieser Variablen auch natürlichen Schwankungen unterliegt. Auch andere Aktivitäten des Menschen wirken sich auf den Zustand der Meere aus, zum Beispiel Überfischung, Umweltverschmutzung und der Abfluss von Nährstoffen über Flüsse, der zu einem zu hohen Nährstoffeintrag führt, einem Prozess, der große Bereiche von Wasser mit geringem Sauerstoffgehalt schafft (manchmal auch als „Todeszonen“ bezeichnet). Die große Bandbreite der Faktoren, die sich auf den Zustand der Meere auswirken, und die komplexe Interaktion dieser Faktoren machen es schwer, die Rolle zu ermitteln, die ein einzelner Faktor im Zusammenhang mit dem Klimawandel spielt, oder die kombinierten Effekte dieser multiplen Faktoren präzise zu bestimmen.

FAQ 6.2 Was unterscheidet die Auswirkungen des Klimawandels auf die Meere von denen auf das Land, und können wir die Konsequenzen vorhersagen?

Die Meeresumgebung ist in vielerlei Hinsicht einzigartig. Sie bietet großflächige aquatische Habitate, eine vielfältige Bodentopografie und eine reiche Vielfalt an Arten und Ökosystemen im Wasser in verschiedenen Klimazonen, die nirgendwo anders zu finden sind. Einer der größten Unterschiede bezüglich der Auswirkungen des Klimawandels auf die Meere im Ver-

gleich zu denen auf das Land ist die Ozeanversauerung. Anthropogenes Kohlendioxid (CO_2) gelangt ins Meer, und chemische Reaktionen wandeln einen Teil davon in Kohlensäure um, die das Wasser ansäuert. Dies spiegelt wider, was auch innerhalb von Organismen stattfindet, wenn sie das zusätzliche CO_2 aufnehmen. Marine Arten, die von Kalziumkarbonat (CaCO_3) abhängig sind, wie Schalentiere, Seesterne und Korallen, können Schwierigkeiten damit haben, unter Ozeanversauerung ihre Schalen und Skelette aufzubauen. Im Allgemeinen haben Tiere, die im Wasser leben und atmen, wie Fische, Tintenfische und Muscheln, fünf bis zwanzig Mal weniger CO_2 in ihrem Blut als an Land lebende Tiere. Daher beeinflusst mit CO_2 angereichertes Wasser sie auf andere und möglicherweise dramatischere Weisen als jene Arten, die Luft atmen.

Zu bedenken sind auch die besonderen Folgen des Klimawandels auf die Meeresdynamik. Der Ozean hat Schichten aus wärmerem und kälterem Wasser, salzigerem oder weniger salzhaltigem Wasser und damit mehr oder weniger dichtem Wasser. Eine Erwärmung der Meere und das Hinzukommen von mehr Süßwasser an der Oberfläche durch Eisschmelze und höheren Niederschlag verstärken die Bildung stabilerer nach Dichte geschichteten Lagen, was zu weniger Vermischung der tieferen, dichteren und kälteren nährstoffreichen Schichten mit den weniger dichten nährstoffärmeren Schichten an der Oberfläche führt. Bei geringerer Durchmischung wird die Atmung von Organismen in den mittleren Wasserschichten geschichteter Meere sauerstoffarme Gewässer, sogenannte Sauerstoff-Minimum-Zonen (*oxygen minimum zones*, OMZ), erzeugen. Große, aktivere Fische können in diesen sauerstoffarmen Gewässern nicht leben, während einfachere, spezialisierte Organismen mit einem geringeren Sauerstoffbedarf bleiben und ohne den Fraßdruck der größeren Arten sogar gedeihen werden. Daher wird sich die Artenzusammensetzung in hypoxischen Bereichen verschieben.

Ökosystemmodelle auf dem neuesten Stand der Technik bauen auf empirischen Beobachtungen vergangener Klimaänderungen auf und ermöglichen die Entwicklung von Schätzungen darüber, wie das Meeresleben in Zukunft reagieren könnte. Eine solche Projektion ist z. B. eine große Verlagerung der Verbreitungsgebiete wirtschaftlich bedeutender Fischarten hin zu höheren Breitengraden und ein geringeres Fangpotential in ihren ursprünglichen Verbreitungsgebieten. Die Erstellung detaillierter Projektionen, beispielsweise dazu, welche Arten sich verschieben und wie weit, ist jedoch aufgrund der Anzahl und Komplexität der beteiligten interaktiven Rückkopplungseffekte schwierig. Derzeit führen die Unsicherheiten in der Modellierung und die Komplexitäten des Meeressystems dazu, dass nicht beziffert werden kann, wie viel der aktuellen Veränderungen der Meere durch anthropogene Klimaänderung oder durch natürliche Kli-

maschwankungen und wie viel durch andere Tätigkeiten des Menschen wie Fischen, Umweltverschmutzung usw. verursacht wird.

Bekannt ist jedoch, dass sich die Resilienz von marinen Ökosystemen, sich an Folgen des Klimawandels anzupassen, wahrscheinlich verringern wird, sowohl aufgrund der Bandbreite an Faktoren als auch aufgrund der Geschwindigkeit, mit der sich diese verändern. Die derzeitige Umweltveränderung geschieht viel schneller als die meisten Klimaänderungen in der Erdgeschichte. Daher sind Vorhersagen auf Basis langfristiger geologischer Aufzeichnungen möglicherweise nicht zutreffend, wenn die Änderungen innerhalb weniger Generationen einer Art auftreten. Eine Art, die in der Vergangenheit mehr Zeit hatte sich anzupassen, kann beim Klimawandel der Zukunft möglicherweise schlichtweg nicht genug Zeit haben.

FAQ 6.3

Warum werden manche Meeresorganismen durch die Ozeanversauerung beeinträchtigt?

Viele Meeresarten, von mikroskopischem Plankton bis hin zu Schalentieren und Korallenriffbauern, werden als Kalkbildner bezeichnet – Arten, die festes Kalziumkarbonat (CaCO_3) nutzen, um ihre Skelette oder Schalen aufzubauen. Meerwasser enthält reichlich Kalzium, doch um dieses zu nutzen und in CaCO_3 zu verwandeln, müssen die Arten es an bestimmte Stellen in ihrem Körper bringen und die Alkalinität dort auf Werte erhöhen (den Säuregehalt verringern), die höher sind als in anderen Körperteilen oder im umgebenden Meerwasser. Das verbraucht Energie. Wenn hohe Kohlendioxidgehalte von außen in den Organismus eindringen und die internen Säurespiegel verändern, wird noch mehr Energie benötigt, um die Alkalinität hoch zu halten. Je mehr Energie für die Kalkbildung gebraucht wird, desto weniger steht für andere biologische Prozesse wie Wachstum oder Fortpflanzung zur Verfügung, so dass das Gewicht der Organismen sowie ihre gesamte Wettbewerbsfähigkeit und Lebensfähigkeit abnehmen.

Wenn die äußeren Schalen saurerem Wasser ausgesetzt sind, kann dies ihre Stabilität beeinträchtigen, indem die Karbonatstrukturen geschwächt oder sogar aufgelöst werden. Manche dieser Schalen werden vor direktem Kontakt mit Meerwasser durch eine besondere Beschichtung geschützt, die das Tier produziert (z. B. bei Muscheln). Die zusätzliche Energie, die schon anfänglich für die Bildung der Schale notwendig ist, verringert die Fähigkeit von Organismen, ihre sich auflösenden Schalen zu schützen und zu reparieren. Derzeit haben saurere Wassermassen, die durch Wind und Strömungen vor der Nordwestküste der USA aus der Tiefsee an die Oberfläche gebracht werden, diese Wirkung auf in Aquakulturen gezüchtete Austern.

Die Ozeanversauerung betrifft nicht nur Arten, die kalkhaltige Außenskelette bilden. Sie betrifft weit mehr Organismen direkt oder indirekt und hat das Potential, Nahrungsnetze und die Fischerei zu stören. Die meisten untersuchten Organismen zeigen bei extremen Temperaturen eine höhere Empfindlichkeit, so dass mit der Änderung der Meerestemperaturen diejenigen Arten, die gezwungen sind, an den Grenzen ihrer Temperaturbereiche zu existieren, stärkere Auswirkungen der Versauerung spüren werden.

FAQ 6.4 Welche Änderungen von marinen Ökosystemen sind aufgrund des Klimawandels wahrscheinlich?

Es besteht allgemeiner Konsens unter Wissenschaftlern, dass sich der Klimawandel signifikant auf marine Ökosysteme auswirkt und möglicherweise tiefgreifende Folgen für die künftige Biodiversität der Ozeane hat. Jüngste Änderungen der Verbreitung von Arten wie auch der Artenvielfalt innerhalb einiger Meereseingemeinschaften sowie der Struktur dieser Gemeinschaften wurden der Erwärmung der Meere zugeschrieben. Projizierte Änderungen der physikalischen und biogeochemischen Antriebskräfte wie Temperatur, Kohlendioxidgehalt und Versauerung, Sauerstoffgehalt, Verfügbarkeit von Nährstoffen und die von Eis bedeckte Meeresfläche werden sich auf das Meeresleben auswirken.

Insgesamt wird der Klimawandel zu großräumigen Verschiebungen der Muster von Meeresproduktivität, Biodiversität, Zusammensetzung der Lebensgemeinschaften und Ökosystemstruktur führen. Das regionale Aussterben von Arten, die sensibel auf den Klimawandel reagieren, wird zu einem Rückgang der Artenvielfalt führen. Insbesondere werden die Folgen des Klimawandels für vulnerable Organismen wie Warmwasserkorallen voraussichtlich die damit verbundenen Ökosysteme wie Korallenriffgemeinschaften beeinträchtigen.

Die Primärproduktion im Ozean durch Phytoplankton an der Basis der marinen Nahrungskette wird sich voraussichtlich verändern, aber die globalen Muster dieser Veränderungen sind schwer zu projizieren. Bisherige Projektionen legen einen Anstieg der Primärproduktion in hohen Breitengraden wie im Nord- und Südpolarmeer nahe (weil die Menge des verfügbaren Sonnenlichts für die Photosynthese des Phytoplanktons steigt, wenn die von Eis bedeckte Wasseroberfläche abnimmt). Rückgänge aufgrund verringerter Nährstoffverfügbarkeit sind für die Primärproduktion im Ozean der Tropen und der mittleren Breitengrade vorhergesagt. Eine Veränderung der Biologie, Verteilung und saisonalen Aktivität von Meeresorganismen wird Nahrungsnetzinteraktionen wie den Fraß

von Planktonalgen durch Ruderfußkrebse (kleinste Krustentiere) stören, einer weiteren wichtigen Grundlage der marinen Nahrungskette. Steigende Temperaturen, Nährstoffschwankungen und durch den Menschen herbeigeführter Nährstoffeintrag können die Entstehung schädlicher Algenblüten in Küstengebieten unterstützen. Ähnliche Effekte werden in Auftriebszonen erwartet, wo Wind und Strömungen kälteres und nährstoffreicheres Wasser an die Oberfläche bringen. Der Klimawandel kann auch zu Verschiebungen in der Verbreitung und Häufigkeit von Krankheitserregern führen, wie zum Beispiel von denen, die Cholera verursachen.

Die meisten Klimawandelszenarien sehen eine Verschiebung oder Ausweitung der Verbreitungsgebiete vieler Arten von Plankton, Fischen und Wirbellosen hin zu höheren Breitengraden um mehrere zehn Kilometer pro Jahrzehnt voraus, was zu Veränderungen der Artenvielfalt und einer veränderten Zusammensetzung von Gemeinschaften beiträgt. Organismen, bei denen es unwahrscheinlicher ist, dass sie sich in höhere Breitengrade verlagern werden, weil sie die direkten Auswirkungen des Klimawandels besser übertragen oder weniger mobil sind, können auch betroffen sein, weil der Klimawandel die bestehenden Nahrungsnetze ändert, von denen sie abhängen.

In Polargebieten können Populationen von Wirbellosen und Fischarten, die an kälteres Wasser angepasst sind, zurückgehen, da sie keine Ausweichmöglichkeit haben. Manche dieser Arten könnten lokal aussterben. Einige Arten in Binnenmeeren wie dem Wattenmeer und dem Mittelmeer sind ebenfalls einem höheren lokalen Aussterberisiko ausgesetzt, da die Landgrenzen um diese Gewässer herum es für diese Arten schwierig machen werden, seitwärts auszuweichen, um den möglicherweise zu warmen Gewässern zu entkommen.

Kapitel 7: Ernährungssicherheit und Nahrungsmittelproduktionssysteme

FAQ 7.1

Welche Faktoren bestimmen die Ernährungssicherheit? Und führt eine geringe Nahrungsmittelproduktion zwangsweise zu Ernährungsunsicherheit?

Beobachtete Daten und viele Studien deuten darauf hin, dass sich ein zunehmend wärmeres Klima negativ auf den Pflanzenbau auswirkt und generell die Erträge von Getreidesorten, die als Grundnahrungsmittel dienen, wie Weizen, Reis und Mais, verringert. Diese sind jedoch je nach Region und Breitengrad unterschiedlich. Erhöhtes Kohlendioxid (CO₂) könnte für die Ernteerträge kurzfristig von Vorteil sein, indem es die Photosyntheseraten erhöht. Es besteht jedoch große Unsicherheit bezüglich des Ausmaßes des CO₂-Effekts und der Bedeutung von Wechselwirkungen mit anderen Faktoren. Der Klimawandel wird sich durch graduelle Erwärmung, Ozeanversauerung und Änderungen der Häufigkeit, Intensität und des Schauplatzes von Extremereignissen auf Fischerei und Aquakultur auswirken. Andere Aspekte der Nahrungskette sind ebenfalls klimasensibel, doch solche Folgen sind deutlich weniger verstanden. Klimakatastrophen zählen zu den Hauptursachen von Ernährungsunsicherheit, sowohl direkt nach einer Katastrophe als auch auf lange Sicht. Dürre ist ein wichtiger Antriebsfaktor für Ernährungsunsicherheit und trägt zu negativen Folgen für die Ernährung bei. Überschwemmungen und Tropenstürme wirken sich ebenfalls auf die Ernährungssicherheit aus, indem sie Existenzgrundlagen zerstören. Die Beziehung zwischen Klimawandel und Nahrungsmittelproduktion hängt stark davon ab, wann und welche Anpassungsmaßnahmen ergriffen werden. Andere Glieder in der Nahrungskette von der Produktion bis zum Verbrauch sind klimasensibel, doch solche Folgen sind deutlich weniger verstanden.

FAQ 7.2

Wie könnte der Klimawandel mit Veränderungen der Fischbestände und der Ozeanversauerung wechselwirken?

Millionen von Menschen sind für ihre Ernährungssicherheit auf Fisch und marine Wirbellose angewiesen und nutzen diese als wichtige Quelle für Protein und einige Mikronährstoffe. Der Klimawandel wird sich jedoch auf die Fischbestände und andere wasserlebende Arten auswirken. Zum Beispiel werden steigende Temperaturen in manchen Gebieten zu einer erhöhten Produktion von wichtigen Fischereiressourcen, in anderen aber zu einer verringerten Produktion führen, während sich die zunehmende Versauerung

negativ auf wichtige wirbellose Arten auswirken wird, einschließlich Arten, die Korallenriffe bauen, welche ein wichtiges Habitat für viele genutzte Fischarten in diesen Gebieten darstellen. Die ärmsten Fischer und andere, die von der Fischerei und Subsistenzaquakultur abhängig sind, werden gegenüber diesen Änderungen am verwundbarsten sein, einschließlich derjenigen in kleinen Inselentwicklungsländern, mittel- und westafrikanischen Ländern, Peru und Kolumbien in Südamerika sowie einigen tropischen asiatischen Ländern.

FAQ 7.3

Wie könnten Anpassungsmaßnahmen die Ernährungssicherheit und die Ernährung verbessern?

Mehr als 70 % der Landwirtschaft sind Regenfeldbau. Das legt nahe, dass Landwirtschaft, Ernährungssicherheit und Ernährung allesamt hochempfindlich auf Niederschlagsänderungen in Verbindung mit dem Klimawandel reagieren. Anpassung, die sich auf die Gewährleistung der Ernährungssicherheit unter einem sich verändernden Klima konzentriert, könnte sich am unmittelbarsten vorteilhaft auf Existenzgrundlagen auswirken, die zahlreiche Vorteile für die Ernährungssicherheit haben, z. B. eine Erhöhung der Nahrungsmittelproduktion, den Zugang zu Märkten und Ressourcen sowie ein verringertes Katastrophenrisiko. Eine effektive Anpassung des Ackerbaus kann helfen, die Nahrungsmittelproduktion zu sichern und damit zu Ernährungssicherheit und nachhaltigen Existenzgrundlagen in Entwicklungsländern beitragen, indem das derzeitige Klimarisikomanagement verstärkt wird. Es gibt immer mehr Belege dafür, dass Landwirte in manchen Regionen sich bereits den beobachteten Klimaänderungen anpassen, insbesondere durch eine Veränderung der Anbau- und Aussaatzeiten sowie der Feldfruchtsorten und -arten. Anpassungsreaktionen auf den Klimawandel in der Fischerei könnten Managementansätze und -maßnahmen umfassen, die die Resilienz der genutzten Ökosysteme maximieren und so sicherstellen, dass die Fischerei- und Aquakulturgemeinschaften die Gelegenheit sowie die Fähigkeit haben, auf die durch den Klimawandel herbeigeführten neuen Möglichkeiten zu reagieren, sowie die Nutzung von multisektoralen Anpassungsstrategien, um die Auswirkungen negativer Folgen auf einen bestimmten Sektor zu verringern. Diese Anpassungen werden jedoch nicht unbedingt alle negativen Folgen des Klimawandels verringern, und die Wirksamkeit von Anpassungen könnte am oberen Ende der Erwärmungsprojektionen nachlassen.

Siedlungen, Industrie und Infrastruktur

Kapitel 8: Städtische Gebiete

FAQ 8.1 Liefere Erfahrungen mit Katastrophenvorsorge in städtischen Gebieten nützliche Lehren für die Anpassung an den Klimawandel?

Es besteht langjährige Erfahrung mit Stadtverwaltungen, die Katastrophenvorsorge betreiben, die durch die lokal gesteuerte Identifizierung der wichtigsten Gefahren, Risiken und Verwundbarkeiten gegenüber Katastrophen untermauert wird und herausstellt, was getan werden sollte, um das Katastrophenrisiko zu mindern oder zu beseitigen. Ihre Bedeutung liegt in der Tatsache, dass sie lokale Regierungen dazu anregt, vor der Katastrophe zu handeln – zum Beispiel bezüglich Überschwemmungsrisiken sowohl Exposition und Risiko zu senken, als auch vor der Flut für Notfallmaßnahmen (z. B. temporäre Evakuierung von durch Überflutung gefährdeten Orten) sowie für schnelle Hilfe und Wiederaufbau im Nachgang gerüstet zu sein. In manchen Ländern haben die nationalen Regierungen den rechtlichen Rahmen geschaffen, um die Kapazitäten örtlicher Regierungen hierfür zu stärken und zu unterstützen (Abschnitt 8.3.2.2). Dies ist eine wertvolle Grundlage für die Bewertung von mit dem Klimawandel verbundenen Gefahren, Risiken und Verwundbarkeiten, insbesondere denjenigen in Verbindung mit Extremwetter, sowie für die Reaktion darauf. Städtische Regierungen mit wirksamen Kapazitäten für Katastrophenvorsorge (mit der erforderlichen Einbindung verschiedener Sektoren) haben die institutionellen und finanziellen Kapazitäten, die für Anpassung wichtig sind. Doch während die Katastrophenvorsorge ihre Informationen aus sorgfältigen Analysen bestehender Gefahren und vergangener Katastrophen bezieht (einschließlich Wiederholungszeiträumen), muss die Anpassung an den Klimawandel mit berücksichtigen, wie sich Gefahren, Risiken und Verwundbarkeiten im Laufe der Zeit verändern werden oder könnten. Katastrophenvorsorge deckt auch Katastrophen ab, die aus Gefahren resultieren, die nicht mit dem Klima oder dem Klimawandel in Verbindung stehen, wie beispielsweise Erdbeben.

FAQ 8.2 Passen sich Städte, wenn sie sich wirtschaftlich entwickeln, besser an den Klimawandel an?

Städte und Länder mit erfolgreichen Volkswirtschaften können mehr Ressourcen für die Anpassung an den Klimawandel mobilisieren. Anpassung erfordert jedoch auch spezifische politische Konzepte, damit sichergestellt ist, dass hochwertige risikoverringernde Infrastruktur und Dienstleistungen vorhanden sind, die die gesamte Stadtbevölkerung erreichen, sowie die institutionelle und finanzielle Kapazität, diese bereitzustellen, zu verwalten und gegebenenfalls zu erweitern. Armutsbekämpfung kann Anpassung ebenfalls unterstützen, indem sie die Resilienz von Personen, Haushalten und Gemeinden in Gruppen mit niedrigem Einkommen gegenüber Stress und Schocks erhöht und deren Anpassungsfähigkeit verbessert. Dies liefert eine Grundlage für den Aufbau von Resilienz gegenüber dem Klimawandel, insgesamt sind jedoch zusätzliches Wissen, Ressourcen, Kapazitäten und Fähigkeiten gefordert, insbesondere, um Resilienz gegenüber Veränderungen zu entwickeln, die über das hinausgehen, was in der Vergangenheit erlebt wurde.

FAQ 8.3 Verursacht der Klimawandel Probleme in Städten, indem er die Landflucht verstärkt?

Der Umzug von Landbewohnern in städtische Gebiete, um dort zu leben und zu arbeiten, ist weitgehend eine Reaktion auf die Konzentration neuer Investitionen und Arbeitsmöglichkeiten in den Städten. Alle Länder mit hohem Einkommen sind vorherrschend städtisch geprägt, und steigende Urbanisierungsgrade sind eng mit wirtschaftlichem Wachstum verbunden. Mit wirtschaftlichem Erfolg kommt ein zunehmender Anteil des Bruttoinlandsprodukts und der Arbeitskräfte aus Industrie und Dienstleistung, die zumeist in städtischen Gebieten angesiedelt sind. Während ein schnelles Bevölkerungswachstum die lokalen Regierungen jeglicher Ballungsgebiete vor große Herausforderungen stellt, besteht hier die Notwendigkeit, dafür zu sorgen, dass die örtlichen Regierungen dies auch unter Berücksichtigung der Anpassung an den Klimawandel bewältigen können. Eine ländliche Entwicklung und Anpassung, die Landbewohner und deren Existenzgrundlagen und Ressourcen schützt, ist von großer Bedeutung, wie besonders in Kapitel 9 und 13 betont wird. Dies wird jedoch nicht unbedingt zu langsameren Migrationsströmen in die Stadtgebiete führen, auch wenn es dabei helfen wird, ländliche Katastrophen und die Anzahl an Menschen zu begrenzen, die derentwegen in die Städte ziehen.

FAQ 8.4**Sollten städtische Anpassungspläne nicht warten, bis größere Sicherheit bezüglich der lokalen Folgen des Klimawandels besteht?**

Zuverlässigere, örtlich spezifischere und auf eine niedrigere Ebene verlagerte Projektionen von Folgen des Klimawandels sowie Mittel zur Risikoüberwachung und zum Risikomanagement werden benötigt. Doch Bewertungen lokaler Risiken und Verwundbarkeiten, die ihre Aufmerksamkeit auch auf diejenigen Risiken richten, die der Klimawandel verstärken kann oder wird, liefern eine Grundlage für die Einbindung von Anpassung in die Entwicklung zum jetzigen Zeitpunkt; dazu gehören auch die Überprüfung politischer Konzepte und effektivere Notfallpläne. Darüber hinaus haben ein Großteil der Infrastruktur und die meisten Gebäude eine Lebensdauer von vielen Jahrzehnten, so dass jetzt getätigte Investitionen berücksichtigen sollten, welche Risikoänderungen sich während ihrer Lebensdauer ergeben könnten. Die Einbindung der Anpassung an den Klimawandel in die Entwicklungsplanung, Infrastrukturinvestitionen und das Landnutzungsmanagement jedes Ballungsraums wird durch ein iteratives Verfahren innerhalb der einzelnen Gemeinden gefördert, bei dem über die sich ändernden Risiken und Unsicherheiten dazugelernt wird und das die Informationsgrundlage für die Bewertung politischer Optionen und Entscheidungen liefert.

Kapitel 9: Ländliche Gebiete**FAQ 9.1****Was ist in Bezug auf die Folgen des Klimawandels, auf Verwundbarkeit und auf Anpassung charakteristisch für ländliche Gebiete?**

Fast die Hälfte der Weltbevölkerung, etwa 3,3 Milliarden Menschen, leben in ländlichen Gebieten, und 90 % davon leben in Entwicklungsländern. Ländliche Gebiete in Entwicklungsländern sind durch eine Abhängigkeit von Landwirtschaft und natürlichen Ressourcen, hohe Prävalenz von Armut, Isolation und Randständigkeit, Vernachlässigung durch politische Entscheidungsträger und geringere Entwicklung charakterisiert. Diese Besonderheiten bestehen in einem geringeren Maß auch in ländlichen Gebieten von Industrienationen, wo darüber hinaus engere gegenseitige Abhängigkeiten zwischen ländlichen und städtischen Gebieten bestehen (zum Beispiel beim Pendeln) und wo es auch neuere Formen der Landnutzung wie Tourismus und Freizeitaktivitäten gibt (auch wenn diese im Allgemeinen von natürlichen Ressourcen abhängen).

Die besonderen Eigenschaften ländlicher Gebiete machen sie in einzigartiger Weise anfällig gegenüber den Folgen des Klimawandels, denn:

- die höhere Abhängigkeit von Landwirtschaft und natürlichen Ressourcen macht sie sehr anfällig für Klimaschwankungen, extreme Klimaereignisse und Klimawandel.
- die bestehenden Verwundbarkeiten aufgrund von Armut, geringerer Bildung, Isolation und Vernachlässigung durch politische Entscheidungsträger können allesamt die Folgen des Klimawandels auf viele Arten verschärfen.

Im Gegenzug haben sich die Bewohner ländlicher Gebiete in vielen Teilen der Welt über lange Zeit an Klimavariabilität angepasst oder zumindest gelernt, damit umzugehen. Dies haben sie mittels Landwirtschaftspraktiken und der Nutzung wilder natürlicher Ressourcen (oft auch als indigenes Wissen oder ähnlich bezeichnet) sowie einer Diversifikation von Existenzgrundlagen und informeller Institutionen für Risikoteilung und -management getan. Ähnliche Anpassungen und Umgangstrategien können, unterstützende Politik und Institutionen vorausgesetzt, die Grundlage für die Anpassung an den Klimawandel bilden, wenn auch die Wirksamkeit solcher Ansätze vom Schweregrad und der Geschwindigkeit der Folgen des Klimawandels abhängen wird.

FAQ 9.2**Was werden in den ländlichen Gebieten der Welt die bedeutendsten Folgen des Klimawandels sein?**

Die Folgen des Klimawandels für Siedlungsmuster, Existenzgrundlagen und Einkommen in ländlichen Gebieten werden komplex sein und von vielen Einflussfaktoren abhängen, so dass sie schwer vorherzusagen sind. Diese Wirkungsketten können ihren Ursprung in Extremereignissen wie Überschwemmungen und Stürmen haben, von denen für einige Kategorien in manchen Gebieten mit hoher Sicherheit Zunahmen durch den Klimawandel projiziert werden. Solche Extremereignisse werden ländliche Infrastruktur direkt betreffen und könnten Todesopfer fordern. Andere Wirkungsketten werden entlang von Landwirtschaft und den anderen Ökosystemen (Weideland, Fischgründen, Wildtiergebieten) verlaufen, von denen die ländliche Bevölkerung abhängig ist. Folgen für Landwirtschaft und Ökosysteme selbst können von Extremereignissen wie Hitzewellen oder Dürren, anderen Formen der Klimavariabilität oder auch von Änderungen der mittleren Klimabedingungen wie allgemein höheren Temperaturen herrühren. Alle klimabedingten Folgen werden durch die Verwundbarkeit der Landbevölkerung beeinflusst, die in Armut oder Isolation lebt oder

weniger alphabetisiert ist und so weiter, aber auch durch Faktoren, die ländlichen Gemeinden Resilienz gegenüber dem Klimawandel verleihen, wie indigenes Wissen und Netzwerke gegenseitiger Unterstützung.

Angesichts der starken Abhängigkeit ländlicher Gebiete von natürlichen Ressourcen werden die Folgen des Klimawandels für Landwirtschaft, Forstwirtschaft und Fischerei und damit für die ländlichen Existenzgrundlagen und Einkommen wahrscheinlich besonders gravierend sein. Sekundäre (verarbeitende) Industrien in diesen Bereichen und die Existenzgrundlagen und Einkommen, die darauf basieren, werden dann ebenso wesentlich beeinträchtigt. Infrastruktur (z. B. Straßen, Gebäude, Dämme und Bewässerungssysteme) wird durch Extremereignisse, die mit dem Klimawandel einhergehen, beeinträchtigt werden. Diese Klimafolgen können zur Landflucht beitragen, auch wenn diese bereits in vielen verschiedenen Formen aus zahlreichen nicht mit dem Klima zusammenhängenden Gründen existiert. Manche ländlichen Gebiete werden auch sekundäre Folgen von Klimapolitik zu spüren bekommen – die Art und Weise, wie Regierungen und Andere versuchen, Nettotreibhausgasemissionen zu verringern, wie beispielsweise durch die Förderung des Anbaus von Biobrennstoffen oder die Eindämmung von Entwaldung. Diese sekundären Folgen können entweder positiv (mehr Beschäftigungsmöglichkeiten) oder negativ (Änderungen der Landschaft, zunehmende Konflikte hinsichtlich knapper Ressourcen) sein.

FAQ 9.3 **Wie wird sich die Landbevölkerung hauptsächlich an den Klimawandel anpassen?**

Die Landbevölkerung wird sich in einigen Fällen mithilfe ihres eigenen Wissens sowie ihrer eigenen Ressourcen und Netzwerke an den Klimawandel anpassen. In anderen Fällen werden Regierungen und andere Außenstehende ihnen helfen oder Anpassung in einer Größenordnung planen und ausführen müssen, wie es einzelne ländliche Haushalte und Gemeinden nicht können. Beispiele für ländliche Anpassungen werden die Änderung von Landwirtschafts- und Fischereipraktiken, die Einführung neuer Arten, Sorten und Produktionstechniken, ein anderes Wassermanagement, die Diversifizierung von Existenzgrundlagen, Infrastrukturänderungen und die Nutzung oder den Aufbau von sowohl formellen als auch informellen Risikoteilungsmechanismen umfassen. Auch Änderungen der institutionellen und Regierungsstrukturen für ländliche Gebiete werden Teil der Anpassung sein.

Kapitel 10: Wirtschaftliche Schlüssel-sektoren und Dienstleistungen

FAQ 10.1 **Warum sind bedeutende Wirtschaftssektoren anfällig für den Klimawandel?**

Viele bedeutende Wirtschaftssektoren werden durch langfristige Änderungen von Temperatur, Niederschlag, Meeresspiegelanstieg und Extremereignissen beeinträchtigt, die allesamt Folgen des Klimawandels sind. Zum Beispiel wird Energie genutzt, um Gebäude im Winter warm und im Sommer kühl zu halten. Temperaturänderungen würden folglich den Energiebedarf beeinflussen. Der Klimawandel betrifft die Energieversorgung auch durch die Kühlung von thermischen Anlagen, durch Wind-, Solar- und Wasserressourcen für Strom und durch Transport- und Übertragungsinfrastruktur. Der Wasserbedarf steigt mit der Temperatur, sinkt aber durch steigende Kohlendioxid (CO₂)-Konzentrationen, da CO₂-Düngung die Wassernutzungseffizienz bei der Pflanzenatmung verbessert. Die Wasserversorgung ist abhängig von Niederschlagsmustern und Temperaturen, und die Wasserinfrastruktur ist anfällig für Extremwetter, während die Verkehrsinfrastruktur so ausgelegt ist, dass sie einer bestimmten Spanne von Wetterbedingungen standhalten kann, und der Klimawandel würde diese Infrastruktur Wetterbedingungen aussetzen, die außerhalb der Auslegungskriterien aus der Vergangenheit liegen. Freizeitaktivitäten und Tourismus sind wetterabhängig. Da Ferien üblicherweise im Voraus geplant werden, ist der Tourismus abhängig vom erwarteten Wetter und wird so vom Klimawandel betroffen sein. Auch Gesundheitssysteme sind betroffen, da der Klimawandel zahlreiche Erkrankungen und damit auch die Nachfrage nach und das Angebot von medizinischer Versorgung beeinflusst.

FAQ 10.2 **Wie wirkt sich der Klimawandel auf Versicherungen und Finanzdienstleistungen aus?**

Versicherung bietet finanzielle Sicherheit unter anderem gegenüber Wettergefahren. Der Klimawandel einschließlich veränderter Wetterschwankungen wird vermutlich das Ausmaß und die Variabilität von Verlusten in verschiedenen Regionen durch häufigere und/oder intensivere Wetterkatastrophen erhöhen. Versicherungssysteme werden vor der Herausforderung stehen, Versicherungsschutz zu Prämien anzubieten, die noch bezahlbar sind, gleichzeitig aber mehr risikobasiertes Kapital zu benötigen. Angemessener Versicherungsschutz wird in Ländern mit geringen und mittleren Einkommen schwierig werden. Andere Finanzdienstleistungsaktivitäten können je nach Exposition der investierten Werte/Anleihen

portfolios gegenüber dem Klimawandel beeinträchtigt sein. Diese Exposition umfasst nicht nur physische Schäden, sondern auch regulatorische/reputationsbezogene Effekte, Haftung und Prozessrisiken.

FAQ 10.3 Sind auch andere Wirtschaftssektoren anfällig gegenüber dem Klimawandel?

Wirtschaftliche Aktivitäten wie Landwirtschaft, Forstwirtschaft, Fischerei und Bergbau sind dem Wetter ausgesetzt und damit anfällig gegenüber dem Klimawandel. Andere wirtschaftliche Tätigkeiten wie Produktion und Dienstleistungen finden hauptsächlich in kontrollierten Umgebungen statt und sind somit kaum dem Klimawandel ausgesetzt. Märkte verbinden jedoch Sektoren, so dass die Folgen des Klimawandels von einer Aktivität auf alle anderen überschwappen. Folgen des Klimawandels für wirtschaftliche Entwicklung und Wachstum betreffen ebenfalls alle Sektoren.

Gesundheit, Wohlergehen und Sicherheit des Menschen

Kapitel 11: Gesundheit: Folgen, Anpassung und positive Nebeneffekte

FAQ 11.1 Wie wirkt sich der Klimawandel auf die menschliche Gesundheit aus?

Der Klimawandel wirkt sich auf drei Arten auf die Gesundheit aus: (1) direkt, wie die Mortalität und Morbidität (einschließlich „Hitzeerschöpfung“) aufgrund extremer Hitzeereignisse, Überschwemmungen und anderer extremer Wetterereignisse, bei denen der Klimawandel möglicherweise eine Rolle spielt; (2) indirekte Folgen durch Änderungen von Umwelt und Ökosystemen, wie Verschiebungen der Verbreitungsmuster von krankheitsübertragenden Mücken und Zecken oder Zunahmen von wasserübertragenen Erkrankungen aufgrund wärmerer Bedingungen und verstärktem Niederschlag und Abfluss; und (3) indirekte Folgen, die über soziale Systeme vermittelt werden, wie Unterernährung und psychische Krankheit durch veränderte landwirtschaftliche Produktion und Nahrungsmittelunsicherheit, Stress und gewaltsame Konflikte aufgrund der Umsiedlung von Bevölkerung, wirtschaftliche Verluste aufgrund weitverbreiteter „Hitzeerschöpfung“, die sich auf die Arbeitskräfte auswirkt oder andere umweltbedingte Belastungsfaktoren und Schäden im Gesundheitssystem durch extreme Wetterereignisse.

FAQ 11.2 Wird der Klimawandel gesundheitliche Vorteile mit sich bringen?

Ja. Beispielsweise können manche Bevölkerungsgruppen in gemäßigten Gebieten weniger durch extreme Kälte gefährdet sein und von einer höheren landwirtschaftlichen Produktivität profitieren, zumindest bei gemäßigten Ausprägungen des Klimawandels. In einigen derzeitigen Hochwassergebieten kann das Überschwemmungsrisiko sinken. Insgesamt werden jedoch die Folgen für fast alle Menschen und für die ganze Welt voraussichtlich eher negativ als positiv sein, und das zunehmend mit dem Voranschreiten des Klimawandels. Darüber hinaus hat der Breitengradbereich der Welt, der von weniger Kälte profitieren könnte (z. B. der hohe Norden der Nordhalbkugel), weniger Einwohner als die Breitengrade um den Äquator, wo die Belastung am größten sein wird.

FAQ 11.3 Wen betrifft der Klimawandel am stärksten?

Während den direkten Gesundheitseffekten extremer Wetterereignisse große Aufmerksamkeit zuteil wird, schadet der Klimawandel der menschlichen Gesundheit hauptsächlich, indem er bereits bestehende Krankheitsbelastungen und negative Folgen für das Alltagsleben derjenigen mit den schwächsten Gesundheitssystemen und der geringsten Anpassungsfähigkeit noch verschlimmert. Die meisten Untersuchungen weisen darauf hin, dass arme und entrechtete Gruppen das größte Risiko tragen werden. Global gesehen werden arme Länder am stärksten belastet werden, insbesondere arme Kinder, die heute am stärksten von klimabedingten Krankheiten wie Malaria, Unterernährung und Diarrhoe betroffen sind. Die vielfältigen und globalen Effekte des Klimawandels bedeuten jedoch, dass auch Bevölkerungsgruppen mit höheren Einkommen von Extremereignissen, aufkommenden Risiken und der Ausbreitung von Folgen über den Kreis der anfälligeren Bevölkerungsgruppen hinaus betroffen sein können.

FAQ 11.4 Welche Anpassungsstrategie ist am wichtigsten, um die gesundheitlichen Folgen des Klimawandels zu verringern?

In der unmittelbaren Zukunft besteht der wichtigste einzelne Schritt, der zur Verringerung der gesundheitlichen Folgen des Klimawandels unternommen werden kann, darin, medizinische und öffentliche Gesundheitsmaßnahmen zu beschleunigen, um die aktuelle Belastung durch Krankheiten zu verringern, insbesondere Krankheiten in armen Ländern, die mit den klimatischen Bedingungen zusammenhängen.

Maßnahmen mit hoher Priorität umfassen ein besseres Management der für die Gesundheit entscheidenden Umweltfaktoren (wie die Bereitstellung von Wasser und Sanitärversorgung), die Überwachung von Infektionskrankheiten und die Stärkung der Resilienz von Gesundheitssystemen gegenüber extremen Wetterereignissen. Armutslinderung ist ebenfalls eine notwendige Voraussetzung für erfolgreiche Anpassung.

Es gibt jedoch Grenzen für die gesundheitliche Anpassung. Zum Beispiel weisen die Erwärmungsprojektionen am oberen Ende der Skala darauf hin, dass in Teilen der Welt noch vor dem Ende des 21. Jahrhunderts Temperaturen auftreten können, die zu manchen Zeiten des Jahres die physiologischen Grenzen überschreiten, so dass es unmöglich wird, draußen zu arbeiten oder anderweitig körperlich aktiv zu sein.

FAQ 11.5 **Welche „positiven Nebeneffekte“ für die Gesundheit haben Minderungsmaßnahmen zum Klimawandel?**

Viele Minderungsmaßnahmen, die Emissionen derjenigen klimaverändernden Schadstoffe (*climate altering pollutants*, CAP), die den Planeten erwärmen, verringern, haben zusätzlich zur Verringerung des Klimawandelrisikos wichtige direkte gesundheitliche Vorteile. Diese Beziehung wird als „positive Nebeneffekte“ (*co-benefits*) bezeichnet. Beispielsweise könnte die zunehmende Verbrennungseffizienz in Haushalten, die mit Biomasse oder Kohle kochen, Klimavorteile haben, indem CAP reduziert werden, und gleichzeitig große Gesundheitsvorteile für die ärmeren Bevölkerungsgruppen mit sich bringen. Energieeffizienz und eine Verringerung der Kohlenutzung für die Stromerzeugung verringern nicht nur Treibhausgasemissionen, sondern auch die Emission von Feinpartikeln, die weltweit viele vorzeitige Todesfälle verursachen, sowie andere gesundheitliche Folgen der Nutzung von Kohle als Brennstoff. Programme, die „aktiven Verkehr“ (Gehen und Radfahren) anstelle des motorisierten Fahrens unterstützen, verringern CAP-Emissionen und bieten gleichzeitig direkte gesundheitliche Vorteile. Ein großer Teil der Treibhausgasemissionen aus dem Ernährungs- und Landwirtschaftssektor stammt von Kühen, Ziegen und Schafen – Wiederkäuern, die im Rahmen ihres Verdauungsprozesses das Treibhausgas Methan erzeugen. Den Verbrauch von Fleisch und Milchprodukten von diesen Tieren zu reduzieren, kann zu einem Rückgang ischämischer Herzerkrankungen (wenn man davon ausgeht, dass diese Produkte durch mehrfach ungesättigte Fettsäuren auf pflanzlicher Basis ersetzt werden) und einiger Krebsarten führen. Programme, die allen Frauen Zugang zu reproduktiven Gesundheitsleistungen bieten, werden nicht nur zu einem langsameren Wachstum der Bevölkerung und des damit ver-

bundenen Energiebedarfs führen, sondern auch die Kinder- und Müttersterblichkeit verringern.

Kapitel 12: Menschliche Sicherheit

FAQ 12.1 **Was sind die bedeutendsten Bedrohungen der menschlichen Sicherheit durch den Klimawandel?**

Der Klimawandel bedroht die menschliche Sicherheit, weil er Existenzgrundlagen unterminiert, Kultur und individuelle Identität beeinträchtigt, unerwünschte Migration verstärkt und weil er die Fähigkeit von Staaten beeinträchtigen kann, die für die menschliche Sicherheit erforderlichen Bedingungen zu schaffen. Klimaänderungen können einige oder alle dieser Faktoren gleichzeitig beeinflussen. Situationen akuter Unsicherheit wie Hungersnöte, Konflikte und soziopolitische Instabilität gehen fast immer aus dem Zusammenwirken vieler Faktoren hervor. Für viele bereits sozial ausgegrenzte Bevölkerungsgruppen, die von Ressourcen abhängig sind und nur begrenzte Kapitalwerte besitzen, wird die menschliche Sicherheit mit dem Fortschreiten des Klimawandels weiter unterminiert werden.

FAQ 12.2 **Kann Laienwissen über Umweltrisiken bei der Anpassung an den Klimawandel helfen?**

Laienwissen über Umwelt und Klima ist in der Geschichte tief verwurzelt und umfasst wichtige Bereiche des Lebens. Laienwissen ist insbesondere in Kulturen mit einer engen Beziehung zwischen Mensch und Umwelt vorherrschend. Für viele indigene und ländliche Gemeinschaften beispielsweise sind existenzsichernde Aktivitäten wie Herdenhaltung, Jagd, Fischerei oder Landbau direkt verbunden mit und abhängig von den Klima- und Wetterbedingungen. Diese Gemeinschaften verfügen daher über kritisches Wissen zum Umgang mit Umweltveränderungen und den damit verbundenen gesellschaftlichen Bedingungen. Überall auf der Welt wird dieses Wissen üblicherweise dazu genutzt, sich an die Umweltbedingungen anzupassen, und ist direkt relevant für die Anpassung an den Klimawandel.

FAQ 12.3 Wie viele Menschen könnten infolge des Klimawandels vertrieben werden?

Vertreibung bezeichnet den Weggang von Menschen von ihrem Wohnort. Sie kann auftreten, wenn Extremwetterereignisse wie Überschwemmungen und Dürren bestimmte Gebiete vorübergehend unbewohnbar machen. Große Extremwetterereignisse haben in der Vergangenheit zu signifikanten temporären Vertreibungen geführt, und Änderungen der Häufigkeit von Extremereignissen werden die Probleme und Risiken solcher Vertreibungen verstärken. Viele verwundbare Gruppen haben jedoch nicht die Mittel, um aus Gebieten auszuwandern, die Risiken durch Extremereignisse ausgesetzt sind. Es gibt keine belastbaren globalen Schätzungen zukünftiger Vertreibung, aber signifikante Belege dafür, dass Planung und erhöhte Mobilität die Sicherheitskosten durch Vertreibung aufgrund von Extremwetterereignissen senken können. Klimaänderungen in ländlichen Gebieten könnten die Abwanderung in Ballungsgebiete verstärken. Umweltbedingungen und geänderte Ökosystemdienstleistungen sind jedoch nur einige der vielen Gründe, warum Menschen abwandern. Während also die Folgen des Klimawandels bei diesen Entscheidungen künftig eine Rolle spielen werden, ist es angesichts der komplexen Motivationen für alle Migrationsentscheidungen schwer, eine Person als Klimamigranten zu kategorisieren (Abschnitt 12.4).

FAQ 12.4 Welche Rolle spielt Migration in der Anpassung an den Klimawandel, insbesondere in verwundbaren Regionen?

Der Umzug von einem Ort an einen anderen ist ein grundlegender Weg, wie Menschen auf schwierige Bedingungen reagieren. Migrationsmuster werden überall hauptsächlich durch wirtschaftliche Faktoren angetrieben: Das weltweit bedeutendste Migrationssystem war bisher die Bewegung aus ländlichen in städtische Gebiete innerhalb von Ländern, wenn die Menschen günstigere Arbeits- und Lebensbedingungen suchen.

FAQ 12.5 Wird der Klimawandel Krieg zwischen Ländern verursachen?

Der Klimawandel hat das Potential, die Rivalität zwischen Ländern bezüglich gemeinsam genutzter Ressourcen zu steigern. Sorge bereitet beispielsweise die Rivalität über sich ändernde Zugänge zu den Ressourcen in der Arktis und in grenzübergreifenden Flussbecken. Klimaänderungen stellen eine Herausforderung für die Wirksamkeit der verschiedenen bereits

bestehenden Institutionen dar, die die Beziehungen hinsichtlich dieser Ressourcen regeln sollen. Es besteht jedoch große Übereinstimmung in der Wissenschaft, dass diese verstärkte Rivalität wohl kaum direkt zu Kriegshandlungen zwischen Staaten führen wird. Die verfügbaren Belege zeigen, dass die Beschaffenheit von Ressourcen wie grenzübergreifenden Gewässern sowie die Bandbreite an Institutionen zur Konfliktlösung in der Lage waren, Rivalitäten so aufzulösen, dass gewaltsame Konflikte verhindert wurden.

Kapitel 13: Existenzgrundlagen und Armut

FAQ 13.1 Was sind multiple Stressfaktoren, und wie überschneiden sie sich mit Ungleichheiten und beeinflussen so den Entwicklungsverlauf von Existenzgrundlagen?

Multiple Stressfaktoren sind gleichzeitige oder direkt aufeinander folgende Bedingungen oder Ereignisse, die Änderungen von Existenzgrundlagen hervorrufen/erfordern. Stressfaktoren umfassen klimatische (z. B. Verschiebung der Jahreszeiten), sozioökonomische (z. B. Marktvolatilität) und Umweltfaktoren (z. B. Zerstörung von Wald), die interagieren und sich gegenseitig über Zeit und Raum verstärken, so dass Möglichkeiten und Entscheidungsfindung zur Existenzsicherung beeinflusst werden (siehe Abbildung 13-1). Stressfaktoren, die ihren Ursprung auf der Makroebene haben, umfassen Klimawandel, Globalisierung und Technologiewandel. Auf regionaler, nationaler und lokaler Ebene prägen institutioneller Kontext und politische Strategien die Möglichkeiten und Stolperfallen bei der Abmilderung der Auswirkungen dieser Stressfaktoren. Welche speziellen Stressfaktoren letztlich zu Schocks für bestimmte Existenzgrundlagen und Haushalte führen, wird oftmals durch Institutionen bestimmt, die die lokale mit den höheren Ebenen verbinden. Darüber hinaus verstärken Ungleichheiten in Ländern mit geringem, mittlerem und hohem Einkommen oftmals die Auswirkungen dieser Stressfaktoren. Das gilt insbesondere für Existenzgrundlagen und Haushalte, die hinsichtlich ihrer Vermögenswerte nur begrenzt flexibel sind und/oder aufgrund von Geschlecht, Alter, Klasse, Rasse, Arbeits(un)fähigkeit oder ihrer Zugehörigkeit zu bestimmten indigenen oder ethnischen Gruppe benachteiligt und ausgegrenzt werden. Wetterereignisse und das Klima beeinflussen diese Stressfaktoren, wodurch einige profitieren und ihr Wohlergehen verbessern können, während andere schwere Schocks erleben und in die chronische Armut abrutschen können. Wer wie, wo und für wie lange betroffen ist, hängt vom jeweiligen lokalen Zusammenhang ab. Zum Beispiel beeinflussen im Humla-Bezirk in Nepal angesichts multipler

Stressfaktoren wie Verschiebungen der Monsunzeit (klimatisch), begrenzten Straßenverbindungen (sozio-ökonomisch) und großer Höhe (umweltbezogen) die Geschlechterrollen und Kastenbeziehungen die Entwicklungsverläufe von Existenzgrundlagen. Frauen aus niederen Kasten haben ihre Existenzgrundlagen angepasst, indem sie verstärkt nach Tagesarbeit suchen, während Männer aus niederen Kasten an der Grenze zwischen Nepal und China Handelsgeschäfte machen, was zuvor ausschließlich eine Existenzgrundlage für die obere Kaste war.

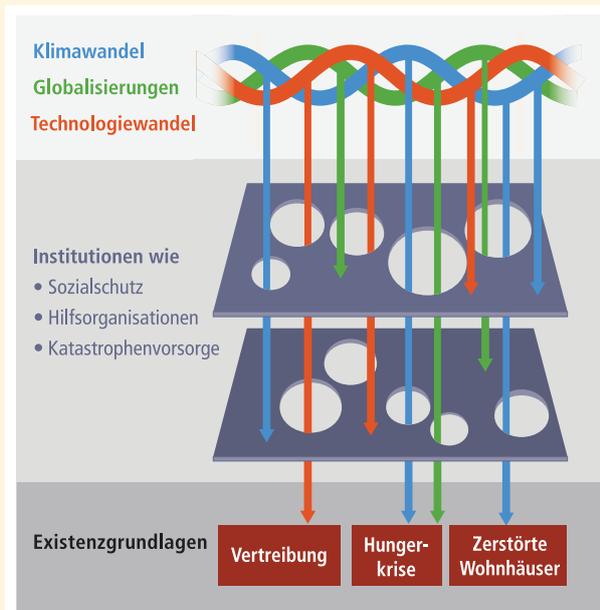


Abbildung 13-1 | Multiple Stressfaktoren im Zusammenhang mit Klimawandel, Globalisierung und Technologiewandel interagieren mit nationalen und regionalen Institutionen, so dass Schocks für ortsgebundene Existenzgrundlagen ausgelöst werden, nach Reason (2000).

QUELLE:

Reason, J., 2000: Human error: models and management. *BMJ: British Medical Journal*, 320(7237), 768.

FAQ 13.2 Welche Bedeutung für Armut haben klimawandelbedingte Folgen im Vergleich zu anderen Armutsreibern?

Durch den Klimawandel ausgelöste Folgen sind eine unter vielen bedeutenden Ursachen von Armut. Sie fungieren oftmals als Bedrohungsmultiplikator, was bedeutet, dass die Folgen des Klimawandels andere Armutsreiber ergänzen. Armut ist ein komplexes soziales und politisches Problem in Ländern mit niedrigem, mittlerem und sogar hohem Einkommen, das mit Prozessen sozioökonomischer, kultureller, institutioneller und politischer Ausgrenzung, Ungleichheit und Mangel verknüpft ist. Der Klimawandel überschneidet sich mit vielen Ursachen und Aspekten von Armut und verschlimmert so nicht nur die Einkommensarmut, sondern unterminiert auch Wohlbefinden, Handlungs-

vermögen und Zugehörigkeitsgefühl. Diese Komplexität macht es außerordentlich schwer, eine Zuordnung zum Klimawandel zu erkennen und zu messen. Selbstmäßige Änderungen der Saisonalität von Regenfällen, Temperatur und Windmustern können vorübergehend arme und ausgegrenzte Menschen in die chronische Armut treiben, da ihnen Zugang zu Geldmitteln, Klimavorhersagen, Versicherungen, Unterstützung durch die Regierung und effektive Reaktionsmöglichkeiten wie eine Diversifizierung ihrer Besitztümer fehlen. Solche Verschiebungen wurden bei klimasensiblen Existenzgrundlagen in Hochgebirgslagen, Trockengebieten und der Arktis beobachtet sowie in informellen Siedlungen und städtischen Slums. Extremereignisse wie Überschwemmungen, Dürren und Hitzewellen können, insbesondere wenn sie in Serie auftreten, das Vermögen armer Menschen signifikant aufzehren und damit ihre Existenzgrundlage hinsichtlich Arbeitsproduktivität, Unterkunft, Infrastruktur und sozialer Netzwerke weiter untergraben. Indirekte Folgen wie steigende Lebensmittelpreise aufgrund von Klimakatastrophen und/oder politischen Strategien können ebenfalls armen Menschen sowohl auf dem Land als auch in der Stadt schaden, die Netto-Käufer von Nahrungsmitteln sind.

FAQ 13.3 Gibt es für arme Menschen unbeabsichtigte negative Konsequenzen von politischen Strategien zum Klimawandel?

Politische Strategien zur Minderung von und Anpassung an den Klimawandel können unbeabsichtigte und potentiell nachteilige Effekte für arme Menschen und deren Existenzgrundlagen (die Möglichkeiten, Besitztümer und Aktivitäten, die zum Leben benötigt werden) haben. Hier folgt nur ein Beispiel. Teilweise aufgrund von Minderungsstrategien zur Förderung von Biobrennstoffen und aufgrund der wachsenden Sorge über Nahrungsmittelunsicherheit in Ländern mit mittlerem und hohem Einkommen hat eine großflächige Landübernahme in Afrika, Südostasien und Lateinamerika Kleingrundbesitzer verdrängt und zum Anstieg der Lebensmittelpreise beigetragen. Arme Stadtbewohner sind besonders anfällig für Nahrungsmittelpreissteigerungen, da sie einen großen Teil ihres Einkommens für den Kauf von Nahrungsmitteln aufwenden. Gleichzeitig können höhere Nahrungsmittelpreise manchen selbständigen Gruppen in der Landwirtschaft helfen. Neben den negativen Folgen für die Ernährungssicherheit können Pläne zum Anbau von Biobrennstoffen ärmeren und ausgegrenzten Menschen auch durch abnehmende Biodiversität, weniger Weidefläche, Wettbewerb um Wasser und ungünstige Verschiebungen des Zugangs zu und der Kontrolle über Ressourcen schaden. Dennoch kann die Beschäftigung in der Biobrennstoffbranche für einige Menschen Möglichkeiten eröffnen, ihre Existenzgrundlagen zu verbessern.

Anpassung

Kapitel 14: Anpassungsbedarfe und -möglichkeiten

FAQ 14.1

Warum sind die genauen Definitionen hinsichtlich von Anpassungsaktivitäten von Bedeutung?

Menschen haben sich immer an sich ändernde Bedingungen angepasst, seien es persönliche, gesellschaftliche, wirtschaftliche oder klimatische. Die derzeit hohe Geschwindigkeit des Klimawandels bedeutet, dass viele Gruppen – von Gemeinden bis hin zu Parlamenten – nun den Klimawandel in ihre Zielsetzungen und Entscheidungen mehr als je zuvor mit einbeziehen müssen. Es ist immer sinnvoll, einen Begriff und eine Arbeitsdefinition zu haben, wenn diskutiert wird, wie man eine Herausforderung angehen soll, denn damit kann der Geltungsbereich besser festgelegt werden. Geht es bei Anpassung nur darum, Schäden zu minimieren, oder bieten sich auch Chancen? Kann Anpassung nur durch gezielt geplante Maßnahmen voranschreiten, die spezifisch auf die Anpassung an den Klimawandel ausgerichtet sind? Wie viel muss man über das zukünftige Klima wissen, um Anpassungsentscheidungen treffen zu können? Wie unterscheidet sich die Anpassung von menschlichen Systemen von der Anpassung in natürlichen Systemen? Kann Anpassung an den Klimawandel von normalen Entwicklungs- und Planungsprozessen unterschieden werden? Muss sie? Haben wir uns dem aktuellen Klima angemessen angepasst oder haben wir ein „Anpassungsdefizit“? Der Begriff „Fehlanpassung“ lässt einen sofort darüber nachdenken, wie Pläne scheitern und möglicherweise noch größeres Leiden verursachen können. Eine Definition beantwortet all diese Fragen nicht, liefert aber einen Rahmen, um sie zu diskutieren

Es gibt außerdem einen politischen Grund, warum eine präzise Definition von Anpassung vonnöten ist. Die Industrieländer sind übereingekommen, die Anpassungskosten der Entwicklungsländer an den durch den Menschen herbeigeführten Klimawandel zu tragen. Diese Gelder sollten „neue und zusätzliche Ressourcen“¹ repräsentieren. Die Cancún-Vereinbarung und nachfolgende Diskussionen legen nahe, dass sich diese Gelder für Anpassung auf mehrere Milliarden US-Dollar pro Jahr belaufen könnten². In den meisten Fällen wird Anpassung am besten unter Einbeziehung größerer Planungsziele wie besserer Wasserzuteilung, zuverlässigerer Verkehrssysteme und so weiter umgesetzt. Welcher Anteil der Kosten für den Ausbau einer Küstenstraße, die bereits jetzt häufig durch schlech-

tes Wetter beschädigt wird, sollte der normalen Entwicklung zugeordnet werden, und wie viel der Anpassung an den Klimawandel? Eine genaue Antwort kann möglicherweise nie gegeben werden, doch je stärker wir uns darüber einig sind, was Anpassung bedeutet, desto einfacher wird es, umsetzbare Vereinbarungen zu treffen.

Kapitel 15: Anpassungsplanung und -umsetzung

FAQ 15.1

Wie ist der derzeitige Stand der Planung und Umsetzung von Anpassung an den Klimawandel weltweit?

Infolge der Thematisierung in den Medien und von Berichten in jüngster Zeit hat die Anpassung an den Klimawandel zunehmend Aufmerksamkeit erhalten. Seit der Veröffentlichung des Vierten IPCC-Sachstandsberichts (AR4) wurden in Reaktion auf beobachtete Klimafolgen zahlreiche Anpassungsmaßnahmen ergriffen. Diese Maßnahmen zielen hauptsächlich auf sektorbezogene Interessen wie landwirtschaftliche Praktiken (z. B. Veränderung der Aussaatzeiten, Feldfruchtsorten und -arten sowie Bewässerungs- und Düngemittelkontrolle), Maßnahmen der öffentlichen Gesundheitssysteme gegen hitzebedingte Risiken (z. B. Frühwarnsysteme und Luftverschmutzungskontrolle), Katastrophenvorsorge (z. B. Frühwarnsysteme) und Wasserressourcen (z. B. Angebots- und Nachfragemanagement). Manche dieser Maßnahmen werden „autonom“ in einem bestimmten Sektor ergriffen.

Ein anderer Bereich, indem seit dem AR4 Fortschritte gemacht wurden, ist die Entwicklung umfassender Pläne und Anpassungsstrategien auf nationaler Ebene. Diese wurden nun in Industrie- und Entwicklungsländern weltweit aufgestellt. Weil Anpassungspolitik Entscheidungsfindung unter Unsicherheit bezüglich des künftigen Klimawandels und seiner Folgen erfordert, sind die Hauptsäulen von Anpassungsplänen die iterative Bewertung, flexible und adaptive Planung sowie der Ausbau der Anpassungsfähigkeit. Anpassungspläne werden auf nationaler, subnationaler und Gemeindeebene sowie durch den privaten Sektor entwickelt und dokumentiert; es gibt jedoch immer noch nur begrenzte Belege für die Umsetzung von Anpassung. Die Umsetzung bleibt schwierig, da die vielen beteiligten Parteien im Übergang von der Planung zur Umsetzung Barrieren im Zusammenhang mit Ressourcen, Institutionen und Kapazitäten überwinden müssen. Die unterschiedlichen zeitlichen Größenordnungen zwischen mittel- und langfristigen Anpass-

¹ Bali Action Plan, 2007; FCCC/CP/2007/6/Add.1.

² Cancún Agreements 2010, FCCC/CP/2010/7/Add.1, Absätze 98 & 102.

sungsplänen und dringenden kurzfristigen Angelegenheiten stellen ein wesentliches Problem für die Prioritätensetzung bei der Anpassung dar.

Parallel zur Planung auf nationaler Ebene ist die gemeindebasierte Anpassung (*community-based adaptation*, CBA) eine zunehmend wichtige Praxis geworden, insbesondere in Entwicklungsländern. Es wird immer deutlicher, dass CBA möglicherweise Wege eröffnet, die Verwundbarkeit lokaler Gemeinden anzugehen, indem die Anpassung an den Klimawandel mit lokalen Bedürfnissen verknüpft wird, die nichts mit dem Klima zu tun haben. Städte und örtliche Regierungen haben ebenfalls begonnen, aktiv Anpassung an den Klimawandel zu betreiben. Örtliche Regierungen spielen bei der Anpassung eine wichtige Rolle, da sie direkt mit den betroffenen Gemeinden kommunizieren. In den vergangenen Jahren wurden führende Programme unter anderem in New York City, Mexico City, Toronto und der Provinz Albay auf den Philippinen gestartet. Diese Fortschritte wurden ermöglicht durch gewählte und örtliche Führung, durch Zusammenarbeit zwischen nationalen und lokalen Regierungen, privaten Sektoren und Gemeinden, sowie durch die Beteiligung von Wissensvermittlern (sog. *boundary organizations*), Wissenschaftlern und Fachleuten.

FAQ 15.2 Welche Arten von Ansätzen werden in der Anpassungsplanung und -umsetzung verwendet?

Anpassungen nutzen ein vielseitiges Portfolio von Planungsmethoden und Praktiken, die folgende Elemente kombinieren:

- Infrastruktur- und Anlagenentwicklung
- technologische Prozessoptimierung
- institutionellen Wandel und Verhaltensänderung oder deren Stärkung
- integriertes Management natürlicher Ressourcen (u. a. für Wassereinzugsgebiete und Küstenzonen)
- Finanzdienstleistungen, einschließlich Risikoübertrag
- Informationssysteme zur Unterstützung von Frühwarnsystemen und proaktiver Planung.

Auch wenn sich die Ansätze je nach Kontext und Regierungsebene unterscheiden, sind in der Anpassungsplanung und -umsetzung bisher zwei Hauptansätze zu beobachten: *top-down* (von oben nach

unten) und *bottom-up* (von unten nach oben). *Top-down*-Ansätze basieren auf Szenarien und bestehen aus der Lokalisierung von Klimaprojektionen, Bewertungen von Folgen und Verwundbarkeiten sowie der Formulierung von Strategien und Optionen. Nationale Regierungen wählen oft diesen Ansatz. Nationale Anpassungsstrategien werden zunehmend in andere politische Strategien eingebunden, zum Beispiel das Katastrophenrisikomanagement. Diese Tendenzen führen zu einer durchgängigen Berücksichtigung von Anpassung, auch wenn dieser verschiedene institutionelle Barrieren entgegenstehen. Mit einer verstärkten Berücksichtigung der sozialen Dimensionen von Anpassung an den Klimawandel wurde der Schwerpunkt mehr auf die Berücksichtigung der Bedürfnisse derjenigen Gruppen gelegt, die am anfälligsten für den Klimawandel sind, wie Kinder, ältere Menschen, Behinderte und Arme. *Bottom-up*-Ansätze sind bedarfsgesteuert und umfassen Ansätze wie die gemeindebasierte Anpassung (*community-based adaptation*, CBA). CBA herrscht oft in Entwicklungsländern vor, doch auch Gemeinden in Industrieländern wenden diesen Ansatz an. Dort, wo eine Kombination aus *Top-down*- und *Bottom-up*-Aktivitäten gewählt wurde, sind die Verbindungen zwischen Anpassungsplanung und -umsetzung gestärkt worden. Für beide Ansätze wurden die Beteiligung eines breiten Spektrums an Interessenvertretern und eine enge Zusammenarbeit zwischen Forschung und Management als wichtige Mechanismen bei der Durchführung und Information von Anpassungsplanung und -umsetzung betont.

Lokalen Regierungen und Akteuren kann es schwerfallen, die am besten geeigneten und effektivsten Ansätze zu identifizieren, weil es so viele mögliche Ansätze gibt, angefangen bei der Infrastrukturentwicklung bis hin zu „weicheren“ Ansätzen wie integriertem Management von Wassereinzugsgebieten und Küstenzonen. Nationale und subnationale Regierungen spielen eine koordinierende Rolle bei der Bereitstellung von Unterstützung und der Entwicklung von Standards und Umsetzungsleitlinien. Daher ist eine institutionelle Koordination auf mehreren Ebenen zwischen verschiedenen politischen und Verwaltungsebenen ein wichtiger Mechanismus zur Förderung von Anpassungsplanung und -umsetzung.

Kapitel 16: Anpassungsmöglichkeiten, -einschränkungen und -grenzen

FAQ 16.1

Was ist der Unterschied zwischen Anpassungsbarriere, -einschränkung, -hindernis und -grenze?

Eine Anpassungseinschränkung ist ein Faktor oder Prozess, der Anpassungsplanung und -umsetzung erschwert. Dazu könnten Verringerungen der Bandbreite an Anpassungsoptionen gehören, die umgesetzt werden können, erhöhte Kosten für die Umsetzung oder eine verringerte Wirksamkeit der gewählten Optionen im Hinblick auf die Erreichung von Anpassungszielen. In diesem Kontext ist eine Einschränkung gleichbedeutend mit den Begriffen „Anpassungsbarriere“ oder „Anpassungshindernis“, die ebenfalls in der Anpassungsliteratur auftauchen. Das Vorhandensein einer Einschränkung allein bedeutet jedoch nicht, dass Anpassung nicht möglich ist oder die gesetzten Ziele nicht erreicht werden können. Im Gegensatz dazu schränkt eine Anpassungsgrenze stärker ein, indem sie bedeutet, dass es keine Anpassungsoptionen gibt, die über einen bestimmten Zeitraum hinweg umgesetzt werden können, um eines oder mehrere Managementziele zu erreichen, Werte zu erhalten oder natürliche Systeme zu bewahren. Das bedeutet, dass bestimmte Ziele, Praktiken oder Existenzgrundlagen sowie natürliche Systeme in einem sich verändernden Klima nicht erhalten werden können, was zu geplanten oder unfreiwilligen Systemtransformationen führt.

FAQ 16.2

Welche Möglichkeiten stehen zur Verfügung, um Anpassung zu erleichtern?

Obwohl inzwischen umfassende Literatur zu Faktoren existiert, die Anpassung einschränken können, besteht ein *sehr hohes Vertrauen* darin, dass es für Akteure in verschiedenen Regionen und Sektoren eine große Bandbreite an Möglichkeiten gibt, die die Anpassungsplanung und -umsetzung erleichtern können. Im Allgemeinen ist eine nachhaltige wirtschaftliche Entwicklung ein übergreifender Prozess, der Anpassung erleichtern kann, und stellt daher eine wichtige Möglichkeit zur Verringerung von Anpassungseinschränkungen und -grenzen dar. Genauer gesagt können diejenigen Maßnahmen oder Prozesse, die das Bewusstsein von Anpassungsakteuren und relevanten Interessenvertretern fördern beziehungsweise deren Anrecht auf Ressourcen erweitern, die Bandbreite an Anpassungsoptionen, die umgesetzt werden können, ausweiten und dabei helfen, Einschränkungen zu beseitigen. Die Entwicklung und Anwendung von Instrumen-

ten zur Unterstützung von Bewertung, Planung und Umsetzung kann Akteuren helfen, die verschiedenen Optionen sowie deren Kosten und Nutzen abzuwägen. Strategien, seien es formelle politische Strategien von Regierungsinstitutionen, Initiativen informeller Akteure oder Unternehmensleitbilder und -standards, können Anpassung Ressourcen zuweisen und/oder die Verwundbarkeit gegenüber dem derzeitigen und künftigen Klima verringern. Schließlich kann die Fähigkeit der Menschen, aus Erfahrung zu lernen und durch Innovation neue Praktiken und Technologien zu entwickeln, die Anpassungskapazität in Zukunft deutlich erweitern.

FAQ 16.3

Welchen Einfluss hat Treibhausgasminde- rung auf das Risiko, Anpassungsgrenzen zu überschreiten?

Es besteht *sehr hohes Vertrauen* dahingehend, dass größere Geschwindigkeiten und/oder Ausmaße des Klimawandels zu höheren Anpassungskosten und/oder der reduzierten Wirksamkeit bestimmter Anpassungsoptionen beitragen. Beispielsweise würden Anstiege der globalen Durchschnittstemperatur um 4 °C oder mehr höhere Investitionen in Anpassung bedingen als ein Temperaturanstieg um 2 °C oder weniger. Da das künftige Klima von Treibhausgasemissionen abhängt, können Emissionsminderungsbemühungen die Wahrscheinlichkeit senken, dass menschliche oder natürliche Systeme an Anpassungsgrenzen stoßen. Dennoch bleiben die Unsicherheiten bezüglich der Frage, wie künftige Emissionen zu Klimawandel auf globaler und regionaler Ebene führen, beträchtlich. Daher ist es schwierig, zuverlässige Schlussfolgerungen dazu zu ziehen, ob es bei einem bestimmten Treibhausgasstabilisierungspfad möglich wäre, das Restrisiko durch Anpassung erfolgreich zu bewältigen oder nicht. Beispielsweise bestätigen Belege bezüglich der Grenzen von Anpassung weder die Idee, dass ein Anstieg der globalen Durchschnittstemperatur um mehr als 2 °C eine Anpassungsgrenze oder – in der Folge – eine „gefährliche anthropogene Störung“ gemäß der Definition von Artikel II der UNFCCC darstellt, noch wiederlegen sie sie.

Kapitel 17: Ökonomie der Anpassung

FAQ 17.1

Können die Wirtschaftswissenschaften angesichts der signifikanten Unsicherheit bezüglich der Folgen von Anpassungsmaßnahmen viel zu einer Entscheidungsfindung in diesem Bereich beitragen?

Wirtschaftswissenschaftliche Methoden wurden entwickelt, um eine große Bandbreite an Themen, bei denen Entscheidungsfindung unter Unsicherheit stattfindet, mit Erkenntnissen zu unterstützen. Tatsächlich wurden einige dieser Methoden bereits zur Bewertung von Anpassungsmaßnahmen herangezogen, wie z. B. Entscheidungen darüber, welche Küstenbereiche in welchem Umfang zu schützen sind.

Abhängig von den verfügbaren Informationen und den gestellten Fragen kann eine Vielzahl von Methoden herangezogen werden. Wo den unterschiedlichen Resultaten, die sich aus einer Anpassungsmaßnahme ergeben können, Wahrscheinlichkeiten zugeordnet werden können, erlauben uns ökonomische Instrumente wie die Risiko- und Portfoliotheorie, diejenige Anpassungsoption auszuwählen, die die erwarteten Nettonutzen maximiert, wobei die Risiken, die mit verschiedenen Optionen verbunden sind, mit einberechnet werden. Ein solcher Ansatz vergleicht nicht nur die Nettonutzen jeder Maßnahme, sondern auch die mit ihr verbundenen Risiken (z. B. die Möglichkeit eines sehr dürftigen Ergebnisses).

In Situationen, in denen keine Wahrscheinlichkeiten festgelegt werden können, können Wirtschaftsanalysen Szenarien definieren, die für jede Anpassungsmaßnahme eine Reihe möglicher Resultate beschreiben, die bestimmte Kriterien bezüglich der akzeptablen Mindestnutzen unter einer Reihe von Szenarien erfüllen, wodurch der Entscheidungsträger die Möglichkeit erhält, unterschiedliche Niveaus akzeptabler Nutzen in systematischer Weise zu erforschen. Dies ist natürlich abhängig von der Definition des Begriffes „Akzeptierbarkeit“, bei der es sich um ein komplexes Thema handelt, das sowohl gesellschaftliche Werte als auch physische Resultate umfasst. Diese Ansätze können auf Folgen des Klimawandels wie z. B. den Meeresspiegelanstieg, Flusshochwasser und Energieplanung angewendet werden.

In einigen Fällen ist es schwierig, schwerwiegenden Auswirkungen spezifische wirtschaftliche Werte zuzuordnen (z. B. bei Katastrophen mit zahlreichen Todesfällen). Dann kann eine Alternative zum Ansatz der Risiko- beziehungsweise Portfoliotheorie verwendet werden, welche die kostengünstigste Lösung identifiziert, die wahrscheinliche Verluste in einem akzeptablen Rahmen hält.

Es gibt jedoch immer noch unbeantwortete Fragen dazu, wie ökonomische Methoden auf diese Art von Problem anzuwenden sind (insbesondere, wenn die durch den Klimawandel verursachten Veränderungen umfangreich sind und die gesellschaftlichen Bewertungen sich ändern können), und wie die Qualität der Informationen zu möglichen Folgen und Nutzen verbessert werden kann.

FAQ 17.2

Könnten ökonomische Ansätze Anpassungspolitik und -entscheidungen entgegen den Interessen von Armen, von verwundbaren Bevölkerungsgruppen beziehungsweise von Ökosystemen beeinflussen?

Ein eng gefasster ökonomischer Ansatz berücksichtigt unter Umständen Aspekte wie Ökosystemdienstleistungen und auf Gemeinschaftswerten basierende Systeme nicht angemessen, die manchmal in Wirtschaftsanalysen unberücksichtigt bleiben beziehungsweise durch Marktpreise unterbewertet werden oder für die nur unzureichende Daten vorliegen. Dies kann Entscheidungen zum Nachteil von Armen, von verwundbaren Bevölkerungsgruppen beziehungsweise des Erhalts bedeutender Ökosysteme beeinflussen. So reflektiert beispielsweise der Marktwert von Holz weder die ökologischen und hydrologischen Funktionen von Bäumen noch die aus dem Wald gewonnenen Produkte, deren Wert sich aus Wirtschaftssektoren außerhalb der Holzindustrie ergibt, etwa Arzneimittel. Darüber hinaus bewerten Gemeinden bestimmte Güter (historische Gebäude, religiöse Orte) unterschiedlich. Breitere ökonomische Ansätze können jedoch Folgen außerhalb des Marktes, sogenannte Externalitäten, mit einem finanziellen Wert versehen, und so Ökosystemdienstleistungen wie die Bereitstellung von Atemluft, Kohlendioxidabscheidung und -speicherung (in Wäldern und Ozeanen) und Nutzwasser einen wirtschaftlichen Wert zuordnen. Die Werte dieser Faktoren sind eventuell weniger gesichert als diejenigen, die mit Marktfolgen verbunden sind und mit Marktdaten quantifiziert werden können; sie sind aber dennoch nützlich für die Bereitstellung ökonomischer Bewertungen, die Ökosysteme weniger benachteiligen.

Die Wirtschaftsanalyse, die sich auf die monetären Kosten und Nutzen einer Option konzentriert, ist jedoch nur ein wichtiger Bestandteil der Entscheidungsfindung in Bezug auf Anpassungsalternativen, und abschließende Entscheidungen über solche Maßnahmen beruhen fast niemals ausschließlich auf diesen Informationen. Gesellschaftliche Entscheidungsfindung berücksichtigt auch Gleichverteilung – wer gewinnt und wer verliert – und die Folgen der Maßnahmen für andere Faktoren, die nicht monetär abge-

bildet werden können. Mit anderen Worten: Gemeinden treffen Entscheidungen in einem größeren Kontext und unter Berücksichtigung weiterer sozioökonomischer und politischer Faktoren. Entscheidend ist, dass der übergreifende Entscheidungsrahmen breit angelegt ist und sowohl wirtschaftliche als auch nicht-wirtschaftliche Faktoren berücksichtigt.

Ein häufig verwendeter Entscheidungsfindungsrahmen, der die Einbindung wirtschaftlicher und nicht-wirtschaftlicher Indikatoren zur Messung der Folgen einer politischen Maßnahme, einschließlich der Folgen für verwundbare Gruppen und Ökosysteme, ermöglicht, ist die Multikriterienanalyse (MKA). Wie bei allen Entscheidungsfindungsansätzen liegt die Herausforderung für die MKA und vergleichbare Methoden jedoch in den subjektiven Entscheidungen, die darüber getroffen werden müssen, welches Gewicht all den relevanten Kriterien beizumessen ist, die in die Analyse einfließen, einschließlich der Frage, welche Folgen die untersuchte Anpassungsmaßnahme für arme oder verwundbare Bevölkerungen hat oder wie fair sie hinsichtlich der Verteilung davon ist, wer zahlt und wer im Vergleich dazu profitiert.

FAQ 17.3 Auf welche Weisen können wirtschaftliche Instrumente die Anpassung an den Klimawandel in Industrie- und Entwicklungsländern erleichtern?

Wirtschaftliche Instrumente sollen eine effizientere Nutzung knapper Ressourcen ermöglichen und sicherstellen, dass Risiken wirksamer zwischen gesellschaftlichen Akteuren aufgeteilt werden. Dazu können Steuern, Subventionen, Risikoteilung und Risikotransfer (einschließlich Versicherung), Wasserpreise, geistiges Eigentumsrecht oder weitere Instrumente gehören, die ein Marktsignal aussenden, welches das Verhalten beeinflusst. Im Zusammenhang mit Anpassung sind wirtschaftliche Instrumente in vielerlei Hinsicht von Nutzen.

Zunächst helfen sie dabei, eine effiziente Nutzung der vom Klimawandel betroffenen Ressourcen einzuführen: Wasserpreise sind hier ein Beispiel. Wenn die Preise für Wasser angemessen festgesetzt werden, wird es zu weniger Übernutzung kommen, die im Falle einer Versorgungsknappeheit durch Anpassungsmaßnahmen korrigiert werden müsste.

Zweitens können wirtschaftliche Instrumente als flexible, kostengünstige Instrumente fungieren, um Anpassungsmaßnahmen zu identifizieren. Erneut bezogen auf das Beispiel der Wasserversorgung heißt dies: Wenn der Klimawandel zu einer steigenden Wasserknappeheit führt, können wirtschaftliche Instrumente leicht Anpassungen der Wassertarife identifizieren,

die notwendig sind, um die Nachfrage dem neuen Angebot anzupassen, was weniger kostenintensiv sein kann, als nach neuen Wegen zur Erhöhung des Angebots zu suchen.

Versicherungen sind ein gebräuchliches wirtschaftliches Instrument, das als flexibles kostengünstiges Anpassungsmittel dient. Wo Risiken wohldefiniert sind, können Versicherungsmärkte Preise und Versicherungsverfügbarkeiten festsetzen, um Entscheidungen und Verhaltensweisen zu fördern, die dabei helfen können, Verwundbarkeiten zu verringern und darüber hinaus einen Geldmittelfonds für den Wiederaufbau nach einem Katastrophenfall generieren. Versicherungsnachlässe für Policeninhaber, die Gebäudemodifizierungen zur Verringerung von Hochwasserrisiken vornehmen, sind beispielsweise ein Weg, wie wirtschaftliche Instrumente Anpassungsverhalten fördern können.

Zahlungen für Umweltdienstleistungen (*payments for environmental services*, PES) sind ein weiteres wirtschaftliches Instrument zur Förderung von Anpassungsverhalten. Bei diesem Ansatz erhalten Landbesitzer beziehungsweise Landwirte einen finanziellen Ausgleich für Maßnahmen, die die Dienstleistungen für die Allgemeinheit und den Umweltschutz durch Ökosysteme auf ihrem Grund und Boden aufrechterhalten, einschließlich solcher Leistungen, die sowohl der Minderung als auch der Anpassung an den Klimawandel dienen. In Costa Rica wird beispielsweise ein PES-Ansatz angewandt, um natürliche Ressourcen umfassend zu verwalten. Beispiele sind auch die Zahlungen an Waldeigentümer für unterlassene Rodung von Wäldern, die als Kohlendioxidssenkungen dienen (die Idee hinter dem REDD-Konzept (*Reduced Emissions from Deforestation and Forest Degradation*, Verringerung von Emissionen aus Entwaldung und Waldschädigung) des Rahmenübereinkommens der Vereinten Nationen über Klimaänderungen (*United Nations Framework Convention on Climate Change*, UNFCCC)), oder die Zahlungen an Landwirte für eine unterlassene Kultivierung von Flächen, um Erosionsschäden zu verringern (wie dies in China und den USA praktiziert wird). In Industrieländern, wo Märkte einigermaßen gut funktionieren, können wirtschaftliche Instrumente unmittelbar durch Marktmechanismen umgesetzt werden. In Entwicklungsländern (und auch in manchen Industrieländern) ist dies jedoch nicht immer der Fall, und die Märkte sind häufig auf das Eingreifen und die Unterstützung der Regierung angewiesen. So decken beispielsweise private Versicherungsunternehmen nicht immer alle Risiken ab oder legen Beiträge fest, die nicht bezahlbar sind, und es sind öffentliche Interventionen notwendig, um sicherzustellen, dass Versicherung verfügbar und bezahlbar ist. Der Staat spielt auch eine wichtige Rolle dabei, sicherzustellen, dass freiwillige Marktinstrumente effektiv und angemessen wirken; dies bewirkt er durch einen rechtli-

chen Rahmen, der Eigentumsrechte für knappe Ressourcen festlegt – z. B. Land und Wasser in Gebieten, wo solche Rechte nicht klar geregelt sind. Ein Beispiel hierfür ist der Konflikt zwischen Regionen über die Nutzung von Flüssen zur Wasserversorgung und für Wasserkraft, wenn diese Flüsse von einem Rechtsraum in den nächsten fließen und das Eigentum am Wasser nicht klar durch regionenübergreifende Abkommen geregelt ist. PES-Programme können nur dann gut funktionieren, wenn der öffentliche Sektor sicherstellt, dass Rechte definiert und Vereinbarungen honoriert werden.

Multisektorale Folgen, Risiken, Verwundbarkeiten und Chancen

Kapitel 18: Erkennung und Zuordnung beobachteter Folgen

FAQ 18.1 Warum sind Erkennung und Zuordnung klimabedingter Folgen so wichtig?

Um auf den Klimawandel zu reagieren, ist es erforderlich, vorherzusagen, welche Folgen er für natürliche und menschliche Systeme haben wird. Da einige dieser vorhergesagten Folgen vermutlich bereits eingetreten sind, stellen Erkennung und Zuordnung ein Mittel zur Validierung und Verfeinerung von Vorhersagen über die Zukunft dar. Eine der klarsten vorhergesagten ökologischen Folgen des Klimas ist beispielsweise eine polwärtige Verschiebung der Verbreitungsgebiete von Pflanzen- und Tierarten. Die Erkennung einer klimabedingten Verschiebung von Verbreitungsgebieten in historischen Daten würde dieser Vorhersage Glaubwürdigkeit verleihen, und die Untersuchung ihres Ausmaßes würde Informationen zum wahrscheinlichen Ausmaß zukünftiger Verschiebungen liefern.

FAQ 18.2 Warum ist es wichtig, die Folgen aller Aspekte des Klimawandels zu bewerten und nicht nur die Folgen des anthropogenen Klimawandels?

Natürliche und menschliche Systeme sind sowohl vom natürlichen als auch vom anthropogenen Klimawandel betroffen, die lokal, regional und/oder global ablaufen. Um die Sensitivität natürlicher und menschlicher Systeme gegenüber dem erwarteten zukünftigen Klimawandel zu verstehen und um die Folgen von

Anpassungsmaßnahmen vorauszusehen, ist es weniger von Bedeutung, ob die beobachteten Änderungen durch den anthropogenen Klimawandel oder durch natürliche Klimaschwankungen verursacht wurden. Im Kontext dieses Kapitels werden alle bekannten Folgen des Klimawandels bewertet.

FAQ 18.3 Was sind die größten Herausforderungen bei der Erkennung von Folgen des Klimawandels?

Die Erkennung von Folgen des Klimawandels befasst sich mit der Frage, ob sich ein System über das ohne den Klimawandel erwartete Verhalten hinaus verändert hat. Das erfordert ein Verständnis sowohl der externen als auch der internen Faktoren, die das System beeinflussen. Externe Faktoren, die natürliche Systeme beeinflussen können, sind z. B. Bewirtschaftung, Landnutzungsänderungen und Verschmutzung. Sogar ohne Änderungen externer Faktoren zeigen viele natürliche Systeme beträchtliche interne Schwankungen – wie z. B. Auf- und Abschwünge von Wildpopulationen – die für lange Zeit anhalten können. Um beispielsweise die Folgen des Klimawandels für Wildfischbestände zu erkennen, ist es notwendig, die Auswirkungen von Fischfang, Lebensraumänderungen und möglicherweise Verschmutzung zu verstehen, ebenso wie die interne Bestandsdynamik. In derselben Weise werden menschliche Systeme durch soziale und wirtschaftliche Faktoren beeinflusst, die nicht mit dem Klimawandel zusammenhängen. Um beispielsweise die Folgen des Klimawandels auf die menschliche Gesundheit zu erkennen, ist es notwendig, die Auswirkungen von Änderungen öffentlicher Gesundheitsmaßnahmen, wie z. B. verbesserter Sani-tärversorgung, zu verstehen.

FAQ 18.4 Was sind die Hauptprobleme bei der Zuordnung von Änderungen eines Systems zum Klimawandel?

Während die Erkennung von Folgen des Klimawandels sich nur mit der Frage befasst, ob sich ein System infolge des Klimawandels verändert hat oder nicht, befasst sich die Zuordnung damit, in welchem Ausmaß der Klimawandel zu solchen Veränderungen beigetragen hat. Selbst wenn es möglich ist, die Folgen des Klimawandels auf ein System zu erkennen, kann ein detaillierteres Verständnis erforderlich sein, um das Ausmaß dieser Folgen im Verhältnis zu den Einflüssen anderer externer Faktoren und natürlicher Variabilität zu bewerten.

FAQ 18.5**Kann ein einzelnes Ereignis, z. B. der Ausbruch einer Krankheit oder das Aussterben einer Art, dem Klimawandel zugeordnet werden?**

Es ist möglich, Trends in der Häufigkeit oder den Merkmalen einer Klasse von Wetterereignissen wie z. B. Hitzewellen zu erkennen. Gleichmaßen können auch Trends in einer bestimmten Art von Folge dieser Ereignisklasse erkannt und zugeordnet werden, obwohl dies durch den Einfluss anderer Änderungstreiber, wie politischen Entscheidungen und zunehmendem Wohlstand, erschwert werden kann. Jedes einzelne Folgenereignis resultiert jedoch auch aus den vorherigen Bedingungen im betroffenen System. Obwohl Schäden aus einem einzelnen Extremwetterereignis vor dem Hintergrund von Trends in vielen Einflussfaktoren, einschließlich des Klimawandels, auftreten können, gibt es also immer einen Zufallsbeitrag.

Kapitel 19: Neu auftretende Risiken und Schlüsselverwundbarkeiten**FAQ 19.1****Liefert die Wissenschaft eine Antwort auf die Frage, wie viel Erwärmung inakzeptabel ist?**

Nein. Sorgfältige, kritische wissenschaftliche Forschung und Bewertung können Informationen liefern, die der Gesellschaft dabei helfen zu überlegen, welche Ausmaße an Erwärmung oder Folgen des Klimawandels inakzeptabel sind. Die Antwort ist am Ende jedoch eine subjektive Einschätzung, die von Werten und Kultur abhängt sowie von sozioökonomischen und psychologischen Faktoren, die allesamt beeinflussen, wie Menschen ein Risiko im Allgemeinen und das Risiko des Klimawandels im Besonderen wahrnehmen. Die Frage, welches Ausmaß an Klimawandelfolgen inakzeptabel ist, ist letztlich nicht nur eine Frage der Tatsachen, sondern davon, welche Meinung wir zu diesen Tatsachen haben.

Diese Frage wird in Artikel 2 der UNFCCC aufgeworfen. Das Kriterium ist nach den Worten von Artikel 2 eine „gefährliche anthropogene Störung des Klimasystems“ – ein Ansatz, der sich sowohl auf wissenschaftliche Analyse als auch auf menschliche Werte beruft.

Vereinbarungen, die zwischen Regierungen seit 2009 bei Versammlungen unter der Schirmherrschaft der UNFCCC getroffen wurden, haben „die wissenschaftliche Sicht, dass der Anstieg der globalen Temperatur unter 2 Grad Celsius liegen sollte“ (Abschnitt 19.1,

UNFCCC, Kopenhagener Vereinbarung) anerkannt. Egal wie gut die Wissenschaftler, auf die in dieser Aussage Bezug genommen wird, über dieses Thema informiert sind, ist ihre Perspektive jedoch trotzdem nur eine einzelne wertvolle Sichtweise. Wie jedes Land oder jede Gemeinde jeweils akzeptable oder inakzeptable Ausmaße definieren wird – im Prinzip die Entscheidung darüber, was „gefährlich“ ist – stellt eine gesellschaftliche Einschätzung dar.

Wissenschaft kann der Gesellschaft sicherlich helfen, darüber nachzudenken, was inakzeptabel ist. Beispielsweise kann die Wissenschaft feststellen, wieviel finanzieller Verlust entstehen kann, wenn tropische Wirbelstürme stärker oder Hitzewellen häufiger werden, oder die Landflächen identifizieren, die in Küstengemeinden bei verschiedenen stark angestiegenen Meeresspiegeln jeweils verloren gehen könnten. Die „Akzeptierbarkeit“ hängt jedoch davon ab, wie jede Gemeinde diese Verluste bewertet. Diese Frage ist komplexer, wenn es auch um den Verlust von Leben geht, und sogar noch komplexer, wenn Schäden für künftige Generationen auftreten können. Dies sind sehr emotionale und kontroverse Wertvorstellungen, zu denen die Wissenschaft lediglich informieren, aber nicht darüber entscheiden kann.

Der Zweck dieses Kapitels besteht darin, die Hauptverwundbarkeiten und Schlüsselrisiken hervorzuheben, die die Wissenschaft identifiziert hat. Es ist jedoch an den Menschen und Regierungen festzulegen, wie die entsprechenden Folgen zu bewerten sind, und ob und wie man auf die Risiken reagieren sollte.

FAQ 19.2**Wie interagiert der Klimawandel mit bereits bestehenden Risiken, und wie verstärkt er sie?**

Es gibt zwei Komponenten von Risiko: die Wahrscheinlichkeit, dass nachteilige Ereignisse eintreten, und die Folgen oder Konsequenzen dieser Ereignisse. Der Klimawandel erhöht die Wahrscheinlichkeit mehrerer Arten schädlicher Ereignisse, mit denen Gesellschaften und Ökosysteme bereits jetzt konfrontiert sind, sowie die damit verbundenen Risiken. Zum Beispiel sehen sich Menschen in vielen Regionen schon lange Bedrohungen durch wetterbedingte Ereignisse wie Extremtemperaturen und Starkniederschlag (der zu Überschwemmung führen kann) gegenüber. Der Klimawandel wird die Wahrscheinlichkeit dieser beiden und anderer Arten von Extremen erhöhen. Klimawandel bedeutet, dass Folgen, von denen Küstengebiete bereits jetzt betroffen sind, wie Erosion und Verluste von Eigentum durch schädigende Stürme, durch den Meeresspiegelanstieg in Zukunft umfangreicher werden. In vielen Gebieten erhöht der Klimawandel das ohnehin bereits hohe Risiko für Menschen, die in Armut leben,

oder Menschen, die unter Ernährungsunsicherheit oder unzulänglicher Wasserversorgung leiden. Schließlich stellen Klima und Wetter bereits Risiken für viele Wirtschaftssektoren dar, einschließlich Landwirtschaft, Fischerei und Forstwirtschaft: Der Klimawandel erhöht diese Risiken für große Teile der Welt.

Der Klimawandel kann Risiken auf viele Arten verstärken, unter anderem durch indirekte Wechselwirkungen mit anderen Risiken. Diese werden in Projektionen von Klimawandelfolgen oft außer Acht gelassen. Zum Beispiel trägt heißeres Wetter zu höheren Ozonwerten in Bodennähe (Smog) in verschmutzten Gebieten bei und verschlimmert damit eine bereits bestehende gesundheitliche Bedrohung, besonders für Ältere und sehr junge Menschen sowie diejenigen, deren Gesundheit ohnehin angeschlagen ist. Außerdem können Minderungs- oder Anpassungsbemühungen zum Klimawandel sowohl negative als auch positive Auswirkungen haben. So haben in letzter Zeit Regierungsstrategien zur Förderung der Ausweitung der Biobrennstoffproduktion aus Mais zu höheren Nahrungsmittelpreisen für viele beigetragen, so dass die Ernährungsunsicherheit für bereits gefährdete Bevölkerungsgruppen steigt und die Existenzgrundlagen von zum Beispiel armen Menschen in Städten, die mit den mit Armut verbundenen Risiken zu kämpfen haben, bedroht werden. Die verstärkte Nutzung von Wasserressourcen zur Bewässerung von Anbauflächen in einer Region als Reaktion auf Wasserknappheit aufgrund des Klimawandels kann Risiken für benachbarte Gebiete, die diese Wasserressourcen ebenfalls nutzen, erhöhen. Folgen des Klimawandels können auch über die Beschädigung kritischer Infrastruktur wie Stromerzeugung, Verkehr oder Gesundheitssystemen nachwirken.

FAQ 19.3 Wie können Folgen des Klimawandels in einer Region Folgen für andere, weiter entfernte Gebiete verursachen?

Menschen und Gesellschaften sind auf vielerlei Arten miteinander verbunden. Änderungen in einem Bereich können sich über global verknüpfte Systeme wie die Wirtschaft auch überall auf der Welt auswirken. Der globalisierte Handel mit Nahrungsmitteln bedeutet, dass eine veränderte Getreideproduktivität aufgrund extremer Wetterereignisse oder nachteiliger Klimatrends in einem Gebiet die Nahrungsmittelpreise und -verfügbarkeit für eine bestimmte Ware weltweit verschieben kann. Der Schwund von Fischbeständen in einer Region durch den Anstieg der Meerestemperatur kann überall Folgen für den Preis von Fisch haben. Unwetter in einem Gebiet, die den Transport oder die Verschiffung von Rohstoffen oder Fertigprodukten wie raffiniertem Öl beeinträchtigen, können weitreichende wirtschaftliche Folgen haben.

Der Klimawandel kann nicht nur über global verknüpfte Systeme wie Märkte Folgen auslösen, sondern auch die Bewegung von Menschen, von anderen Lebewesen und von physischen Materialien verändern, so dass sekundäre Folgen weit entfernt von dort ausgelöst werden, wo diese bestimmten direkten Folgen des Klimawandels auftreten. Zum Beispiel kann der Klimawandel Belastungen in einem Gebiet verursachen, die einige Bevölkerungsgruppen dazu veranlassen, in benachbarte oder entfernte Gebiete abzuwandern. Migration kann die Regionen, die von den Menschen verlassen werden, in vielerlei Hinsicht beeinträchtigen, ebenso wie ihre Zielorte, einschließlich hinsichtlich Einkommensniveaus, Landnutzung und Verfügbarkeit von natürlichen Ressourcen sowie der Gesundheit und Sicherheit der betroffenen Bevölkerungsgruppen. Diese Auswirkungen können positiv oder negativ sein. Neben diesen indirekten Folgen bekommen alle Regionen auch die direkten Folgen des Klimawandels zu spüren.

Kapitel 20: Klimaresiliente Pfade: Anpassung, Minderung und nachhaltige Entwicklung

FAQ 20.1 Was ist ein klimaresilienter Entwicklungspfad?

Ein klimaresilienter Entwicklungspfad ist ein anhaltender Prozess zum Umgang mit Änderungen des Klimas und anderer Antriebskräfte, die sich auf die Entwicklung auswirken. Er kombiniert Flexibilität, Innovation und gemeinschaftlicher Problemlösung mit effektiver Minderung des Klimawandels und der Anpassung daran. Falls die Auswirkungen des Klimawandels relativ stark sind, erfordert dieser Prozess wahrscheinlich Überlegungen in Bezug auf einen transformativen Wandel in bedrohten Systemen, wenn die Entwicklung nachhaltig und ohne größere Unterbrechungen aufrechterhalten werden soll.

FAQ 20.2 Was ist mit „transformativem Wandel“ gemeint?

Transformativer Wandel ist eine fundamentale Veränderung in einem System, seiner Natur und/oder seinem Standort, die in gesellschaftlichen Institutionen, technologischen und biologischen Systemen, aber auch andernorts auftreten kann. Meist geschieht dies als Reaktion auf maßgeblich umwälzende Ereignisse oder Bedenken in dieser Hinsicht. Für klimaresiliente Entwicklungspfade können Transformationen

sozialer Prozesse erforderlich sein, damit eine freiwillige gesellschaftliche Einigung hinsichtlich der Durchführung transformativer Anpassungen, die schwerwiegende Unterbrechungen der nachhaltigen Entwicklung verhindern, erzielt werden kann.

FAQ 20.3 Warum sind klimaresiliente Pfade notwendig für eine nachhaltige Entwicklung?

Nachhaltige Entwicklung verlangt den Umgang mit vielen Bedrohungen und Risiken, einschließlich des Klimawandels. Da der Klimawandel eine wachsende Bedrohung für die Entwicklung darstellt, wird es für viele Orte, Systeme und Bevölkerungen schwieriger werden, Nachhaltigkeit zu erreichen, es sei denn, man verfolgt Entwicklungspfade, die gegenüber den Auswirkungen des Klimawandels resilient sind.

FAQ 20.4 Gibt es Dinge, die wir jetzt schon tun können, um klimaresiliente Entwicklungspfade einzuschlagen?

Ja. Klimaresiliente Entwicklung beginnt jetzt, denn es ist an der Zeit, mögliche Strategien in Betracht zu ziehen, die die Klimaresilienz erhöhen und gleichzeitig helfen würden, die Existenzgrundlagen sowie das soziale und wirtschaftliche Wohlergehen von Menschen zu verbessern. Die Kombination dieser Strategien mit einem Prozess von iterativer Überwachung, Bewertung, Lernen, Innovation und Eventualfallplanung werden die Katastrophenrisiken aufgrund des Klimawandels senken, adaptives Management fördern und die Chancen für klimaresiliente Entwicklungspfade wesentlich verbessern.

Teil B: Regionale Aspekte

Kapitel 21: Regionaler Kontext

FAQ 21.1 Wie reiht sich dieser Bericht hinsichtlich des Informationswertes für regionale Anpassung in die vorangegangenen Sachstandsberichte ein?

Die fünf großen seit 1990 erstellten Sachstandsberichte von Arbeitsgruppe II haben alle einen gemeinsamen Fokus, der sich mit den ökologischen und sozio-ökonomischen Folgen des Klimawandels befasst. In allgemeiner Hinsicht sind die früheren Sachstandsberichte immer noch gültig, sie sind jedoch im Laufe der Zeit wesentlich vollständiger geworden und haben sich von sehr einfachen, allgemeinen Aussagen zu sektoralen Folgen über eine stärkere Auseinandersetzung mit Regionen hinsichtlich beobachteter und projizierter Folgen und damit verbundenen Verwundbarkeiten hin zu einem erweiterten Schwerpunkt auf Nachhaltigkeit und Gerechtigkeit mit einer eingehenderen Untersuchung von Anpassungsoptionen entwickelt. Schließlich wird im vorliegenden Bericht der Kontext für regionale Anpassung erheblich mehr gewürdigt, und es erfolgt eine ausdrücklichere Befassung mit den Herausforderungen bei der Entscheidungsfindung innerhalb eines Risikomanagementrahmens.

Selbstverständlich kann man aus dem jüngsten Bericht etwas über das aktuelle Verständnis zu regionalen Folgen, Verwundbarkeit und Anpassung im Kontext des Klimawandels erfahren. Dies baut auf den Informationen aus den früheren Berichten auf, indem über Entwicklungen bezüglich der Hauptthemen berichtet wird. Neue und neu aufkommende Erkenntnisse werden herausgestellt, da diese neue Herausforderungen für Entscheidungsträger darstellen können. Unterschiede zu früheren Berichten werden ebenso hervorgehoben – unabhängig davon, ob sie diese bestätigen oder ihnen widersprechen oder neue Perspektiven hinsichtlich früherer Erkenntnisse eröffnen – denn sie können ebenfalls Gewicht für vergangene und gegenwärtige Entscheidungen haben. Seit der Einführung im Dritten Sachstandsbericht steht die Sprachregelung zur Kennzeichnung von Unsicherheiten zur Verfügung, um Vertrauensniveaus für wesentliche Schlussfolgerungen anzugeben, wodurch die Möglichkeit eines kalibrierten Vergleichs von aufeinanderfolgenden Berichten geschaffen wurde. Regionale Aspekte wurden in eigenen Kapiteln zu den großen Regionen der Welt behandelt, die erstmalig nach dem Zweiten Sachstandsbericht definiert und mit geringfügigen Abweichungen in den drei darauf folgenden Berichten verwendet wurden. Diese bestehen aus den Kontinentalregionen Afrika, Europa, Asien, Australasien,

Nordamerika, Mittel- und Südamerika, den Polarregionen und Kleinen Inseln, mit einem neu hinzugefügten Kapitel zu den Ozeanen im vorliegenden Bericht.

FAQ 21.2 Haben lokale und regionale Folgen des Klimawandels Auswirkungen in anderen Teilen der Welt?

Sowohl nachteilige als auch vorteilhafte Folgen des Klimawandels auf lokaler und regionaler Ebene können in der Tat signifikante Auswirkungen in anderen Teilen der Welt haben. Der Klimawandel ist ein globales Phänomen, drückt sich jedoch häufig in lokalen und regionalen Schocks und Trends aus, die verwundbare Systeme und Gesellschaften beeinträchtigen. Diese Folgen materialisieren sich häufig am selben Ort wie der Schock oder Trend, aber auch viel weiter entfernt, manchmal in völlig anderen Teilen der Welt. Regionale Wechselbeziehungen beinhalten sowohl das globale physikalische Klimasystem als auch wirtschaftliche, soziale und politische Systeme, die zunehmend globalisiert werden.

Im physikalischen Klimasystem können manche geophysikalischen Folgen großräumige Auswirkungen weit über die Regionen hinaus haben, in denen sie auftreten. Ein wohlbekanntes Beispiel hierfür ist das Abschmelzen von landbasiertem Eis, das zum Meeresspiegelanstieg beiträgt (und zu den Folgen der thermischen Ausdehnung der Ozeane hinzukommt). Dies hat Auswirkungen für niedrig gelegene Gebiete weit über die Polar- und Bergregionen hinaus, in denen das Abschmelzen stattfindet.

Andere lokale Folgen können weitreichendere sozioökonomische und geopolitische Konsequenzen haben. So können beispielsweise Extremwetterereignisse in einer Region die Produktion international gehandelter Waren beeinflussen, was zu Versorgungsknappheit und somit zu steigenden Preisen für Verbraucher beiträgt, die Finanzmärkte beeinflusst und die Ernährungssicherheit weltweit stört, wobei soziale Unruhen ein mögliches Ergebnis von Nahrungsmittelknappheit darstellen. Ein weiteres Beispiel – als Reaktion auf längerfristige Trends – ist die potenzielle Aussicht auf großflächige Migration aufgrund des Klimawandels. Obwohl stark umstritten, wird dieser Zusammenhang bereits im Kontext von Naturkatastrophen betrachtet und könnte ein Aspekt von wachsender Bedeutung für nationale und internationale politische Entscheidungsträger sein. Ein drittes Beispiel ist das Schwinden des arktischen Meereseis, wodurch arktische Schifffahrtsrouten eröffnet sowie wertvolle mineralische Rohstoffe in den exklusiven Wirtschaftszonen der an die Arktis angrenzen-

den Länder zugänglich werden, mit all den damit verbundenen Risiken und Chancen. Andere Beispiele, die sowohl Risiken als auch Chancen beinhalten, sind unter anderem Veränderungen von Investitionsströmen in Regionen, wo zukünftige Folgen des Klimawandels die Produktivität begünstigen könnten. Schließlich bedrohen einige Folgen, die ausschließlich lokal ablaufen und möglicherweise nur geringe oder überhaupt keine direkten Auswirkungen außerhalb der Regionen haben, in denen sie auftreten, dennoch Werte von globaler Bedeutung und lösen so internationale Sorge aus. Beispiele hierfür sind humanitäre Hilfe nach lokalen Katastrophen oder der Erhalt lokal bedrohter und global wertgeschätzter biologischer Vielfalt.

FAQ 21.3 Welche regionalen Informationen sollte ich für das Klimarisikomanagement über einen Zeithorizont von 20 Jahren berücksichtigen?

Die grundlegenden Informationen, die man für ein Klimarisikomanagement benötigt, sind das Verständnis der klimatischen Ereignisse, die das untersuchte System gefährden, sowie deren Eintrittswahrscheinlichkeit. Ausgangspunkt für das Zusammentragen dieser Informationen ist ein gutes Verständnis des Klimas der jüngsten Vergangenheit, einschließlich jeglicher Trends von bestimmten Eigenschaften dieser Ereignisse (z. B. ihrer Häufigkeit oder Intensität). Darüber hinaus ist es wichtig zu berücksichtigen, dass viele Aspekte des Klimas Veränderungen unterliegen, sowie zu verstehen, wie die zukünftigen projizierten Änderungen die Eigenschaften dieser Ereignisse beeinflussen, und dass sich diese Änderungen – im Allgemeinen – je nach Region unterscheiden werden. Es sollte jedoch beachtet werden, dass das Ausmaß der projizierten Änderungen über die nächsten 20 Jahre möglicherweise nicht ausreicht, um die Häufigkeit und Intensität dieser Ereignisse stark zu beeinflussen. Schließlich ist es ebenso unerlässlich zu verstehen, welche anderen Faktoren die Verwundbarkeit des Systems beeinflussen. Diese können wichtige Bestimmungsgrößen beim Management der Risiken darstellen; außerdem werden Klimaveränderungen zum sekundären Problem, wenn sich diese anderen Faktoren schneller verändern als das Klima.

Um Klimarisiken über einen Zeithorizont von 20 Jahren zu managen, ist es notwendig, die Klimavariablen zu identifizieren, gegenüber denen das gefährdete System verwundbar ist. Hierbei kann es sich um ein einfaches Ereignis wie Extremniederschlag oder einen tropischen Wirbelsturm handeln, aber auch um eine komplexere Abfolge, wie ein spätes Einsetzen

des Monsuns in Verbindung mit verlängerten Trockenperioden während der Regenzeit.

Die derzeitige Verwundbarkeit des Systems kann dann aus historischen Klimadaten zu diesen Variablen, einschließlich jeglicher Informationen über Trends in den Variablen, abgeschätzt werden. Diese historischen Daten würden eine gute Abschätzung der Verwundbarkeit ergeben, vorausgesetzt, die Aufzeichnungen erfolgten lange genug, um eine große Stichprobe der relevanten Klimavariablen zu liefern, und die Ursachen eventueller Trends wurden verstanden, wie beispielsweise, ob sie eindeutig auf den Klimawandel zurückzuführen sind. Es ist zu beachten, dass in vielen Regionen häufig keine ausreichend langen historischen Aufzeichnungen der relevanten Klimavariablen verfügbar sind.

Auch muss man sehen, dass sich viele Aspekte des Klimas der nächsten 20 Jahre von den vergangenen unterscheiden werden. Die Temperaturen steigen weiterhin an, was zu erhöhter Verdunstung und Luftfeuchtigkeit sowie zu Verringerungen der Schneemengen und kürzerer Dauer der Schneesaison in vielen Regionen führt. Die durchschnittliche Niederschlagsmenge verändert sich in vielen Regionen – mit sowohl Anstiegen als auch Abnahmen – und es werden tendenziell vermehrt Extremniederschläge über Landgebieten beobachtet. Die Klimaprojektionen stimmen grundsätzlich darin überein, dass mit einer anhaltenden Erwärmung des Klimas weitere Anstiege von Starkniederschlägen auftreten werden, und dass in mehr Regionen signifikante Anstiege beziehungsweise Abnahmen des durchschnittlichen Niederschlags zu verzeichnen sein werden. In allen Fällen projizieren die Modelle eine Bandbreite von Veränderungen für all diese Variablen, die grundsätzlich für verschiedene Regionen unterschiedlich sind.

Viele dieser Veränderungen sind verglichen mit ihren natürlichen Schwankungen möglicherweise häufig relativ klein; von Bedeutung ist aber der Einfluss dieser Veränderungen auf die spezifischen Klimavariablen, die das System gefährden. Daher müssen aus den projizierten Klimaänderungen Informationen darüber abgeleitet werden, wie sich die Merkmale dieser Variablen – beispielsweise ihre Eintrittswahrscheinlichkeit oder ihr Ausmaß – über die nächsten 20 Jahre verändern werden. Diese projizierten zukünftigen Merkmale mögen in einigen Fällen nicht von den historisch beobachteten zu unterscheiden sein, in anderen Fällen können jedoch einige oder alle Modelle signifikante Veränderungen projizieren. Im letzteren Fall werden die Auswirkungen der projizierten Klimaänderungen dann zu einer Reihe von Veränderungen entweder der Häufigkeit oder des Ausmaßes des Klimaereignisses führen oder beides. Die Managementstrategie für Klimarisiken müsste sich dann anpassen, um entweder eine größere Bandbreite von Risiken oder ein größeres Risikoausmaß zu berücksichtigen.

Dies bedeutet, dass in solchen Fällen eine sorgfältige Analyse der Bedeutung projizierter Änderungen für die spezifischen zeitlichen und räumlichen Merkmale der für das gefährdete System relevanten Klimavariablen erforderlich ist.

FAQ 21.4 Ist die Klimaprojektion mit der höchsten Auflösung am besten für Folgenabschätzungen (*impact assessments*) geeignet?

Eine verbreitete Vorstellung besagt, dass eine höhere Auflösung (d. h. mehr räumliche Details) gleichbedeutend mit besser nutzbaren und belastbareren Informationen ist. Leider sind Daten nicht gleich Informationen, und mehr hochaufgelöste Daten resultieren nicht notwendigerweise in mehr oder besseren Informationen. Auch wenn hochauflösende Globale Klimamodelle (*Global Climate Models* – GCM) und viele *Downscaling*-Methoden hochaufgelöste Daten liefern und einen Mehrwert beispielsweise für Regionen mit komplexer Topographie bringen können, bedeutet das deshalb noch nicht zwangsweise, dass die endgültige Aussage zum Klimawandel hierdurch an Wert gewinnt. Dies hängt teilweise davon ab, wie die höher aufgelösten Daten gewonnen wurden. Zum Beispiel erhöhen einfache Ansätze wie die räumliche Interpolation oder das Hinzufügen von Klimaänderungen aus GCM zu beobachteten Datenfeldern zwar die räumliche Auflösung, fügen jedoch keine neuen Informationen über hochaufgelöste Klimaänderungen hinzu. Ungeachtet dessen sind diese Datensätze hilfreich für den Betrieb von *Impact Models*. Viele Voreinstellungen bezüglich Folgen sind in gewisser Weise auf eine bestimmte Auflösung eingestellt, wie z. B. die verschachtelten Größekategorisierungen hydrologischer Becken bis hinunter auf die Größe des Einzugsgebietes, die in der hydrologischen Modellierung häufig Anwendung finden. Die Verwendung dynamischer oder statistischer *Downscaling*-Methoden wird eine neue Hochauflösungskomponente hinzufügen, was das Vertrauen darin erhöht, dass Prozesse, die unterhalb der GCM-Ebene ablaufen, genauer abgebildet werden. Mit dem Einsatz einer zusätzlichen Methode sind jedoch neue Fehler verbunden, die berücksichtigt werden müssen. Noch wichtiger ist, dass bei Anwendung des *Downscalings* auf nur ein oder zwei GCM die daraus resultierenden Hochauflösungsszenarien nicht die volle Bandbreite projizierter Änderungen abdecken werden, die ein großes GCM-Ensemble als plausible Zukunftsvarianten abbilden würde. Es ist wichtig, diese vollständige Bandbreite abzudecken, um die Unsicherheit des Klimas im Zusammenhang mit Folgen angemessen abzubilden. Für viele Anwendungen, wie z. B. das Verständnis der vollen Bandbreite an möglichen Folgen, die sich aus unseren derzeitigen besten Schätzungen regionalen Klimawandels ergeben, können daher Daten mit geringerer Auflösung informativer sein. Letztendlich ist

kein einzelner Datensatz der beste, und es ist die Einbindung vieler Informationsquellen, die ein belastbares Verständnis von Wandel entstehen lässt. Wichtig in vielen Zusammenhängen mit den Folgen des Klimawandels ist eine angemessene Abbildung der vollständigen Bandbreite bekannter Unsicherheiten, ungeachtet der räumlichen Auflösung.

Kapitel 22: Afrika

FAQ 22.1 Wie kann sich der Klimawandel auf die Ernährungssicherheit in Afrika auswirken?

Ernährungssicherheit setzt sich aus Verfügbarkeit (wird genügend Nahrung produziert?), Zugang (können die Menschen sie bekommen und auch bezahlen?), Nutzung (wie die lokalen Bedingungen die Nährstoffaufnahme der Menschen aus der Nahrung beeinflussen) und Stabilität (sind Versorgung und Zugang sichergestellt?) zusammen. Es herrscht große Einigkeit darüber, dass der Klimawandel signifikant negative Folgen für all diese Aspekte der Ernährungssicherheit in Afrika haben wird.

Die Verfügbarkeit von Nahrungsmitteln könnte durch direkte Klimafolgen für Nutzpflanzen und Viehbestand aufgrund von stärkeren Überschwemmungen, Dürre, Verschiebungen von Zeitpunkt und Menge an Regen sowie hohen Temperaturen oder indirekt durch stärkere Bodenerosion aufgrund häufigerer Unwetter oder durch erhöhten Schädlings- und Krankheitsdruck auf Nutzpflanzen und Viehbestand aufgrund der wärmeren Temperaturen und anderer Veränderungen der Klimabedingungen bedroht werden. Der Zugang zu Nahrungsmitteln könnte durch Folgen des Klimawandels für die Produktivität in wichtigen getreideproduzierenden Regionen der Welt bedroht werden, was zusammen mit anderen Faktoren die Nahrungsmittelpreise anheben und dazu führen könnte, dass sich in Armut lebende Menschen in Afrika gekaufte Nahrungsmittel weniger leisten können. Der Zugang wird zudem durch Extremereignisse bedroht, die den Transport von Nahrungsmitteln und andere Infrastruktur des Nahrungsmittelsystems beeinträchtigen. Der Klimawandel könnte die Nutzung von Nahrungsmitteln durch eine erhöhte Krankheitsbelastung beeinträchtigen, die die Fähigkeit des Körpers verringert, Nährstoffe aus Nahrungsmitteln aufzunehmen. Wärmere und feuchtere Bedingungen aufgrund des Klimawandels könnten sich auf die Verfügbarkeit und Nutzung von Nahrungsmitteln auswirken, weil ein höheres Risiko des Verderbs frischer Nahrungsmittel sowie von Schädlings- und Pathogenbefall von gelagerten Nahrungsmitteln (Getreide, Hülsenfrüchte, Knollen)

besteht, das sowohl die Verfügbarkeit als auch die Qualität von Nahrungsmitteln verringert. Die Stabilität könnte durch Veränderungen der Verfügbarkeit und des Zugangs im Zusammenhang mit klimatischen und anderen Faktoren beeinträchtigt werden.

FAQ 22.2 Welche Rolle spielt der Klimawandel bezüglich gewaltsamer Konflikte in Afrika?

Es herrscht weitgehend Konsens darüber, dass gewaltsame Konflikte auf einer Vielfalt miteinander zusammenhängender Ursachen basieren, von denen die Umwelt ein Faktor, jedoch selten der am stärksten entscheidende ist. Ob das sich wandelnde Klima das Risiko eines Bürgerkriegs in Afrika erhöht, bleibt strittig, und zur Beantwortung dieser Frage gibt es wenig belastbare Forschung. Folgen des Klimawandels, die den Wettbewerb um zunehmend knappe Ressourcen wie Frischwasser und urbares Land intensivieren, besonders angesichts des Bevölkerungswachstums, sind Grund zur Sorge. Die Zerstörung von natürlichen Ressourcen aufgrund sowohl übermäßiger Nutzung als auch des Klimawandels wird zu vermehrten Konflikten bezüglich der Verteilung dieser Ressourcen führen. Zusätzlich zu diesen Belastungen ist der Ausbruch eines bewaffneten Konflikts jedoch von vielen länderspezifischen soziopolitischen, wirtschaftlichen und kulturellen Faktoren abhängig.

Kapitel 23: Europa

FAQ 23.1 Werde ich in Europa weiterhin an der Küste leben können?

Küstengebiete, die von Sturmfluten betroffen sind, werden sich sowohl aufgrund der zunehmenden Häufigkeit von Stürmen als auch aufgrund des höheren Meeresspiegels höheren Risiken gegenüber sehen. Der Großteil dieser Risikozunahme wird nach der Mitte dieses Jahrhunderts stattfinden. Küstenlinienmodelle legen nahe, dass Bevölkerungsgruppen im Nordwesten Europas am stärksten betroffen sind, und viele Länder einschließlich der Niederlande, Deutschland, Frankreich, Belgien, Dänemark, Spanien und Italien werden ihren Küstenschutz verstärken müssen. Einige Länder haben bereits ihre Küstenschutzstandards erhöht. Die Kombination aus verstärktem Küstenschutz und Küstenerosion kann zu schmaleren Küstenzonen an der Nordsee, der iberischen Küste und der Biskaya führen. Die Anpassung von Wohnstätten und Geschäftsgebäuden an gelegentliche Überschwemmungen ist eine weitere Reaktion auf den

Klimawandel. Doch auch wenn die Anpassung von Gebäuden in Küstengemeinden und die Aufbesserung des Küstenschutzes die negativen Folgen des Meeresspiegelanstiegs und von Sturmfluten signifikant verringern können, können sie diese Risiken doch nicht eliminieren, insbesondere weil die Meeresspiegel im Laufe der Zeit weiter ansteigen werden. An manchen Orten wird der „geordnete Rückzug“ wahrscheinlich eine notwendige Reaktion werden.

FAQ 23.2 Wird der Klimawandel neue Infektionskrankheiten nach Europa bringen?

Bei der Einschleppung von Infektionskrankheiten in neue Gebiete spielen viele Faktoren eine Rolle. Zu den Faktoren, die bestimmen, ob sich das Ausbreitungsgebiet einer Krankheit verändert, gehören: Einschleppung durch internationale Reisen von Menschen, Vektoren oder Wirten (Insekten, landwirtschaftliche Produkte), Veränderungen der Anfälligkeit des Vektors oder Wirts, Arzneimittelresistenz sowie Umweltveränderungen wie Landnutzungsänderung oder Klimawandel. Ein Grund zur Sorge, der Aufmerksamkeit erregt hat, ist die Möglichkeit, dass der Klimawandel die Ausbreitung tropischer Krankheiten wie Malaria nach Europa begünstigt. Malaria war früher in Europa endemisch. Auch wenn die übertragenden Stechmücken noch immer da sind und durch internationale Reisen neue Fälle auftreten, hat sich Malaria in Europa nicht etabliert, weil infizierte Personen schnell erkannt und behandelt werden. Um die Ausbreitung von Krankheiten zu verhindern, ist es daher unerlässlich, eine gute Gesundheitsüberwachung und gute Gesundheitssysteme aufrechtzuerhalten. Wenn es zu einem Ausbruch (also der Einschleppung einer neuen Krankheit) gekommen ist, ist es oft schwierig, die Ursachen zu ermitteln. Wahrscheinlich ist eine Kombination mehrerer Faktoren von Bedeutung. Ein geeignetes Klima ist ein notwendiger aber nicht hinreichender Faktor für die Einschleppung neuer Infektionskrankheiten.

FAQ 23.3 Wird Europa aufgrund des Klimawandels mehr Nahrungsmittel importieren müssen?

Europa ist einer der weltweit größten und produktivsten Lieferanten von Nahrungsmitteln, importiert aber auch große Mengen mancher landwirtschaftlicher Erzeugnisse. Unter künftigen Klimaszenarien ist eine Verringerung der Getreideerträge, besonders von Weizen in Südeuropa, zu erwarten. Eine Verlagerung der Anbauggebiete von hochwertigen Feldfrüchten wie Weintrauben ist ebenfalls möglich. Ein Rückgang der Nahrungsmittelproduktion kann durch Erhöhungen in anderen europäischen Unterregionen ausgegli-

chen werden. Wenn jedoch die Kapazität des europäischen Nahrungsmittelproduktionssystems, klimatische Schocks zu überstehen, überschritten wird, bräuchte die Region außerordentliche Nahrungsmittelimporte.

Kapitel 24: Asien

FAQ 24.1 Welche Folgen wird der zukünftige Klimawandel laut Projektionen für die Trinkwasserressourcen in Asien haben?

Asien ist eine riesige und vielseitige Region, daher unterscheiden sich sowohl der Klimawandel als auch seine Folgen für die Trinkwasserressourcen stark je nach Standort. Doch in der gesamten Region sind ausreichende Wasserressourcen aufgrund der hohen Bevölkerungszahlen und der starken Abhängigkeit des Landwirtschaftssektors von Niederschlag, Flussabläufen und Grundwasser besonders wichtig. Insgesamt besteht *geringes Vertrauen* in die Projektionen dazu, wie genau sich der Klimawandel auf subregionaler Ebene auf künftige Niederschlagsmengen auswirken wird, und daher auch in Projektionen dazu, wie sich der Klimawandel auf die Verfügbarkeit von Wasserressourcen auswirken könnte. Wasserknappheit wird jedoch voraussichtlich in vielen asiatischen Regionen eine große Herausforderung darstellen, weil durch Bevölkerungswachstum und einen steigenden Pro-Kopf-Verbrauch bei höheren Lebensstandards die Nachfrage nach Wasser steigt. Der Gletscherrückgang in Zentralasien wird aufgrund der Klimaerwärmung voraussichtlich zunehmen, was sich auf die Flussabläufe stromabwärts in diesen Regionen auswirken wird. Bessere Wassermanagementstrategien können helfen, Wasserknappheit zu lindern. Dazu gehören beispielsweise die Entwicklung von Wasserspartechnologien bei der Bewässerung, der Bau von Reservoirs, die Erhöhung der Wasserproduktivität, eine Änderung der Anbausysteme und die Wiederverwendung von Wasser.

FAQ 24.2 Wie wird sich der Klimawandel auf die Nahrungsmittelproduktion und die Ernährungssicherheit in Asien auswirken?

Die Folgen des Klimawandels für Temperatur und Niederschlag werden die Nahrungsmittelproduktion und die Ernährungssicherheit in bestimmten Gebieten überall in dieser vielseitigen Region in vielfältiger Weise beeinflussen. Allgemein wird der Klimawandel negative Folgen für die Getreideproduktion in Asien haben, jedoch mit einer Vielfalt an möglichen Auswirkungen (*mittleres Vertrauen*). Zum Beispiel zeigen die

meisten Simulationsmodelle, dass höhere Temperaturen zu geringeren Reiserträgen aufgrund einer kürzeren Wachstumszeit führen. Manche Studien weisen jedoch darauf hin, dass mehr Kohlendioxid (CO₂) in der Atmosphäre, das diese höheren Temperaturen verursacht, die Photosynthese fördern und damit zu höheren Reiserträgen führen könnte. Diese Unsicherheit bezüglich der Gesamtauswirkungen von Klimawandel und CO₂-Düngung trifft im Allgemeinen auf andere wichtige Feldfrüchte wie unter anderem Weizen, Sorghum, Gerste und Mais zu.

Die Erträge mancher Feldfrüchte werden in einigen Gebieten steigen (z. B. die Getreideproduktion im Norden und Osten von Kasachstan) und in anderen zurückgehen (z. B. Weizen in der Indus-Ganges-Ebene in Südasien). In Russland könnte der Klimawandel zu einem Defizit in der Nahrungsmittelproduktion führen, was als ein Ereignis definiert ist, bei dem die jährliche potenzielle Produktion der wichtigsten Feldfrüchte um 50 % oder mehr unter ihren normalen Durchschnittswert fällt. Der Meeresspiegelanstieg wird laut Projektionen die insgesamt urbaren Flächen und damit die Nahrungsmittelversorgung in vielen Teilen Asiens reduzieren. Eine vielseitige Mischung potentieller Anpassungsstrategien wie Zucht von Feldfrüchten, Wechsel von Feldfruchtsorten, Anpassung der Pflanzzeit, Wassermanagement, Diversifizierung von Feldfrüchten und eine große Vielzahl indigener Praktiken werden im lokalen Kontext alle angebracht sein.

FAQ 24.3

Wer ist durch den Klimawandel in Asien am stärksten gefährdet?

Menschen, die in niedrig gelegenen Küstenzonen und Flussniederungen leben, sind vermutlich durch die Folgen des Klimawandels in Asien am stärksten gefährdet. Die Hälfte der asiatischen Stadtbevölkerung lebt in diesen Gebieten. Was das Risiko für Küstengemeinden noch erhöht, ist die Tatsache, dass in Asien mehr als 90 % der Weltbevölkerung beheimatet ist, die tropischen Zyklonen ausgesetzt ist. Die Folgen solcher Stürme werden für niedrig oder in Küstenzonen gelegene Gemeinden durch den ansteigenden Meeresspiegel verschärft, selbst wenn ihre Häufigkeit oder Stärke unverändert bleibt (*mittleres Vertrauen*). Auch die Verwundbarkeit vieler Inselvölker steigt durch die Folgen des Klimawandels. Ansiedlungen auf instabilen Hängen oder in Gebieten, die für Erdbeben anfällig sind – weitverbreitet in einigen Teilen Asiens – sehen sich einer höheren Wahrscheinlichkeit von durch Regen verursachten Erdbeben gegenüber.

Asien ist vorwiegend landwirtschaftlich geprägt. 58 % der Bevölkerung leben in ländlichen Gebieten, und 81 % davon sind für ihre Existenzgrundlage von der

Landwirtschaft abhängig. Ländliche Armut könnte in Teilen Asiens durch die negativen Folgen des Klimawandels für die Reisproduktion sowie einen allgemeinen Anstieg der Nahrungsmittelpreise und Lebenshaltungskosten verschlimmert werden (*hohes Vertrauen*). Der Klimawandel wird weitreichende und vielfältige gesundheitliche Folgen haben. Häufigere und stärkere Hitzewellen werden die Sterblichkeit und die Erkrankungsrate bei verwundbaren Gruppen in städtischen Gebieten erhöhen (*hohes Vertrauen*). Die Übertragung von Infektionskrankheiten, wie Choleraepidemien an der Küste von Bangladesch und Schistosomiasis in Binnenseen in China oder Diarrhoe-Ausbrüche bei auf dem Land lebenden Kindern, wird infolge wärmerer Luft und wärmeren Wassers sowie veränderter Regenmuster und Wasserflüsse beeinflusst werden (*mittleres Vertrauen*). Ausbrüche der durch Impfung vermeidbaren Japanischen Enzephalitis in der Himalaya-Region und von Malaria in Indien und Nepal wurden mit Regenfällen in Verbindung gebracht. Es wird Veränderungen der geografischen Verbreitung von vektorübertragenen Erkrankungen geben, da die Vektorarten, die die Krankheiten mit sich tragen und übertragen, in für sie geeignetere Regionen ziehen werden (*mittleres Vertrauen*). Diese Effekte werden am stärksten an den Rändern der derzeitigen Verbreitungsgebiete dieser Arten zu spüren sein.

Kapitel 25: Australasien

FAQ 25.1

Wie können wir uns an den Klimawandel anpassen, wenn die projizierten künftigen Änderungen unsicher bleiben?

Viele vorliegende Folgenabschätzungen zum Klimawandel in Australien und Neuseeland konzentrieren sich auf die ferne Zukunft (2050 bis 2100). Wenn sie kurzfristigeren, nicht mit dem Klima verbundenen Belastungen gegenübergestellt wird, kann die unumgängliche Unsicherheit weitentfernter Klimafolgen eine effektive Anpassung behindern. Eine neu aufkommende Erfolgsmethode in Australasien hat dieses Problem erkannt und konzentriert sich stattdessen auf die Entscheidungen, die ohnehin in der nahen Zukunft getroffen können und werden, sowie auf die „Lebensdauer“ dieser Entscheidungen und das Risiko durch den Klimawandel während dieser Lebensdauer. So ist beispielsweise die Wahl der einjährigen Feldfrucht für das kommende Jahr, auch wenn sie stark vom Klima beeinflusst wird, nur ein oder zwei Jahre lang von Bedeutung und kann relativ schnell angepasst werden. Selbst Landnutzungsänderungen zwischen Anbau-, Weide- und Forstwirtschaftsindustrien haben sich in Australasien über ein Jahrzehnt hinweg als sehr flexibel erwiesen. Wenn die Anpassungsaufgabe als *Impli-*

kationen für nahegelegene Entscheidungen neu formuliert wird, wird Unsicherheit bezüglich der fernen Zukunft weniger problematisch, und Anpassungsreaktionen können besser in bestehende Entscheidungsprozesse und Frühwarnsysteme eingebunden werden.

Manche Entscheidungen, wie z. B. solche hinsichtlich langlebiger Infrastruktur und Raumplanung sowie solche für den Gemeinbedarf, brauchen einen langfristigen Blickwinkel und müssen sich mit signifikanten Unsicherheiten und mit Abwägungen zwischen kurz- und langfristigen Zielen und Werten befassen. Selbst dann können weit verbreitete Techniken helfen, die Probleme bei der Entscheidungsfindung zu verringern, darunter das „Vorsorgeprinzip“, „reale Optionen“, „adaptives Management“, „No-regret-Strategien“ oder „Risikoabsicherung“. Diese können der jeweiligen Unsicherheitsart passend zugeordnet werden, benötigen aber ein regulierendes Rahmen-

werk und Institutionen, die solche Ansätze unterstützen können, einschließlich der Fähigkeit der Akteure, sie zuverlässig umzusetzen.

Anpassung ist keine einmalige Maßnahme, sondern wird entlang eines sich weiterentwickelnden Pfades ablaufen, auf dem Entscheidungen mehrfach überarbeitet werden, während sich die Zukunft entfaltet und weitere Informationen verfügbar werden (siehe Abbildung 25-3). Auch wenn dies Lernmöglichkeiten schafft, müssen aufeinanderfolgende kurzfristige Entscheidungen überwacht werden, damit nicht versehentlich ein Anpassungspfad geschaffen wird, der nicht nachhaltig ist, wenn der Klimawandel fortschreitet, oder der nur einer begrenzten Auswahl der möglichen Klimazukünfte gerecht würde. Dies wird manchmal als Fehlanpassung bezeichnet. Den Pfad zu ändern – beispielsweise eine Umorientierung weg vom laufenden Küstenschutz hin zu einem graduellen

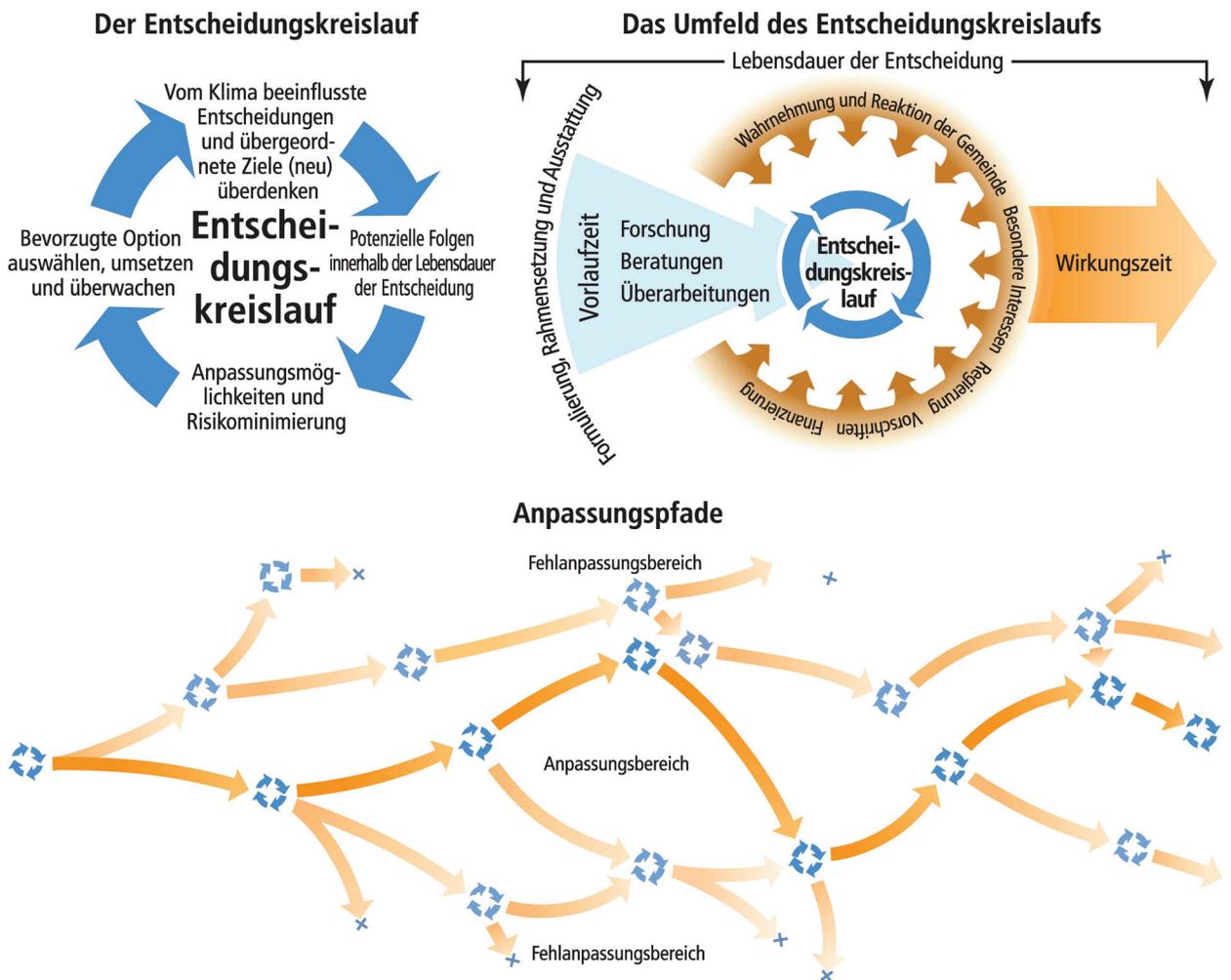


Abbildung 25-3 | Anpassung als ein iteratives Risikomanagementverfahren. Individuelle Anpassungsentscheidungen umfassen wohlbekannte Aspekte der Risikobewertung und des Risikomanagements (linke obere Tafel). Jede Entscheidung wird innerhalb ihres eigenen Einflussbereichs getroffen und baut wiederum einen solchen auf, bestimmt durch die Vorlauf- und Wirkungszeit der Entscheidung und die breiteren regulatorischen und gesellschaftlichen Einflüsse auf die Entscheidung (obere rechte Tafel). Eine Abfolge von Anpassungsentscheidungen schafft einen Anpassungspfad (untere Tafel). Es gibt keinen einzelnen „korrekten“ Anpassungspfad, obwohl manche Entscheidungen und Entscheidungsabfolgen mit höherer Wahrscheinlichkeit langfristig zu Fehlanpassung führen als andere, aber die Beurteilung von Resultaten hängt stark von gesellschaftlichen Werten, Erwartungen und Zielen ab.

Rückzug aus den am stärksten exponierten Gebieten – kann problematisch sein und möglicherweise neue Arten der Interaktion zwischen Regierungen, Industrie und Gemeinden erfordern.

FAQ 25.2 Welche Schlüsselrisiken birgt der Klimawandel für Australien und Neuseeland?

Unser Sachstandsbericht nennt acht regionale Schlüsselrisiken, die mit dem Klimawandel in Verbindung stehen. Manche Folgen, insbesondere für Ökosysteme, können inzwischen kaum noch gänzlich vermieden werden. Korallenriffsysteme sind nur begrenzt fähig, sich auf natürlichem Wege an weitere Erwärmung und zunehmende Ozeanversauerung anzupassen. Auf ähnliche Weise verkleinert sich in Gebirgen oder Hochlagen bei steigenden Temperaturen unaufhaltsam der Lebensraum für einige Ökosysteme und die damit verbundenen Arten. Dies zieht selbst in Szenarien mit begrenzter Erwärmung bedeutende Folgen und einige Verluste nach sich. Andere Risiken können jedoch durch Anpassung in Kombination mit global wirksamer Minderung deutlich verringert werden. Dazu zählen potentielle Überschwemmungsschäden aufgrund extremerer Regenfälle in den meisten Teilen von Australien und Neuseeland, Einschränkungen der Wasserressourcen aufgrund zurückgehender Regenfälle in Südaustralien, erhöhte Gesundheitsrisiken und Infrastrukturschäden durch Hitzewellen in Australien sowie höhere wirtschaftliche Verluste, Risiken für Menschenleben und Schäden an Ökosystemen durch Wald- und Flächenbrände in Südaustralien und weiten Teilen Neuseelands. Eine dritte Risikogruppe ist besonders schwer zu handhaben, da sich das Ausmaß der potentiellen Folgen je nach Klimaprojektion stark unterscheidet, selbst bei einem gegebenen Temperaturanstieg. Dies betrifft Schäden an Küsteninfrastruktur und niedrig gelegenen Ökosystemen aufgrund des anhaltenden Meeresspiegelanstiegs, wo weitverbreitete Schäden aufträten, sollte der Meeresspiegel am oberen Ende der derzeitigen Szenarien liegen. Außerdem betrifft dies Gefährdungen der landwirtschaftlichen Produktion sowohl im äußersten Südosten als auch im äußersten Südwesten Australiens, die am trockenen Ende der projizierten Niederschlagsänderungen Ökosysteme und ländliche Gemeinden schwer beeinträchtigen würden. Auch wenn sich einige dieser Schlüsselrisiken mit höherer Wahrscheinlichkeit manifestieren werden als andere und sie in unterschiedlichem Maße durch Anpassung und Minderung bewältigt werden können, erfordern sie alle Aufmerksamkeit aus der Risikomanagementperspektive, weil sie potentiell schwerwiegende Auswirkungen für die Region haben.

Kapitel 26: Nordamerika

FAQ 26.1 Welche Folgen haben klimatische Stressfaktoren derzeit in Nordamerika?

Die in Abbildung 26-2 dargestellten jüngsten Klimaänderungen und Extremereignisse wie Überschwemmungen und Dürren veranschaulichen deutliche klimabedingte Belastungen in Nordamerika (*hohes Vertrauen*). In großen Teilen der USA gab es häufiger schwere Hitzewellen sowie in weiten Teilen Nordamerikas vermehrt Starkregen (*hohes Vertrauen*). Solche Ereignisse wie Dürren in Nordmexiko und den südlich-zentralen USA, Überschwemmungen in Kanada und Hurrikane wie Sandy belegen die Exposition und Verwundbarkeit gegenüber extremem Klima (*hohes Vertrauen*). Es wurde beobachtet, dass viele ländliche und städtische Ansiedlungen, die landwirtschaftliche Produktion, die Wasserversorgung und die menschliche Gesundheit anfällig gegenüber diesen und anderen Wetterextremen sind (Abbildung 26-2). Waldökosysteme wurden durch Waldbrände, regionale Trockenheit, hohe Temperaturen und Schädlingsbefall belastet, während Wasserökosysteme durch höhere Temperaturen und den Meeresspiegelanstieg beeinträchtigt werden.

Gerade in den USA und Kanada haben viele Entscheidungsträger die finanziellen, personellen und institutionellen Kapazitäten, in Resilienz zu investieren, und dennoch hat sich ein Trend von steigenden Verlusten durch Extremereignisse auf dem Kontinent herausgebildet (Abbildung 26-2), hauptsächlich aufgrund von sozioökonomischen Faktoren wie Bevölkerungswachstum, Fragen der Gleichstellung und einem gestiegenen Eigentumswert in Gebieten mit hoher Exposition. Darüber hinaus wird der Klimawandel *sehr wahrscheinlich* zu häufigerem Auftreten extremer Hitze und von extremen Tagesniederschlägen in den meisten Gebieten von Nordamerika führen sowie zu mehr Jahren mit wenig Schnee und Verschiebungen hin zu einer früheren Schneeschmelze in weiten Teilen des Westens der USA und Kanada (*hohes Vertrauen*). Diese Veränderungen werden in Kombination mit höheren Meeresspiegeln und den damit verbundenen Sturmfluten, intensiveren Dürren und einer stärkeren Niederschlagsvariabilität voraussichtlich zu höheren Belastungen in den Bereichen Wasser, Landwirtschaft und wirtschaftliche Aktivitäten sowie für ländliche und städtische Siedlungen führen (*hohes Vertrauen*).

(a) Bedeutende Wetterereignisse in der Zeit von 1993–2012

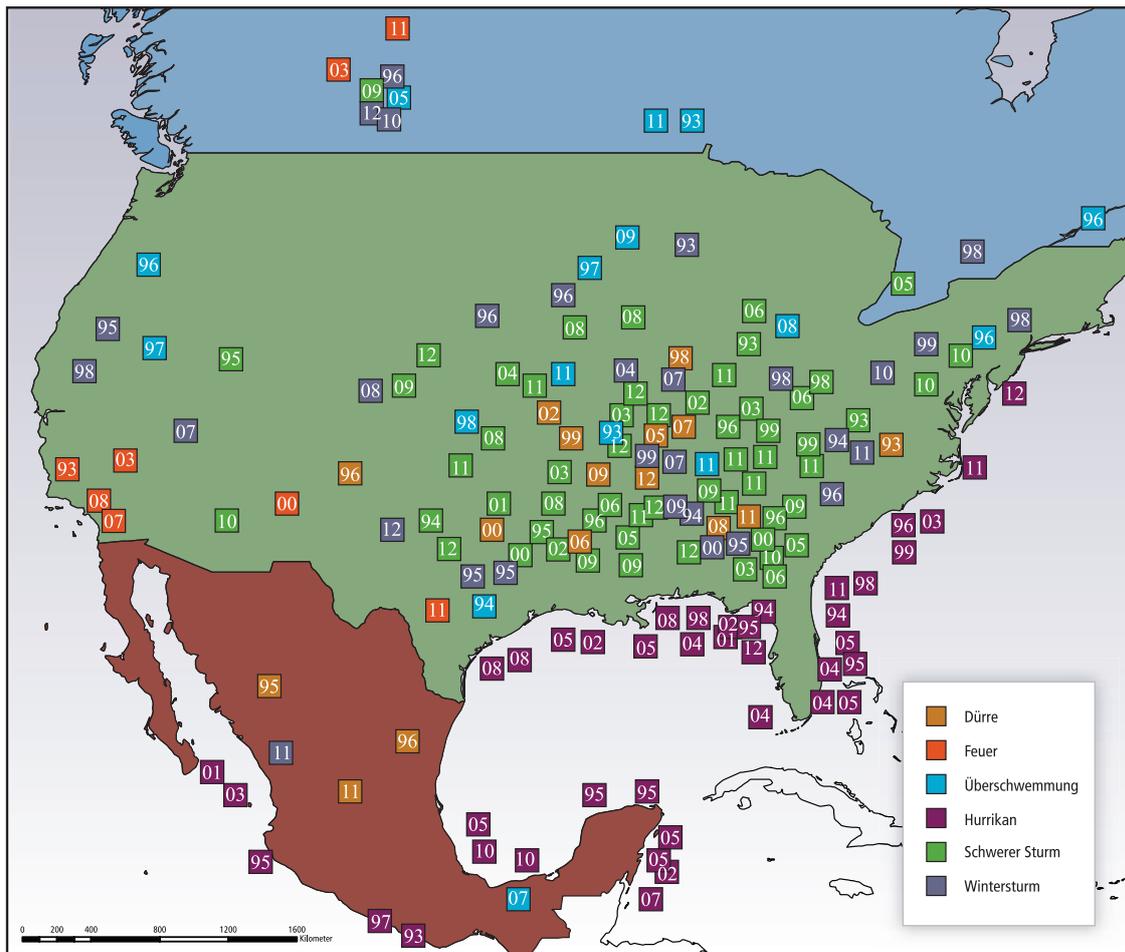


Abbildung 26-2 | Extremereignisse, die Verwundbarkeiten für Mexiko, die USA und Kanada verdeutlichen. Diese Abbildung bietet eine grafische Darstellung der Schauplätze vor Extremereignissen und relevanter Verwundbarkeitstrends. Die beobachteten Extremereignisse wurden nicht dem anthropogenen Klimawandel zugeordnet, stellen aber klimasensitive Quellen von Folgen dar, die die Verwundbarkeit von exponierten Systemen aufzeigen, insbesondere, wenn sich projizierte zukünftige Zunahmen in Häufigkeit und/oder Heftigkeit solcher Ereignisse manifestieren sollten. Die Abbildung besteht aus drei Teilen. (a) Eine Karte mit bedeutenden Wetter- und Klimaereignissen in der Zeit von 1993 bis 2012 (Daten vor NatCatSERVICE, 2013). Die Kategorien „schwerer Sturm“ und „Wintersturm“ fassen jeweils mehrere Sturmarten zusammen; z. B. werden Hagelstürme als Winterstürme und Tornados als schwere Stürme wiedergegeben. Die Zahlen in Kästen geben die Jahre an, in denen die Extremereignisse auftraten. Hurrikane sind dort, wo sie erstmals auf Land trafen, vor der Küste eingezeichnet, und die Platzierung aller anderen Kästen (die sich über mehrere subnationale Rechtsräume erstrecken können) ist entsprechend der Gegend mit den höchsten erwarteter Folgen gewählt (definiert über die geschätzte betroffene Bevölkerung, wo keine genaueren Einzelheiten auf subnationaler Ebene vorlagen). Die Karte erfasst nur Ereignisse mit Gesamtverlusten von ≥ 1 Milliarde US-\$ in den USA oder ≥ 500 Millionen US-\$ in Mexiko und Kanada, angepasst auf die Werte von 2012; daher erfasst sie keine Ereignisse mit kleinen oder mittleren Folgen. Darüber hinaus umfassen die Verluste keine Folgen der Katastrophen für die Existenzgrundlagen oder das Wohlbefinden der Bevölkerungen. (b) Eine Karte (auf der nächsten Seite) der Bevölkerungsdichte pro $\sim 0,0083^\circ$ -Gitterbox in einer Auflösung von einem Kilometer, die Exposition aufzeigt und unter Verwendung von Landsat-Daten von 2011 erstellt wurde (Bright et al., 2012). Es ist zu beachten, dass eine $\sim 0,0083^\circ$ -Gitterbox etwa einem Quadratkilometer entspricht, diese Annäherung sich aber mit der geografischen Breite ändert. (c) Vier Tafeln (auf der nächsten Seite) mit Trends in sozioökonomischen Indikatoren, die in der Literatur verwendet werden, um die Verwundbarkeit gegenüber Gefährdungen zu messen (Romero-Lankao et al., 2012b): Armutsraten, Prozentsatz an Älteren, Pro-Kopf-BIP und Gesamtbevölkerung (U.S. Census Bureau, 2011; Statistics Canada, 2012; CEPAL, 2013).
Fortsetzung auf der nächsten Seite →

QUELLEN:

NatCatSERVICE, 2013: *Downloadcenter für Statistiken zu Naturkatastrophen, Zeitabschnitt 1/1/1993-31/12/2012*. Naturgefahren, Munich Reinsurance Company, München, Deutschland, www.munichre.com/en/reinsurance/business/non-life/natcatservice/index.html.

Bright, E.A., P.R. Coleman, A.N. Rose, und M.L. Urban, 2012: *LandScan 2011*. Digitaler Datensatz, Oakridge National Laboratory, Oakridge, TN, USA, web.ornl.gov/sci/landscan/index.shtml. Romero-Lankao et al., 2012b

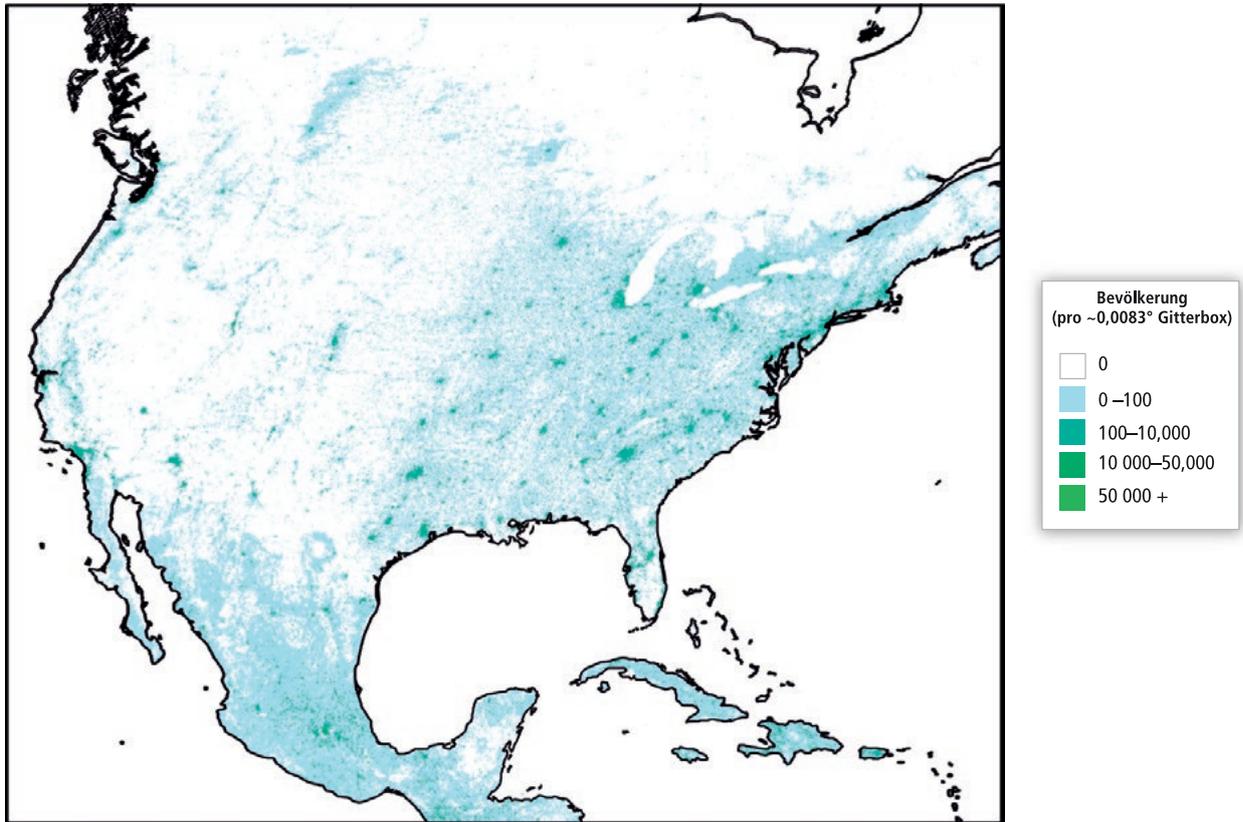
U.S. Census Bureau, 2011: *Statistical Abstract of the United States: 2012*. United States Department of Commerce, Washington, DC, USA, www.census.gov/compendia/statab/.

Statistics Canada, 2012: *Tabelle 051-0001: Estimates of Population, by Age Group and Sex for July 1, Canada, Provinces and Territories: Annual*. Government of Canada, Ottawa, ON, Canada, www5.statcan.gc.ca/cansim/a26?lang=eng&retrLang=eng&id=0510001&paSer=&pattern=&stByVal=1&p1=1&p2=-1&tabMode=dataTable&csid=.

CEPAL: *CEPAL Statistic Databases: Population, by Age Group, by Sex*. Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL), Santiago, Chile, interwp.cepal.org/sisgen/ConsultaIntegrada.asp?IdAplicacion=1&idTema=1&idIndicador=31&idioma=i.

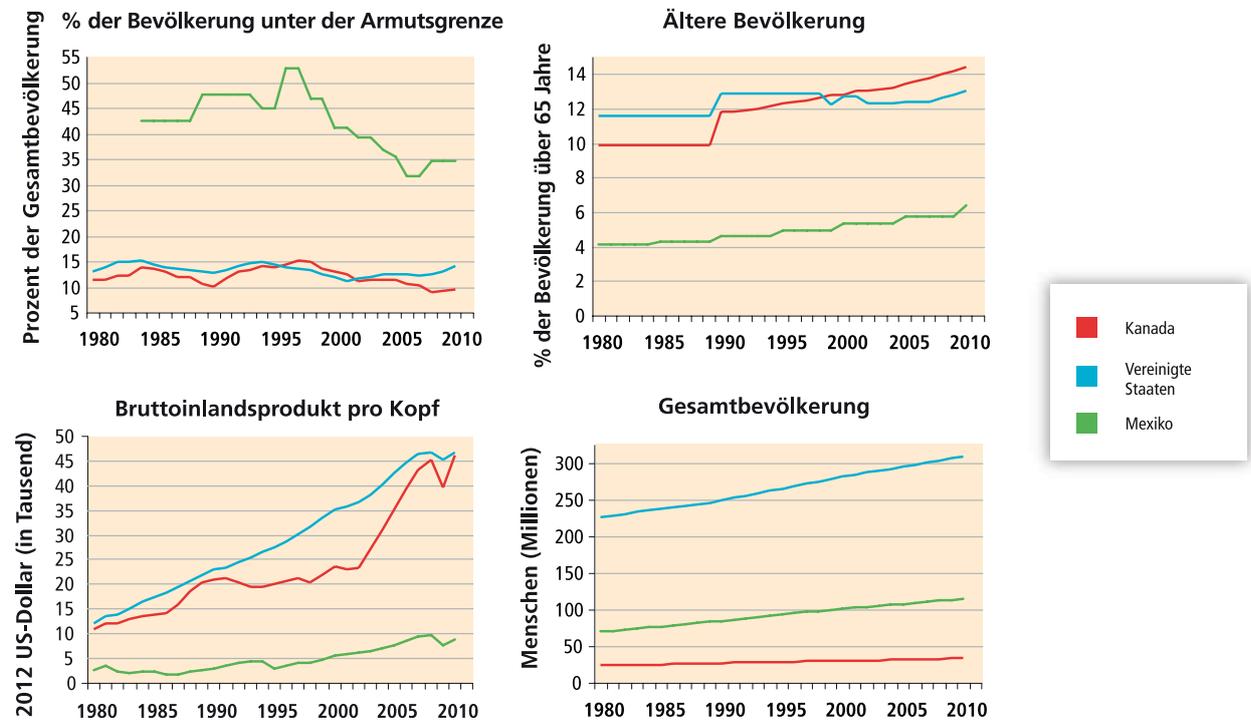
Abbildung 26-2 (Fortsetzung)

(b) Bevölkerungsdichte bei 1 km Auflösung



Teil B:
Regionale Aspekte

(c) Trends von sozioökonomischen Indikatoren



FAQ 26.2**Kann Anpassung die negativen Folgen von klimatischen Stressfaktoren in Nordamerika verringern?**

Anpassung – einschließlich Landplanung, Investitionen in Infrastruktur, Notfallmanagement, Gesundheitsprogramme und Wasserreinhaltung – bietet signifikante Möglichkeiten, durch das aktuelle Klima und den Klimawandel bedingte Risiken einzudämmen (Abbildung 26-3). Anpassung bekommt zunehmend Aufmerksamkeit von Planern auf allen Regierungsebenen, jedoch besonders auf der Gemeindeebene, wo viele juristische Zuständigkeiten an Bewertungs- und Planungsverfahren teilnehmen. Dennoch gibt es wenige dokumentierte Beispiele für die Umsetzung proaktiver Anpassung, und diese finden sich hauptsächlich in Sektoren mit längerfristiger Entscheidungsfindung, einschließlich der Energie- und öffentlichen Infrastruktur (*hohes Vertrauen*). Anpassungsbemühungen haben die bedeutenden Herausforderungen und Quellen des Widerstands aufgedeckt, denen sich Planer sowohl in der Planungs- als auch der Umsetzungsphase gegenüber sehen, insbesondere die Angemessenheit der Informations-, Institutions-, Finanz- und personellen Ressourcen sowie der Mangel an politischem Willen (*mittleres Vertrauen*). Während in weiten Teilen Nordamerikas eine hohe Anpassungskapazität an den Klimawandel besteht, gibt es regionale und sektorale Unterschiede bezüglich der wirtschaftlichen Ressourcen, Führungskapazitäten sowie des Zugangs zu und der Nutzungsmöglichkeiten von Informationen zum Klimawandel, so dass die Anpassungskapazität in vielen Regionen und vielen Bevölkerungsgruppen, wie Armen und indigenen Gemeinschaften, begrenzt ist. Zum Beispiel haben viele Arten nur eine begrenzte Kapazität, sich an den Klimawandel anzupassen, selbst wenn der Mensch eingreift. Bei geringeren Temperaturanstiegen hat Anpassung großes Potential, die projizierten Ertragsrückgänge für viele Feldfrüchte auszugleichen, doch diese Wirksamkeit wird bei höheren Temperaturen voraussichtlich wesentlich geringer ausfallen. Das Risiko, dass Klimabelastungen tiefgreifende Folgen für Ökosysteme und die Gesellschaft haben, einschließlich der Möglichkeit von Artensterben oder schwerwiegender sozioökonomischer Schocks, zeigt die Grenzen von Anpassung auf.

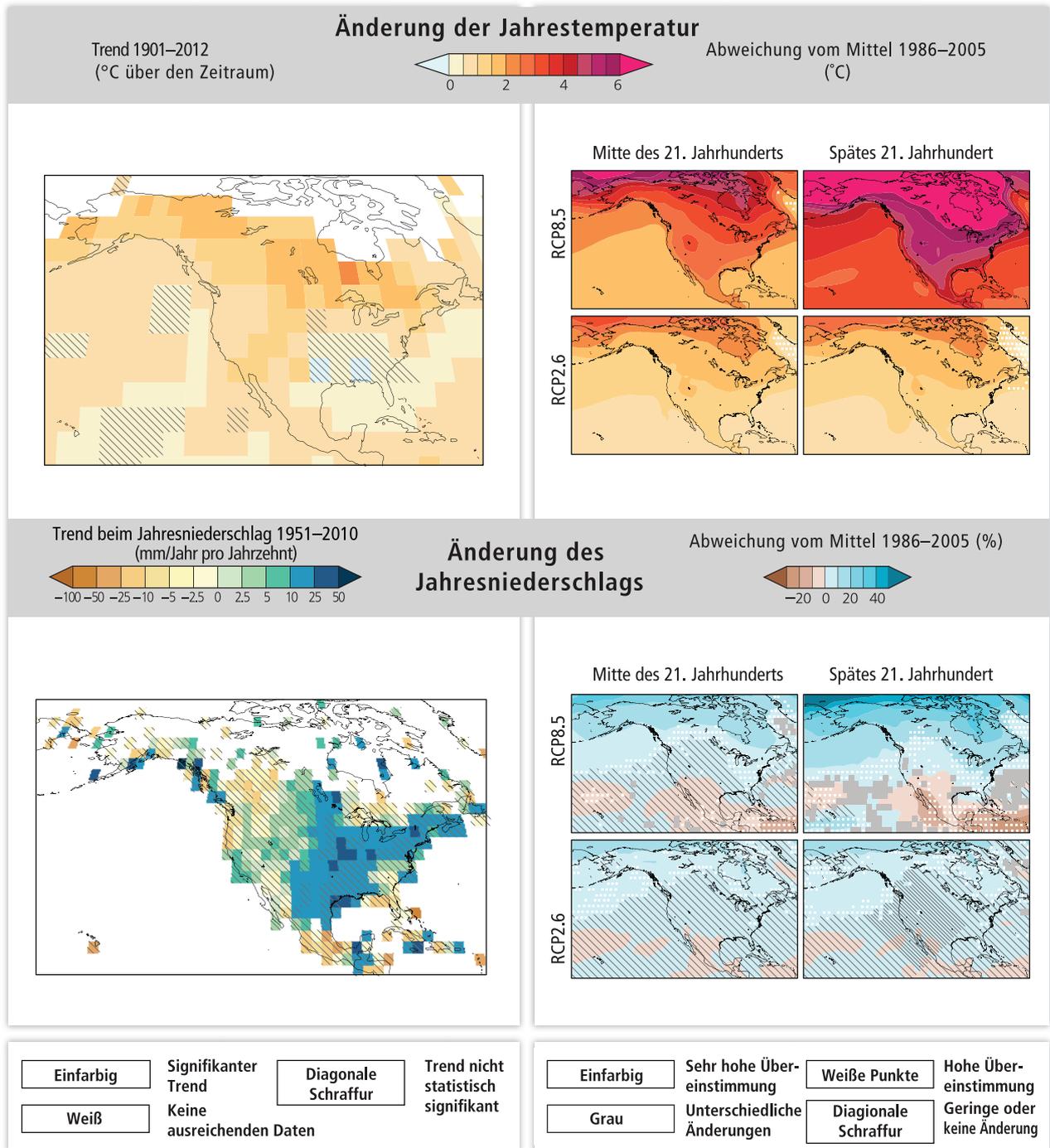
Kapitel 27: Mittel- und Südamerika**FAQ 27.1****Welche Folgen hat der Gletscherrückgang für natürliche und menschliche Systeme in den tropischen Anden?**

Der Rückgang von Gletschern in den tropischen Anden begann – mit gewissen Schwankungen – nach der Kleinen Eiszeit (16. bis 19. Jahrhundert), die Rückgangsrate (Flächenverringerung zwischen 20 und 50 %) hat sich jedoch seit den späten 1970er Jahren beschleunigt. Die Änderungen des Abflusses aus dem Gletscherrückgang in die durch solche Abflüsse gespeisten Becken schwanken abhängig vom Ausmaß und der Phase des Gletscherrückgangs. In einer frühen Phase nimmt der Abfluss aufgrund des beschleunigten Abschmelzens eher zu; wenn sich das Gletscherwasserreservoir nach Überschreiten des Höhepunktes allmählich leert, geht der Abfluss jedoch eher zurück. Dieser Abflussrückgang ist während trockener Monate offensichtlicher, wenn die Gletscherschmelze den größten Beitrag zum Abfluss leistet (*hohes Vertrauen*).

Ein Rückgang des Abflusses könnte Feuchtgebiete in den hohen Anden (*Bofedales*) gefährden und Konflikte zwischen verschiedenen Wassernutzern unter den höchst verwundbaren Bevölkerungen in den hochgelegenen tropischen Becken der Anden verstärken. Der Gletscherrückgang wurde auch mit Katastrophen wie Gletscherläufen in Verbindung gebracht, die in der Region eine ständige Bedrohung darstellen. Der Gletscherrückgang könnte sich auch auf Aktivitäten in den Hochgebirgsökosystemen wie z. B. den Bergtourismus, das Bergsteigen und den Abenteuerurlaub auswirken (*hohes Vertrauen*).

FAQ 27.2**Kann man Zahlungen für Ökosystemdienstleistungen als ein effektives Mittel zur Unterstützung lokaler Gemeinden bei der Anpassung an den Klimawandel nutzen?**

Ökosysteme liefern eine große Bandbreite an grundlegenden Dienstleistungen wie die Bereitstellung von Atemluft und Trinkwasser sowie die Minderung von Überschwemmungsrisiko (*sehr hohes Vertrauen*). Diesen Leistungen Werte zuzuschreiben und auf deren Basis Schutzabkommen zu entwickeln (allgemein bekannt als Zahlungen für Ökosystemdienstleistungen beziehungsweise *payment for eco-system services* (PES)), kann einen effektiven Weg darstellen, um lokale Gemeinden bei der Anpassung an den Klimawandel zu unterstützen. Gleichzeitig kann ein solches Vorgehen dabei helfen, natürliche Gebiete zu schützen sowie Existenzgrundlagen und das Wohlergehen



Teil B: Regionale Aspekte

Abbildung 26-3 | Beobachtete und projizierte Änderungen von jährlicher Durchschnittstemperatur und jährlichem Durchschnittsniederschlag. (Obere linke Tafel) Karte mit beobachteten Änderungen der jährlichen Durchschnittstemperatur in der Zeit von 1901–2012, abgeleitet von einem linearen Trend. [WGI AR5 Abbildungen SPM.1 und 2.21] (Untere linke Tafel) Karte mit beobachteten Änderungen der jährlichen Niederschlagsmenge in der Zeit von 1951–2010, abgeleitet von einem linearen Trend. [WGI AR5 Abbildungen SPM.2 und 2.29] Für die beobachteten Temperaturen und Niederschläge wurden Trends berechnet, wo ausreichende Daten eine belastbare Abschätzung ermöglichen (d. h. nur für Gitterboxen, für die die Aufzeichnungen zu mindestens 70 % vollständig waren und für die mindestens 20 % der Daten für die ersten und letzten 10 % des Zeitabschnitts verfügbar waren). Andere Gebiete sind weiß. Einfarbig dargestellt sind Gebiete, in denen die Trends auf dem 10 %-Niveau signifikant sind. Diagonale Schraffur bezeichnet Gebiete ohne signifikante Trends. (Obere und untere rechte Tafeln) Mittlere Projektionen von Änderungen der jährlichen Durchschnittstemperatur und von durchschnittlichen prozentualen Änderungen des mittleren Jahresniederschlags aus CMIP5-Multimodellläufen für 2046–2065 und 2081–2100 gegenüber 1986–2005 unter RCP2.6 und 8.5. Einfarbig dargestellt sind Gebiete mit sehr hoher Übereinstimmung, wo die mittlere Änderung im Multimodell mehr als zweimal so hoch ist wie die Basisvariabilität (natürliche interne Variabilität in 20-Jahresdurchschnitten) und $\geq 90\%$ der Modelle hinsichtlich des Vorzeichens der Änderung übereinstimmen. Farbige Flächen mit weißen Punkten bezeichnen Gebiete mit hoher Übereinstimmung, wo $\geq 66\%$ der Modelle eine Änderung zeigen, die höher als die Basisvariabilität ist, und $\geq 66\%$ der Modelle hinsichtlich des Vorzeichens der Änderung übereinstimmen. Grau sind Gebiete mit unterschiedlichen Änderungen dargestellt, wo $\geq 66\%$ der Modelle eine Änderung zeigen, die höher als die Basisvariabilität ist, aber $< 66\%$ hinsichtlich des Vorzeichens der Änderung übereinstimmen. Diagonale Schraffur kennzeichnet Gebiete mit keiner oder geringer Änderung, wo $< 66\%$ der Modelle eine Änderung zeigen, die höher als die Basisvariabilität ist, obwohl es dort auf kürzeren Zeitskalen wie Jahreszeiten, Monaten oder Tagen signifikante Änderungen geben kann. Die Analyse nutzt Modelldaten und Methoden auf der Basis von WGI AR5 Abbildung SPM.8. Siehe auch Annex I von WGI AR5. [Boxen 21-2 und CC-RC]

der Menschen zu verbessern (*mittleres Vertrauen*). Bei der Gestaltung und Planung ist jedoch auf lokaler Ebene eine Reihe von Faktoren zu berücksichtigen, um potenziell negative Ergebnisse zu vermeiden. Probleme können entstehen, wenn (1) der Plan nur unzureichend definiert, ob das Programm nur auf zu ergreifende Maßnahmen oder auf das Endergebnis solcher Maßnahmen gerichtet sein soll, (2) die Initiative von vielen als Kommerzialisierung der Natur und ihrer immateriellen Werte wahrgenommen wird, (3) die Maßnahme Armut nicht effizient verringert, (4) Schwierigkeiten beim Aufbau von Vertrauen zwischen unterschiedlichen in die Abkommen eingebundenen Interessenvertretern auftreten und (5) sich letztendlich Genderfragen oder mit Besitzverhältnissen verbundene Probleme ergeben.

FAQ 27.3

Gibt es neu oder wieder auftretende Krankheiten infolge von Klimavariabilität und -wandel in der Region?

Folgen für die menschliche Gesundheit haben sich durch Schwankungen und Änderungen von Klimaextremen verschärft. Klimabedingte Krankheiten sind in ursprünglich nichtendemischen Regionen aufgetreten (z. B. Malaria in den Anden, Dengue in Zentralamerika und dem südlichen Südamerika) (*hohes Vertrauen*). Außerdem haben Klimavariabilität und Luftverschmutzung zu einem vermehrten Auftreten von Atemwegs- und Herz-Kreislauf-Erkrankungen, vektor- und wasserübertragenen Erkrankungen, chronischen Nierenkrankheiten, Hantaviren und Rotaviren, Auswirkungen im Zusammenhang mit Schwangerschaften und psychologischen Traumata geführt (*sehr hohes Vertrauen*). Gesundheitliche Anfälligkeiten variieren je nach Geographie, Alter, Geschlecht, ethnischer Abstammung und sozioökonomischem Status und nehmen in Großstädten zu. Ohne Anpassungsmaßnahmen (z. B. die Ausweitung der gesundheitlichen Grundversorgung) wird der Klimawandel zukünftige Gesundheitsrisiken aufgrund von Bevölkerungswachstumsraten und bestehenden Verwundbarkeiten in Gesundheits-, Wasser-, Sanitär- und Abfallentsorgungssystemen, Ernährung, Verschmutzung und Nahrungsmittelproduktion in armen Regionen verstärken (*mittleres Vertrauen*).

Kapitel 28: Polarregionen

FAQ 28.1

Welche sozioökonomischen Nettofolgen wird der Wandel in den Polarregionen haben?

Der Klimawandel wird für die Polarregionen Kosten und Nutzen mit sich bringen. Der Klimawandel – verstärkt durch andere umfangreiche Änderungen – kann potenziell weitreichende Auswirkungen auf arktische Gemeinden haben, wo relativ einfache Wirtschaftssysteme die Auswahl an Anpassungsmöglichkeiten einschränken.

Zu den positiven Folgen in der Arktis zählen neue Möglichkeiten der wirtschaftlichen Diversifizierung, Seeschifffahrt, landwirtschaftlichen Produktion, Forstwirtschaft und des Tourismus. Die Nordmeerroute wird Vorhersagen zufolge bis zum Jahr 2050 an 125 Tagen pro Jahr schiffbar sein, während der Bedarf an Heizenergie in den bewohnten arktischen Gebieten laut Vorhersagen um 15 % zurückgehen wird. Darüber hinaus könnte es mehr Zugang zu küstennahen Mineralien- und Energieressourcen geben, wobei Probleme mit Umweltfolgen und traditionellen Existenzgrundlagen möglich sind.

Sich ändernde Meereisbedingungen und das Tauen von Permafrost können Schäden an Brücken, Pipelines, Bohrinseln, Wasserkraftwerken und anderen Infrastruktureinrichtungen verursachen. Dies stellt beträchtliche wirtschaftliche Kosten und Risiken für Menschen dar, wobei diese Folgen stark von der Konstruktion der Strukturen abhängen. Darüber hinaus werden warme Wintertemperaturen die Befahrbarkeit von Eisstraßen verringern, die für die Verbindungen zwischen Siedlungen und für die wirtschaftliche Entwicklung entscheidend sind, und erhöhte Kosten zur Folge haben. Statistisch gesehen führt ein langfristiger mittlerer Anstieg der Herbst- und Frühjahreslufttemperaturen um 2 °C bis 3 °C dazu, dass das Meereis 10 bis 15 Tage später zufriert beziehungsweise früher auftauft.

Besondere Sorgen bereitet der projizierte Anstieg der Häufigkeit und Schwere von Hochwassern aufgrund von Eisstau in sibirischen Flüssen. Sie können potenziell katastrophale Folgen für die in der Flussebene befindlichen Dörfer und Städte haben, wie das Lena-Hochwasser im Jahr 2001 beispielhaft zeigt, das die meisten Gebäude der Stadt Lensk zerstörte.

Sich ändernde Meereisbedingungen werden die Existenzgrundlagen indigener Völker beeinflussen, und Änderungen von Ressourcen, einschließlich von Meeressäugern, könnten einen signifikanten wirtschaft-

lichen Verlust für viele lokale Gemeinden bedeuten. Ernährungssicherheit sowie Gesundheit und Wohlergehen werden voraussichtlich negativ beeinflusst.

In der Antarktis wird der Tourismus voraussichtlich zunehmen, und es besteht das Risiko unbeabsichtigter Verschmutzungen durch Unfälle auf See sowie eine steigende Wahrscheinlichkeit der Einschleppung fremder Arten auf dem Festland. In der Nähe des antarktischen Kontinents wird voraussichtlich während der Wintermonate in Gebieten, in denen es weniger Wintermeereis gibt, vermehrt nach Antarktischem Krill gefischt werden.

FAQ 28.2 Warum sind Meereisänderungen für die Polarregionen so bedeutend?

Meereis prägt Polarmeere. Verschiebungen in der Verteilung und Ausdehnung von Meereis während der Bildungsphase wirken sich auf die Dauer, den Umfang und die Artenzusammensetzung der Primär- und Sekundärproduktion in den Polarregionen aus. Wenn weniger Meereis vorhanden ist, erhalten viele Meeresökosysteme mehr Licht, wodurch das Wachstum von Phytoplankton beschleunigt werden kann und das Gleichgewicht zwischen der Primärproduktion durch Eisalgen und der durch wasserbürtiges Phytoplankton verschoben wird. Dies wirkt sich auf die arktischen Nahrungsnetze aus. Im Gegensatz dazu ist Meereis auch ein wichtiger Lebensraum für den jungen Antarktischen Krill, der ihm Nahrung und Schutz vor Räubern bietet. Krill ist für viele Arten in polaren Meeresökosystemen eine Grundnahrungsquelle.

Meereisänderungen werden über diese *Bottom-up*-Auswirkungen für marine Nahrungsnetze hinaus weitere Folgen haben. Säugetiere und Vögel nutzen das Meereis während der Nahrungssuche als Rastplatz (Robben, Walrösser und Eisbären in der Arktis und Robben und Pinguine in der Antarktis). Einige Robben (z. B. Bartrobbe in der Arktis sowie Krabbenfresser und Seeleoparden in der Antarktis) gebären und säugen ihre Jungen im Packeis. Verschiebungen in der räumlichen Verteilung und Ausdehnung von Meereis werden die räumliche Überschneidung zwischen Raubtieren und ihrer Beute verändern. Laut Modellprojektionen könnte der Verlust von Jagdhabitaten innerhalb von 50 bis 70 Jahren zur Ausrottung von Eisbären in saisonal eisbedeckten Gebieten führen, in denen zwei Drittel der weltweiten Population derzeit leben. Die Verwundbarkeit mariner Arten gegenüber Meereisänderungen wird von ihrer Exposition gegenüber der Änderung abhängen, die je nach Standort unterschiedlich sein wird, sowie von der Sensitivität der Art gegenüber sich ändernden Umweltbedingungen und der jeweiligen Anpassungsfähigkeit. Mehr

offene Gewässer und längere eisfreie Perioden in den nördlichen Meeren verstärken die Auswirkungen von Wellenschlag und Küstenerosion, was Folgen für Küstengemeinden und Infrastruktur hat.

Obwohl sich die Meereisausdehnung im Südpolarmeer in den letzten Jahrzehnten nicht merklich verändert hat, haben die Meerestemperaturen zugenommen und die Ausdehnung und Dauer des Wintermeereises in der westlichen Antarktischen Halbinselregion der Westantarktis und des Inselbogens Scotia Arc regional stark abgenommen.

Kapitel 29: Kleine Inseln

FAQ 29.1 Warum ist es schwierig, Änderungen auf kleinen Inseln zu erkennen und dem Klimawandel zuzuordnen?

In den vergangenen zwei oder drei Jahrzehnten waren viele kleine Inseln beträchtlichen Änderungen der Siedlungsmuster sowie der sozioökonomischen und Umweltbedingungen unterworfen. Diese Änderungen haben unter Umständen klare Belege für die Auswirkungen des Klimawandels verdeckt. Zum Beispiel war Küstenerosion auf vielen kleinen Inseln weit verbreitet und hat sich nachteilig auf wichtige Fremdenverkehrseinrichtungen, Siedlungen, Versorgungseinrichtungen und Infrastrukturen ausgewirkt. Spezifische Fallstudien von Inseln im Pazifischen, Indischen und Atlantischen Ozean sowie der Karibik haben jedoch gezeigt, dass menschliche Einflüsse bei dieser Erosion eine wichtige Rolle spielen, ebenso wie episodische Extremereignisse, die seit langem Teil des natürlichen Zyklus von Ereignissen sind, die kleine Inseln beeinträchtigen. Obwohl Küstenerosion konsistent mit Modellen des durch den Klimawandel verursachten Meeresspiegelanstiegs ist, ist es also schwierig zu bestimmen, genau wie viel dieser Erosion durch Folgen des Klimawandels verursacht worden sein könnte. Angesichts der Bandbreite an natürlichen Prozessen und menschlichen Aktivitäten, die sich in Zukunft auf die Küsten kleiner Inseln auswirken könnten, wird die Rolle der mit dem Klimawandel verbundenen Prozesse auf kleinen Inseln ohne weitere und bessere empirische Überwachung schwierig zu identifizieren und quantifizieren sein.

FAQ 29.2 Warum sind die Kosten für Anpassung an den Klimawandel auf kleinen Inseln so hoch?

Anpassung an den Klimawandel, für die infrastrukturelle Arbeiten nötig sind, erfordert im Allgemeinen hohe Gemeinkosten im Vorfeld, die im Falle von kleinen Inseln nicht einfach im Verhältnis zur Bevölkerungs- oder Flächengröße heruntergerechnet werden können. Mit dieser bedeutenden sozioökonomischen Tatsache sind viele kleine Inseln konfrontiert, ungeachtet der Vorteile, die den Inselgemeinden durch Anpassung erwachsen könnten. Das in der Wirtschaftslehre als „Unteilbarkeit“ bezeichnete Problem kann anhand der Kosten für Küstenschutzmaßnahmen verdeutlicht werden, mit denen die Folgen des Meeresspiegelanstiegs verringert werden sollen. Die Stückkosten des Küstenschutzes sind pro Kopf auf kleinen Inseln erheblich höher als die Stückkosten für eine vergleichbare Struktur in einem größeren Gebiet mit einer höheren Bevölkerungszahl. Dieser Skaleneffekt gilt für viele Bereiche der Wirtschaft von kleinen Inseln, einschließlich der Unteilbarkeit öffentlicher Versorgungseinrichtungen, Dienstleistungen und aller Formen von Entwicklung. Darüber hinaus haben die relativen Folgen eines Extremereignisses wie beispielsweise eines tropischen Wirbelsturms, die den Großteil der Fläche einer kleinen Insel betreffen können, unverhältnismäßige Folgen für das Bruttoinlandsprodukt des Staates verglichen mit einem größeren Land, wo ein einzelnes Ereignis im Allgemeinen einen kleinen Teil der Gesamtfläche und des Bruttoinlandsproduktes betrifft. Im Ergebnis führt dies zu im Vergleich höheren Kosten für Anpassung und Katastrophenvorsorge pro Kopf in Ländern mit geringeren Bevölkerungszahlen und Flächen – insbesondere solchen, die dazu noch geographisch isoliert sind, eine schlechte Ressourcengrundlage und hohe Transportkosten haben.

FAQ 29.3 Ist es zweckmäßig, Anpassungs- und Minderungsstrategien zwischen und innerhalb von kleinen Inselstaaten und -regionen zu übertragen?

Obwohl die Lehren aus Anpassungs- und Minderungserfahrungen einer Insel beziehungsweise Inselregion eine gewisse Orientierungshilfe darstellen können, muss mit entsprechender Umsicht vorgegangen werden, um sicherzustellen, dass die Übertragung solcher Erfahrungen den örtlichen biophysikalischen, sozialen, wirtschaftlichen, politischen und kulturellen Umständen angemessen ist. Wenn dieser Ansatz nicht gezielt in den Umsetzungsprozess eingebunden wird, können möglicherweise Fehlanpassungen und unge-

eignete Minderung die Folge sein. Daher ist es notwendig, das Risikoprofil jeder einzelnen Insel sorgfältig zu bewerten, um sicherzustellen, dass alle Anpassungs- und Minderungsinvestitionen kontextspezifisch erfolgen. Die unterschiedlichen Risikoprofile einzelner kleiner Inseln und kleiner Inselregionen sind in der Vergangenheit nicht immer angemessen berücksichtigt worden.

Kapitel 30: Die Ozeane

FAQ 30.1 Können wir die Folgen des Klimawandels für die Ozeane umkehren?

In weniger als 150 Jahren haben Treibhausgasemissionen zu solch beträchtlichen physikalischen und chemischen Veränderungen in unseren Ozeanen geführt, dass es tausende von Jahren dauern wird, diese umzukehren. Hierfür gibt es eine Reihe von Gründen. Angesichts ihrer großen Masse und hohen Wärmekapazität ist die Fähigkeit der Ozeane, Wärme zu absorbieren, tausend Mal größer als die der Atmosphäre. Die Ozeane haben mindestens neun Zehntel des Wärmezuwachses der Erde zwischen 1971 und 2010 absorbiert. Um diese Erwärmung umzukehren, müssen sich die wärmeren oberen Schichten der Ozeane mit den kälteren tieferen Schichten vermischen. Diese Vermischung kann bis zu tausend Jahre dauern. Das bedeutet, dass es Jahrhunderte bis Jahrtausende dauern wird, bis sich die Temperaturen der Tiefsee in Reaktion auf die heutigen Oberflächenbedingungen erwärmen, und mindestens so lange, bis sich die Ozeanerwärmung nach einem Rückgang der atmosphärischen Treibhausgaskonzentrationen umkehrt (*praktisch sicher*). Der Klimawandel verändert jedoch auch weitere Grundbedingungen in den Ozeanen, nicht nur die Temperatur. Die Ozeane werden mit der vermehrten Zufuhr von Kohlendioxid saurer, und es wird zehntausende von Jahren dauern, diese tiefgreifenden Änderungen der Karbonatchemie in den Ozeanen umzukehren (*praktisch sicher*). Diese enormen physikalischen und chemischen Veränderungen führen zu dramatischen und tiefgreifenden Änderungen in Meeresökosystemen. Es ist unwahrscheinlich, dass große und abrupte Änderungen in diesen Ökosystemen kurz- bis mittelfristig umkehrbar sind (*hohes Vertrauen*).

FAQ 30.2 Bedeutet eine langsamere Erwärmung der Ozeane weniger Folgen für Pflanzen und Tiere?

Die größere thermische Trägheit der Ozeane bedeutet, dass Temperaturanomalien und -extreme geringer ausfallen als die an Land beobachteten. Das bedeutet nicht notwendigerweise, dass die Folgen der Ozeanerwärmung für den Ozean geringer als für das Land sind. Umfangreiche Belege zeigen, dass eine geringe Erwärmung in den Ozeanen weitreichende Folgen für marine Ökosysteme haben kann. So können zum Beispiel relativ geringe Anstiege der Meerestemperatur (so wenig wie 1 °C bis 2 °C) Massenkorallenbleiche und -sterben über hunderte von Quadratkilometern von Korallenriffen zur Folge haben (*hohes Vertrauen*). Andere Analysen haben gezeigt, dass sich Temperaturanstiege rasch über die Ozeane der Welt ausbreiten (gemessen als die Bewegung von Linien gleicher Wassertemperatur oder *Isothermen*). Diese Erwärmungsgeschwindigkeit stellt Organismen und Ökosysteme vor Herausforderungen, da sie versuchen, in kühleren Regionen abzuwandern, während sich der Ozean weiter erwärmt. Rasche Umweltveränderungen stellen auch evolutionäre Prozesse vor hohe Herausforderungen, insbesondere dort, wo relativ langlebige Organismen wie Korallen und Fische betroffen sind (*hohes Vertrauen*).

FAQ 30.3 Wie wird sich die marine Primärproduktivität mit der Ozeanerwärmung und -versauerung verändern?

Driftende mikroskopisch kleine Pflanzen, die man als Phytoplankton bezeichnet, sind die vorherrschenden marinen Primärproduzenten an der Basis der marinen Nahrungskette. Ihre photosynthetische Aktivität ist für das Leben im Allgemeinen von entscheidender Bedeutung. Sie liefert Sauerstoff, unterstützt marine Nahrungsnetze und beeinflusst globale biogeochemische Kreisläufe. Änderungen der marinen Primärproduktivität aufgrund des Klimawandels stellen nach wie vor den größten einzelnen Unsicherheitsfaktor bei der Vorhersage des Ausmaßes und der Richtung künftiger Veränderungen in der Fischerei und in Meeresökosystemen dar (*geringes Vertrauen*). Für eine Reihe unterschiedlicher Ozeansysteme wurde von Veränderungen berichtet (z. B. die Planktonblüte im Frühjahr in hohen Breiten, subtropische Wirbelsysteme, äquatoriale Auftriebssysteme sowie Auftriebsökosysteme vor Westküsten), von denen einige mit Änderungen der Ozeantemperatur, -zusammensetzung und -zirkulation konsistent sind. Eine direkte Zuordnung dieser Veränderungen zum Klimawandel wird durch langfristige Variabilitätsmuster erschwert, welche die Pro-

duktivität unterschiedlicher Teile der Ozeane beeinflussen (z. B. Pazifische Dekaden-Oszillation). Angesichts der Bedeutung dieser Frage für marine Ökosysteme und die Fischerei stellen längere Zeitreihenstudien darüber, wie sich diese Systeme infolge des Klimawandels verändern, eine Priorität dar (*hohe Übereinstimmung*).

FAQ 30.4 Wird der Klimawandel die Anzahl der „Todeszonen“ in den Ozeanen erhöhen?

Gelöster Sauerstoff ist ein wesentlicher bestimmender Faktor für die Verbreitung und die Bestandsgröße von Meeresorganismen. „Todeszonen“ entstehen durch anhaltende hypoxische Bedingungen, unter denen das Wasser nicht ausreichend gelösten Sauerstoff für sauerstoffabhängige marine Arten beinhaltet. Diese Gebiete existieren überall auf der Welt und breiten sich aus – mit Folgen für Küstenökosysteme und Fischereien (*hohes Vertrauen*). „Todeszonen“ werden durch mehrere Faktoren verursacht, insbesondere durch Eutrophierung, wo zu viele Nährstoffe aus Küstenstädten und Landwirtschaftsflächen in Flüsse gelangen, die diese Stoffe ins Meer hinaus transportieren. Dies regt die Primärproduktion an und führt zu einem höheren Angebot an organischem Kohlenstoff, der in die tieferen Schichten des Ozeans absinken kann. Wenn die mikrobielle Aktivität angeregt wird, nimmt der Gehalt an gelöstem Sauerstoff drastisch ab, und es besteht ein erhöhtes Risiko von „Todeszonen“ (*hohes Vertrauen*). Der Klimawandel kann die Verteilung von „Todeszonen“ beeinflussen, indem er die Wassertemperatur und damit mikrobielle Aktivität erhöht sowie die Durchmischung der Ozeane verringert (d. h. die Schichtung beziehungsweise Stratifikation verstärkt), wodurch die Durchmischung von sauerstoffreichen Oberflächenschichten mit den tieferen Bereichen der Ozeane reduziert wird. In anderen Gebieten kann ein erhöhter Auftrieb die Produktivität anregen, was ebenfalls dazu führen kann, dass mehr organischer Kohlenstoff den tiefen Ozean erreicht, wo er verbraucht wird, was den Sauerstoffgehalt verringert (*mittleres Vertrauen*). Lokale Faktoren wie die Einleitung von Nährstoffen in Küstenregionen zu regulieren, kann eine entscheidende Rolle bei der Verringerung der Ausbreitungsgeschwindigkeit von „Todeszonen“ in den Weltmeeren spielen (*hohes Vertrauen*).

FAQ 30.5

Wie können wir nichtklimatische Faktoren nutzen, um die Folgen des Klimawandels für die Ozeane zu in den Griff zu bekommen?

Ozeane sind einer Reihe von Stressfaktoren ausgesetzt, die mit dem Klimawandel in Verbindung stehen oder nicht. Menschliche Aktivitäten können zu Verschmutzung, Eutrophierung (zu viele Nährstoffe), Zerstörung von Lebensräumen, invasiven Arten, zerstörerischem Fischfang und einer Übernutzung mariner Ressourcen führen. Manchmal können diese Aktivitäten die Folgen des Klimawandels verstärken, obwohl sie – in wenigen Fällen – die Auswirkungen auch dämpfen können. Zu verstehen, wie diese Faktoren mit dem Klimawandel und der Ozeanversauerung wechselwirken, ist für sich genommen wichtig. Eine Verringerung der Folgen dieser nichtklimatischen Faktoren kann jedoch die Änderungsgeschwindigkeit innerhalb der Meeresökosysteme verringern. Ein Aufbau ökologischer Resilienz durch ökosystembasierte Ansätze im marinen Umweltmanagement kann sich beispielsweise im Hinblick auf eine Verringerung und Verzögerung der Auswirkungen des Klimawandels auszahlen (*hohes Vertrauen*).

Anhang

ANHANG

Akronyme, chemische Symbole und wissenschaft- liche Einheiten

AKRONYME, CHEMISCHE SYMBOLE UND WISSENSCHAFTLICHE EINHEITEN

AR4	Vierter Sachstandsbericht des IPCC (<i>Fourth Assessment Report</i>)	VN	Vereinte Nationen
AR5	Fünfter Sachstandsbericht des IPCC (<i>Fifth Assessment Report</i>)	WEU	Westeuropa
BIP	Bruttoinlandsprodukt	WG	Arbeitsgruppe des IPCC (<i>Working Group</i>)
CO₂	Kohlendioxid	WTO	Welthandelsorganisation (<i>World Trade Organization</i>)
FAQ	häufig gestellte Fragen (<i>Frequently Asked Questions</i>)	%	Prozent
MKA	Multikriterienanalyse	°C	Grad Celsius
PES	Zahlungen für Umweltdienstleistungen (<i>payments for environmental services</i>)	Gt	Gigatonne
RCP	Repräsentativer Konzentrationspfad (<i>Representative Concentration Pathway</i>)	MJ	Megajoule
REDD	Verringerung von Emissionen aus Entwaldung und Waldschädigung (<i>Reduction of Emissions from Deforestation and Forest Degradation</i>), ein in der Klimarahmenkonvention diskutiertes Konzept	Mrd.	Milliarde
REDD+	Verringerung von Emissionen aus Entwaldung und Waldschädigung sowie die Rolle des Waldschutzes, der nachhaltigen Waldbewirtschaftung und des Ausbaus des Kohlenstoffspeichers Wald in Entwicklungsländern (<i>Reduction of Emissions from Deforestation and Forest Degradation and the role of conservation, sustainable management of forests and enhancement of forest carbon stocks in developing countries</i>), ein in der Klimarahmenkonvention diskutiertes Konzept	ppm	Millionstel (<i>parts per million</i>)
SF₆	Schwefelhexafluorid	USD	US-Dollar
SSA	Subsahara-Afrika		
UNDP	Entwicklungsprogramm der Vereinten Nationen (<i>United Nations Development Programme</i>)		
UNEP	Umweltprogramm der Vereinten Nationen (<i>United Nations Environment Programme</i>)		
UNFCCC	Rahmenübereinkommen der Vereinten Nationen über Klimaänderungen (<i>United Nations Framework Convention on Climate Change</i>)		

