

Zusammenfassung für politische Entscheidungsträger

Klimawandel 2001: Auswirkungen, Anpassung und Störanfälligkeit

Anerkannt durch die IPCC Arbeitsgruppe II in Genf, 13. bis 16. Februar 2001

Übersetzung des Reports

Climate Change 2001: Impacts, Adaptation and Vulnerability Summary for Policymakers

Intergovernmental Panel on Climate Change
IPCC Sekretariat
C/O World Meteorological Organization
7bis Avenue de la Paix, C.P. 2300
CH- 1211 Geneva 2, Switzerland

Übersetzung durch:

Alexandra Boehlke, Greenpeace e.V.

ViSdP: Karsten Smid, Greenpeace e.V., Große Elbstraße 39, 22767 Hamburg

Einführung

Empfindlichkeit, Anpassungsfähigkeit und Störanfälligkeit natürlicher und von Menschen geschaffener Systeme gegenüber klimatischen Veränderungen sowie die potenziellen Konsequenzen des Klimawandels werden im Bericht der Arbeitsgruppe II des *Intergovernmental Panel on Climate Change* (IPCC, Klimawandel 2001: Auswirkungen, Anpassung und Störanfälligkeit) beurteilt¹. Der Bericht baut auf den vorhergegangenen Einschätzungsberichten des IPCC auf. Er überprüft frühere Einschätzungen und enthält aktuelle Forschungsergebnisse^{2,3}.

Eine Zusammenfassung über den beobachteten Klimawandel, dessen Ursachen sowie mögliche zukünftige Veränderungen findet sich im Bericht der Arbeitsgruppe I des IPCC, *Klimawandel 2000: Die wissenschaftliche Basis*. Dieser Report zeigt unter anderem auf, dass die global durchschnittliche Oberflächentemperatur im 20. Jahrhundert um $0,6^{\circ}\text{C} \pm 0,2^{\circ}\text{C}$ angestiegen ist. Außerdem wird festgestellt, dass – für die Szenarien, die im IPCC *Special Report on Emission Scenarios (SRES)* entwickelt wurden – die weltweite durchschnittliche Oberflächen-Luft-Temperatur laut Modell bis zum Jahre 2100 $1,4^{\circ}\text{C}$ bis $5,8^{\circ}\text{C}$ gegenüber 1990 ansteigen wird. Ebenso wird eine Erhöhung der weltweit durchschnittlichen Meeresspiegelhöhe um 0,09 bis 0,88 Meter bis zum Jahr 2100 vorhergesagt. Die Vorhersagen zeigen, dass die Erwärmung von Region zu Region unterschiedlich sein und von einer Erhöhung oder Verminderung der Niederschlagsmenge begleitet wird. Zusätzlich muss mit Veränderungen der klimatischen Schwankungen sowie mit Veränderungen der Häufigkeit und Intensität extremer Klimaphänomene gerechnet werden. Diese allgemeinen Charakteristika des Klimawandels wirken sich auf natürliche und von Menschen geschaffene Systeme aus und bilden den Hintergrund für die Beurteilung durch die Arbeitsgruppe II. In der verfügbaren Literatur wurden Auswirkungen, Anpassung und Störanfälligkeit durch den Klimawandel am oberen Ende der vorhergesagten Erwärmung noch nicht untersucht.

Diese Zusammenfassung für politische Entscheidungsträger, der die IPCC-Mitgliedsstaaten in Genf im Februar 2001 zustimmten, beschreibt den gegenwärtigen Wissensstand (inkl. Unsicherheiten) über Auswirkungen, Anpassung und Störanfälligkeit durch den Klimawandel. Die weiteren Einzelheiten finden sich im zugrundeliegenden Bericht⁴. Teil 2 der Zusammenfassung präsentiert eine Reihe allgemeiner Ergebnisse, die sich aus den Informationen des Gesamtberichtes ergeben. Jedes dieser Resultate spricht einen anderen Aspekt von Auswirkungen, Anpassungsfähigkeit und Störanfälligkeit bezüglich des Klimawandels an. Die einzelnen Aspekte werden dabei gleichwertig behandelt, keiner nimmt eine Vorrangstellung ein. Teil 3 präsentiert Schlüsse, die einzelne natürliche sowie von Menschen geschaffene Systeme betreffen. Teil 4 beleuchtet einige der bedenkenswerten Punkte in

¹ *Klimaänderungen* (im Sinne der IPCC-Nutzung) bezieht sich auf jegliche Klimaänderungen, die sich mit der Zeit ergeben haben - seien sie auf natürliche Schwankungen oder menschliche Aktivitäten zurückzuführen. Dieser Wortgebrauch unterscheidet sich von jenem im *Rahmenübereinkommen der Vereinten Nationen über Klimaänderungen*. Hier bezieht sich der Begriff *Klimaänderung* auf Veränderungen des Klimas, die direkt oder indirekt auf (die Zusammensetzung der Atmosphäre verändernde) menschliche Aktivitäten zurückgehen. In diesem Zusammenhang sind diese Veränderungen additiv zu den natürlichen Klimaschwankungen in einem Vergleichszeitraum zu sehen. Der Einfluss menschlichen Handelns und natürlicher Kräfte auf den Klimawandel wurde von Arbeitsgruppe I bearbeitet.

² Der Bericht wurde von 183 koordinierenden Autoren und Hauptautoren sowie 243 zuarbeitenden Autoren verfasst. Geprüft wurde er von 440 Regierungsvertretern und Experten; dieser Prüfprozess wurde wiederum von 33 Lektoren überwacht.

³ An der sechsten Sitzung der Arbeitsgruppe II, die vom 13.-16. Februar 2001 in Genf stattfand, nahmen Delegationen von 100 IPCC-Mitgliedsländern teil.

⁴ Ein umfassenderer Abriss des Berichtes ist in der *Technischen Zusammenfassung* zu finden. Für Leser, die mehr Informationen benötigen, sind die relevanten Teile jeweils am Ende der Absätze der *Zusammenfassung für politische Entscheidungsträger* in Klammern indiziert.

verschiedenen Regionen der Welt. In Teil 5 werden die wichtigsten Forschungsbereiche zum weiteren Verständnis der potenziellen Folgen des Klimawandels – und der möglichen Anpassungen an diese – herausgestellt.

2. Erste Erkenntnisse

2.1. Jüngste regionale Klimaveränderungen – vor allem Temperaturerhöhungen – haben bereits jetzt Auswirkungen auf viele physikalische und biologische Systeme

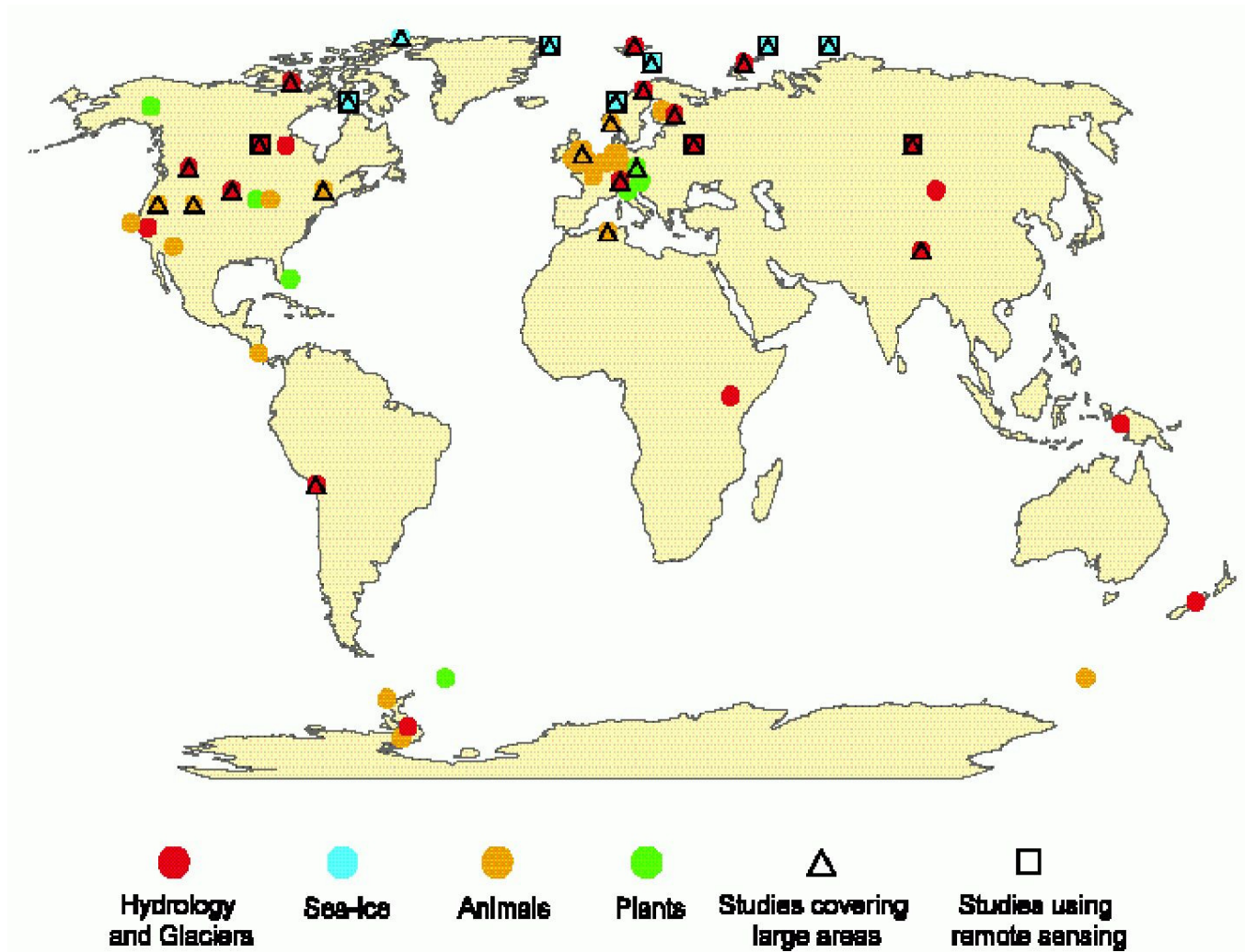
Die zur Verfügung stehenden und beobachtbaren Anzeichen zeigen, dass regionale Veränderungen des Klimas – vor allem Temperaturanstiege – bereits Auswirkungen auf verschiedene physikalische und biologische Systeme in vielen Teilen der Welt haben. Als Beispiele seien genannt: Schrumpfende Gletscher, Auftauen von Permafrostböden, späteres Zufrieren und früheres Auftauen von Flüssen und Seen, Verlängerung der Wachstumsperioden in mittleren und höheren Lagen, Vordringen von Pflanzen- und Tierarten in Richtung der Pole und in höhere Lagen, Rückgang einiger Tier- und Pflanzenpopulationen. Auch treten einige Phänomene früher im Jahr auf: die Baumblüte, das Erscheinen von Insekten, die Brutsaison von Vögeln (s. Grafik SPM-1). Die Zusammenhänge zwischen regionalen Temperaturveränderungen und den beobachteten Veränderungen in physikalischen und biologischen Systemen sind für aquatische, terrestrische und marine Milieus dokumentiert. [2.1, 4.3, 4.4, 5.7 und 7.1]

Die oben genannten Studien (illustriert in Grafik SPM-1) ergeben sich aus einer Analyse der entsprechenden Literatur. Hierbei wurden Langzeituntersuchungen herausgefiltert, die 20 Jahre oder mehr liefen und Veränderungen in physikalischen und biologischen Systemen mit regionalen Temperaturveränderungen zueinander in Beziehung setzen⁵. In den meisten Fällen, in denen Veränderungen in biologischen und physikalischen Systemen entdeckt wurden, entsprach die Richtung der Veränderung den - auf bekannten Mechanismen beruhenden - Erwartungen. Die Wahrscheinlichkeit eines zufälligen Auftretens der beobachteten Veränderungen in die erwartete Richtung (unabhängig von ihrer Größenordnung) ist so gering, dass sie vernachlässigt werden kann. In vielen Teilen der Welt werden wahrscheinlich die niederschlagsbezogenen Auswirkungen eine große Rolle spielen. Aktuell fehlen systematische, übereinstimmende Daten zu Klima und Biologie über einen hinreichenden Zeitraum (zwei oder mehr Dekaden), die für eine Einschätzung niederschlagsbezogener Auswirkungen notwendig sind.

Da auch andere Faktoren, wie z.B. Landnutzung oder Umweltverschmutzung, Einfluss auf die Veränderung biologischer und physikalischer Systeme nehmen, ist es in einigen Fällen schwierig, bestimmte Veränderungen eindeutig auf spezifische Ursachen zurückzuführen. Zusammengenommen sind die beobachteten Veränderungen in den Systemen allerdings bezüglich ihrer Richtung konsistent. Ihr Auftreten, unabhängig von unterschiedlichen Örtlichkeiten und / oder Regionen (s. Grafik SPM-1) stimmt ebenfalls mit den Erwartungen bezüglich regionaler Temperaturveränderungen überein. Aus

⁵ Es handelt sich um 44 regionale Untersuchungen von über 400 Pflanzen- und Tierarten, die über Zeiträume zwischen 20 - 50 Jahre liefen. Sie stammen überwiegend aus Nordamerika, Europa und der südlichen Polarregion. 16 Regionalstudien betrachten ca. 100 physikalische Prozesse in den meisten Regionen der Welt; sie umfassen Zeiträume von 20 bis 150 Jahren. Für Details s. Teil 7.1 der *Technischen Zusammenfassung*.

den gesammelten Daten lässt sich mit *hoher Sicherheit*⁶ ableiten, dass jüngste regionale Temperaturveränderungen bereits einen erkennbaren Einfluss auf viele physikalische und biologische Systeme hatten.



Grafik SPM-1: Orte, an denen systematische Langzeitstudien nach strengen Kriterien jüngste regionale Effekte des Klimawandels (aufgrund von Temperaturveränderungen) auf physikalische und biologische Systeme dokumentieren
 Daten über Hydrologie, Gletscherrückzug und Meereis repräsentieren Trends über Jahrzehnte oder Jahrhunderte. Trends in marinen oder landgebundenen Ökosystemen beziehen sich auf die letzten 2 Dekaden. Studien durch Fernerkundung decken große Flächen ab. Die Daten beziehen sich auf einzelne oder multiple Ereignisse, die in Übereinstimmung mit den bekannten Reaktionsmechanismen physikalischer / biologischer Systeme auf beobachtete regionale Temperaturveränderungen stehen. Gemeldete Ereignisse, die sich über weite Gebiete erstrecken, sind durch einen repräsentativen Ort in der Karte gekennzeichnet.

⁶ In dieser Zusammenfassung für politische Entscheidungsträger wurden – an angebrachter Stelle - folgende Begriffe verwendet, um die Sicherheit der Aussagen zu bewerten (basierend auf dem kollektiven Urteil der Autoren von den von ihnen geprüften messbaren Beweisen, Resultaten aus Rechenmodellen und theoretischen Überlegungen): *sehr hoch* (95% und höher), *hoch* (67% bis 95%), *mittel* (33% bis 67%), *niedrig* (5% bis 33%) und *sehr niedrig* (5% und weniger). In anderen Fällen wird eine qualitative Einteilung gewählt, um die Ebene wissenschaftlichen Verständnisses abzuschätzen: *unzweifelhaft*, *unzweifelhaft-aber-unvollständig*, *widersprüchliche Erklärungen* und *spekulativ*. Wie diese Bewertungen der Sicherheit und des wissenschaftlichen Verständnisses zustande gekommen sind, kann man in Teil 1.4 der Technischen Zusammenfassung nachlesen. Dort findet sich auch die Definition der Begriffe. In der vorliegenden Zusammenfassung für politische Entscheidungsträger werden diese Begriffe immer *kursiv* gesetzt.

2.2. Es gibt erste Anzeichen dafür, dass einige der von Menschen geschaffenen Systeme durch die jüngste Zunahme von Überschwemmungen und Dürren beeinflusst wurden

Es gibt zunehmende Anhaltspunkte dafür, dass einige soziale und ökonomische Systeme durch die zunehmenden Überschwemmungen und Dürren in einigen Gegenden beeinflusst wurden. Allerdings sind solche Systeme auch durch Veränderungen sozioökonomischer Faktoren betroffen, wie demografische Verschiebungen oder Veränderungen der Landnutzung. Relative Einflüsse klimatischer und sozioökonomischer Faktoren zu quantifizieren ist generell schwierig. [4.6 und 7.1]

2.3. Natürliche Systeme sind störanfällig gegenüber dem Klimawandel; einige werden irreversibel geschädigt werden

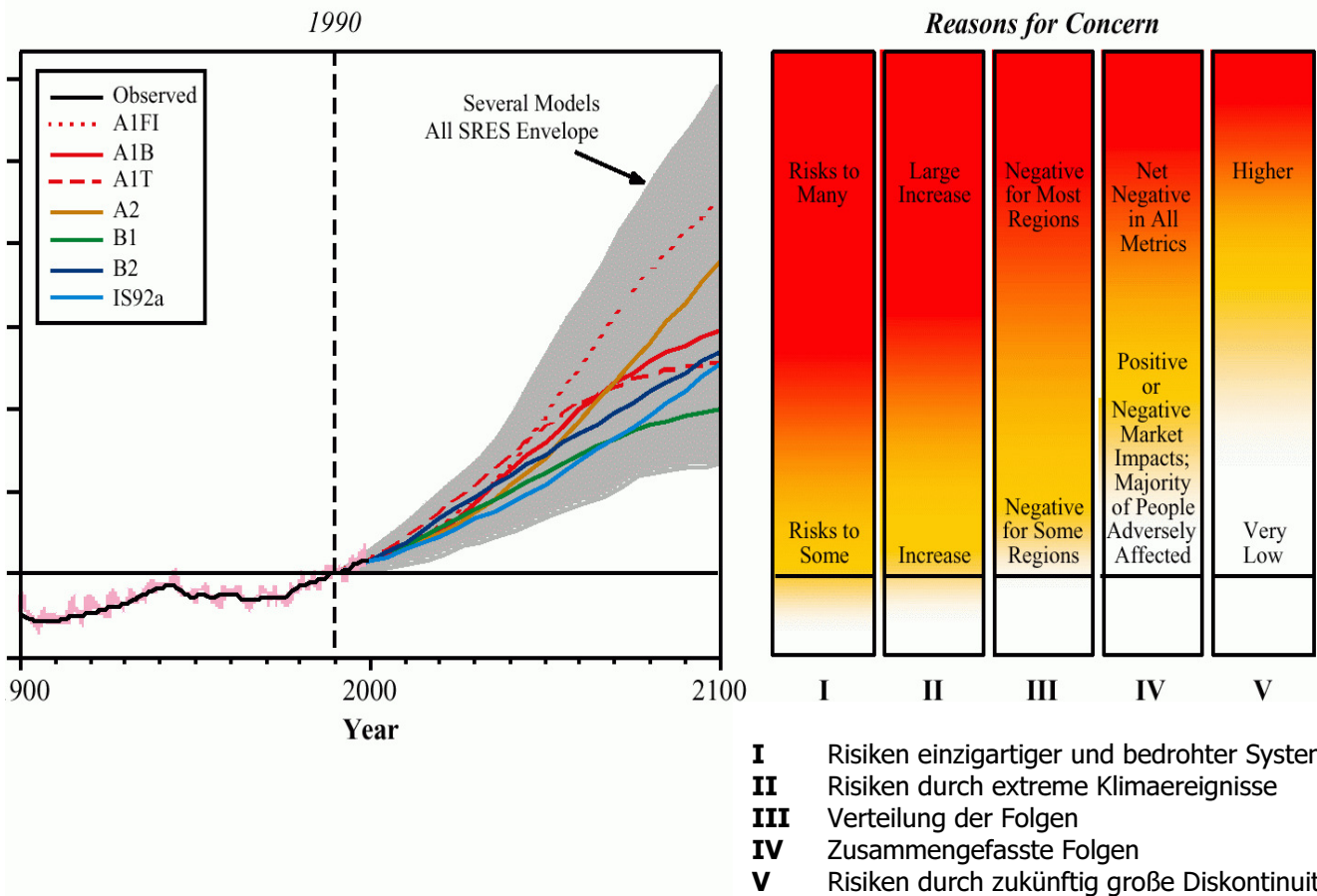
Natürliche Systeme können gegenüber dem Klimawandel besonders störanfällig sein, da sie nur über eine begrenzte Anpassungsfähigkeit verfügen (s. Kasten SPM-1). Manche Systeme könnten erheblichen und irreversiblen Schaden nehmen. Zu den betroffenen natürlichen Systemen mit hohem Risiko gehören: Gletscher, Korallenriffe und -atolle, Mangrovenwälder, nördliche und tropische Wälder, polare und alpine Ökosysteme, Feuchtgebiete in Steppen und Reste nativer Steppen. Während einige Arten in Zahl und Ausbreitung zunehmen können, wird durch den Klimawandel das Risiko der Ausrottung empfindlicherer Arten und der Verlust der Biodiversität zunehmen. Es ist *unzweifelhaft*⁶, dass die geografische Ausweitung der Schäden und Verluste sowie die Zahl der betroffenen Systeme (zusammen mit den zunehmenden Klimaveränderungen) ansteigen wird (s. Grafik SPM-2). [4.3 und 7.2.1]

Kasten SPM-1: Klimawandel – Empfindlichkeit, Anpassungsfähigkeit, Störanfälligkeit

Empfindlichkeit bezeichnet den Grad, in dem ein System durch Klima bezogene Stimuli betroffen ist - seien sie nachteilig oder positiv. *Klima bezogene Stimuli* umfassen hier alle Elemente des Klimawandels, inkl. durchschnittlicher Klimamerkmale, klimatischer Schwankungen sowie Häufigkeit und Größenordnung von Extremen. Die Auswirkungen können direkt (z.B. eine Veränderung der Ernteerträge aufgrund von Veränderungen der mittleren Temperatur, Temperaturschwankungen, Temperaturspannen) oder indirekt sein (z.B. entstehende Schäden durch häufigere Küstenüberschwemmungen aufgrund des steigenden Meeresspiegels).

Anpassungsfähigkeit bezeichnet die Fähigkeit eines Systems, sich an den Klimawandel (inkl. klimatischer Schwankungen und Extreme) anzupassen, mit den Folgen zurechtzukommen, potenzielle Schäden moderat zu halten oder Vorteile aus den neuen Bedingungen zu ziehen.

Störanfälligkeit zeigt an, inwieweit ein System anfällig gegenüber den nachteiligen Folgen des Klimawandels ist, bzw. gar nicht mit ihnen zurechtkommt - inkl. klimatischer Schwankungen und Extreme. *Störanfälligkeit* ist eine abgeleitete Messgröße aus: Charakter, Größenordnung und Rate der Klimaschwankung, der ein System ausgesetzt ist und den Faktoren *Empfindlichkeit* und *Anpassungsfähigkeit*.



Grafik SPM-2: Besorgniserregende Aspekte des Klimawandels

Die Risiken negativer Effekte durch eine Verschärfung des Klimawandels nehmen mit der Größenordnung des Wandels zu. Der linke Teil der Grafik zeichnet den beobachteten Temperaturanstieg seit der vorindustriellen Zeit bis zu den Vorhersagen von Arbeitsgruppe I des IPCC für Modelle aus dem *Special Report on Emission Scenarios* nach. Der rechte Teil macht fünf Probleme der Klimawandelrisiken bis 2100 grafisch greifbar. „Weiß“ zeigt neutrale oder geringe negative und positive Auswirkungen oder Risiken, „Gelb“ zeigt negative Effekte für einige Systeme oder niedriges Risiko, „Rot“ steht für verbreitete oder hohe negative Auswirkungen und Risiken. Die Einschätzung der Risiken / Auswirkungen geschieht ausschließlich auf der Grundlage der Größenordnung des Wandels, nicht der Rate. In der Grafik wird die mittlere jährliche Temperatur als Näherungsindikator für die Größenordnung des Klimawandels benutzt; die vorausgesagten Auswirkungen werden eine Funktion einer ganzen Reihe von Faktoren sein: Größenordnung und Rate globaler und regionaler Veränderungen des mittleren Klimas, Klimaschwankungen, extreme Klimaphänomene, soziale und ökonomische Bedingungen sowie Anpassung.

2.4. Viele der von Menschen geschaffenen Systeme reagieren empfindlich auf den Klimawandel, einige sind störanfällig

Von Menschen geschaffene Systeme, die empfindlich auf den Klimawandel reagieren, umfassen insbesondere: Wasserressourcen, Ackerbau (speziell die Nahrungsmittelabsicherung) und Forstwirtschaft, Küstengebiete und marine Systeme (Fischerei), menschliche Ansiedlungen, Energie und Industrie, Versicherungen und andere Finanzdienstleistungen sowie die menschliche Gesundheit. Die Störanfälligkeit dieser Systeme variiert mit der geografischen Lage, der Zeit, den sozialen, den ökonomischen Bedingungen und den Umweltbedingungen. [4.1, 4.2, 4.3, 4.4, 4.5, 4.6, 4.7]

Vorhergesagte negative Effekte, die auf Modellrechnungen und anderen Studien basieren, umfassen:

- Einen allgemeinen Rückgang möglicher Ernteerträge in den meisten tropischen und subtropischen Regionen für die meisten vorhergesagten Temperaturzunahmen. [4.2]
- Einen allgemeinen Rückgang – mit Abweichungen – potenzieller Ernteerträge in den meisten

Regionen mittlerer Breite bei einer Erhöhung der mittleren Jahrestemperatur um mehr als einige wenige Grad Celsius. [4.2]

- Eine Abnahme der Wasserverfügbarkeit für Menschen in wasserarmen Regionen, speziell in subtropischen Gebieten. [4.1]
- Eine steigende Anzahl von Menschen, die von Vektoren übertragenen Krankheiten (z.B. Malaria) und von Wasser übertragenen Krankheiten (z.B. Cholera) ausgesetzt sein wird. Hinzu kommt eine höhere Sterblichkeitsrate durch Hitzestress.
- Ein steigendes Überschwemmungsrisiko menschlicher Ansiedlungen in weiten Teilen der Welt (lt. Erhebungen werden zig Millionen Einwohner in den untersuchten Ansiedlungen betroffen) sowohl durch zunehmende schwere Niederschlagsereignisse, als auch durch die Erhöhung des Meeresspiegels. [4.5]
- Einen erhöhten Energiebedarf für Klimaanlage aufgrund steigender Sommertemperaturen. [4.5]

Vorhergesagte positive Effekte, basierend auf Modellrechnungen und anderen Betrachtungen, umfassen:

- Eine Steigerung der potenziellen Ernteerträge in einigen Gegenden mittlerer Breite bei einem Temperaturanstieg um weniger als einige Grad Celsius. [4.2]
- Eine mögliche Steigerung der weltweiten Holzernte aus kontrolliert bewirtschafteten Wäldern. [4.3]
- Eine Zunahme der Wasserverfügbarkeit in einigen wasserarmen Gebieten, z.B. in Teilen Südostasiens. [4.1]
- Eine geringere Wintersterblichkeit in mittleren und höheren Breiten. [4.7]
- Weniger Energiebedarf zum Heizen aufgrund steigender Wintertemperaturen. [4.5]

2.5. Vorhergesagte Veränderungen der Klimaextreme können bedeutende Folgen haben

Die Störanfälligkeit menschlicher Gesellschaften und natürlicher Systeme gegenüber Klimaextremen lässt sich an Schäden, Elend und Tod darstellen - verursacht durch Dürren, Überschwemmungen, Hitzewellen, Lawinen und Stürme. Zwar bestehen Unsicherheiten bzgl. der Schätzungen solcher Veränderungen. Für einige extreme Vorkommnisse wird aber eine Häufung und Verstärkung im 21. Jahrhundert vorhergesagt. Sie entstehen durch die Veränderung des durchschnittlichen Klimas oder seiner Schwankungen - es kann erwartet werden, dass sie sich im Zusammenhang mit der globalen Erwärmung verstärken werden (s. Grafik SPM-2). Andererseits wird vorhergesagt, dass Häufigkeit und Größenordnung von extrem niedrigen Temperaturen in der Zukunft abnehmen werden, mit positiven wie negativen Folgen. Die Auswirkungen zukünftiger Veränderungen bei den Klimaextremen werden vermutlich überdurchschnittlich die Armen treffen. Einige repräsentative Beispiele für die Wirkungen der vorhergesagten Veränderungen klimatischer Schwankungen und Extreme sind in Tabelle SPM-1 zu finden. [3.5, 4.6, 6 und 7.2.4]

Tabelle SPM-1: Beispiele für die Folgen der vorhergesagten Veränderungen extremer Klimaereignisse

Vorhersagen zu Veränderungen extremer Klimaphänomene und deren <i>Wahrscheinlichkeit</i> ^a im 21. Jahrhundert aufzutreten	Repräsentative Beispiele vorhergesagter Folgen ^b (alle mit <i>hoher Sicherheit</i> bzgl. des Vorkommens in manchen Gebieten ^c)
Einfache Extreme	
Höhere Höchsttemperaturen, mehr heiße Tage und Hitzewellen ^d über nahezu allen Landflächen (<i>sehr wahrscheinlich</i> ^a)	<ul style="list-style-type: none"> • Höhere Sterblichkeit und mehr schwere Erkrankungen bei älteren Menschen und Armen in Städten [4.7] • Mehr Hitzestress bei Nutz- und Wildtieren [4.2 und 4. 3] • Verschiebung von Reisezielen [Tabelle TS-2 und 5.7] • Vermehrtes Schadensrisiko für eine Reihe von Nutzpflanzen [4.2] • Erhöhter (stromabhängiger) Kühlungsbedarf und reduzierte Sicherheit der Energieversorgung [Tabelle TS-4 und 4.5]
Abschwächende Niedrigsttemperaturen, weniger kalte Tage, Frosttage und Kältewellen ^d über nahezu allen Landflächen (<i>sehr wahrscheinlich</i> ^a)	<ul style="list-style-type: none"> • Rückgang der menschlichen Sterberate / Krankheitsrate aufgrund von Kälte [4.7] • Rückgang des Schadensrisikos für eine Reihe von Nutzpflanzen und ein erhöhtes Risiko für andere Arten [4.2] • Größere Ausbreitung und Aktivität einiger Schädlinge und Krankheitserreger [4.2 und 4.3] • Reduzierung des Heizenergiebedarfs [4.5]
Intensivere Niederschlagsgeschehnisse (<i>sehr wahrscheinlich</i> ^a , über vielen Gegenden)	<ul style="list-style-type: none"> • Zunehmende Zerstörungen durch Überschwemmungen, Erdbeben, Lawinen [4.5] • Zunehmende Bodenerosion [5.2.4] • Erhöhter Wasserabfluss kann zu vermehrter Füllung von Wasserspeichern in Überschwemmungsgebieten führen [4.1] • Vermehrter Druck auf Regierungs- und private Wasserschadensversicherungen und Katastrophenhilfe [Tabelle TS-4 und 4.6]
Komplexe Extreme	
Vermehrte Sommertrockenzeiten in den meisten mittleren Breiten im kontinentalen Inneren, damit assoziierte Dürrerisiken (<i>wahrscheinlich</i> ^a)	<ul style="list-style-type: none"> • Niedrigere Ernteerträge [4.2] • Vermehrte Schäden an Baufundamenten (ausgelöst durch Schrumpfung des Untergrunds) [Tabelle TS-4] • Geringere Qualität und Quantität von Wasserressourcen [4.1 und 4.5] • Vermehrtes Brandrisiko in Wäldern [5.4.2]

^a *Wahrscheinlichkeit* bezieht sich auf bewertende Einschätzungen von Arbeitsgruppe I: *sehr wahrscheinlich* (90% bis 99%), *wahrscheinlich* (66% bis 90%). Sofern nicht anders gesagt, stammen die Informationen zu den Klimaphänomenen aus der *Zusammenfassung für politische Entscheidungsträger* der Arbeitsgruppe I.

^b Diese Folgen können durch entsprechende Maßnahmen gemildert werden.

^c *Hohe Sicherheit* bezieht sich auf eine Wahrscheinlichkeit zwischen 67% und 95%, wie in Fußnote 6 beschrieben.

^d Informationen von Arbeitsgruppe I, *Technische Zusammenfassung*, Teil F.5.

<p>Erhöhte Spitzenwindgeschwindigkeiten tropischer Stürme, intensivere mittlere Niederschläge und Spitzenniederschläge (<i>wahrscheinlich^a</i>, in einigen Gebieten)^e</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Erhöhtes Risiko für Menschenleben, Epidemierisiko bei Infektionskrankheiten, viele andere Risiken [4.7] • Vermehrte Küstenerosion und Schäden an Küstenbauwerken und –infrastruktur [4.5 und 7.2.4] • Vermehrte Schäden in Küstenökosystemen wie Korallenriffen und Mangroven [4.4]
<p>Intensivere Dürren und Überschwemmungen assoziiert mit El Niño-ähnlichen Phänomenen in vielen verschiedenen Regionen (<i>wahrscheinlich^a</i>) [s.a. Dürren und starke Niederschlagsereignisse]</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Verringerte Produktivität der Land- und Ranchwirtschaft in Gegenden, die Überschwemmungen und Dürren ausgesetzt sind [4.3] • Weniger Potenzial für Wasserkraft in Trockenregionen [5.1.1 und Grafik TS-7]
<p>Höhere Schwankungen der asiatischen Monsunniederschläge (<i>wahrscheinlich^a</i>)</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Zunahme der Größenordnung von Überschwemmungen / Dürren und Zunahme der dadurch verursachten Schäden im gemäßigten und tropischen Asien [5.2.4]
<p>Erhöhte Intensität von Stürmen in den mittleren Breiten (kaum Übereinstimmung zwischen aktuellen Modellen)^d</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Erhöhte Risiken für Menschenleben und Gesundheit [4.7] • Mehr Besitz- und Infrastrukturverluste [Tabelle TS-4] • Vermehrte Schäden in Küstenökosystemen [4.4]

2.6. Das Potenzial umfangreicher und möglicherweise irreversibler Auswirkungen birgt Risiken, die noch zuverlässig quantifiziert werden müssen

Die für das 21. Jahrhundert vorhergesagten Klimaveränderungen⁷ haben das Potenzial, umfangreiche und möglicherweise irreversible Veränderungen in den Systemen der Erde zu bewirken mit Auswirkungen sowohl auf kontinentaler als auch globaler Ebene. Da die möglichen Folgen stark von den zugrunde liegenden Klimaszenarien abhängen, sind bisher noch nicht alle plausiblen Modelle ausgewertet. Dazu seien einige Beispiele genannt: Die erhebliche Verlangsamung der Zirkulation der Ozeane, die warmes Wasser in den Nordatlantik führt; das weitgehende Abschmelzen der Eiskappen Grönlands und der westlichen Antarktis; eine beschleunigte globale Erwärmung aufgrund von Rückkopplungen des Kohlenstoffzyklus⁷ in der erdnahen Atmosphäre; die Freisetzung zuvor erdgebundenen Kohlenstoffs aus Permafrostgebieten und Methan aus den Hydraten der Küstensedimente. Es ist noch nicht abschätzbar, wie wahrscheinlich diese Veränderungen in den Systemen der Erde sind. Vermutlich fallen sie eher gering aus; allerdings wird davon ausgegangen, dass sie sich mit zunehmender Rate, Größenordnung und Dauer des Klimawandels verstärken (s. Grafik SPM-2). [3.5, 5.7 und 7.2.5]

Falls diese Veränderungen eintreten sollten, werden die Folgen umfassend und dauerhaft sein. So würde eine signifikante Verlangsamung der thermohalinen Zirkulation der Ozeane Auswirkungen auf den Sauerstoffgehalt der Tiefsee, auf die Kohlenstoffbindung durch Ozeane, auf marine Ökosysteme und die Erwärmung in Teilen Europas haben. Das Abschmelzen der Eiskappe auf der westlichen

^e Veränderungen in der regionalen Verteilung tropischer Stürme sind möglich, aber nicht festgestellt.

⁷ Einzelheiten der vorhergesagten Klimaveränderungen, wie in Grafik SPM-2 dargestellt, sind in der *Zusammenfassung für politische Entscheidungsträger* der Arbeitsgruppe I zu finden.

Antarktis oder Grönlands könnte über die nächsten 1000 Jahre⁸ den Meeresspiegel um bis zu je 3 Meter anheben. Viele Inseln würden untergehen, weite Küstenstriche unbewohnbar werden. Abhängig von der Rate des Eisverlustes könnten Rate und Größenordnung des steigenden Meeresspiegels die Anpassungsfähigkeit der von Menschen geschaffenen und natürlichen Systeme erheblich übersteigen – schwerwiegende Auswirkungen wären unvermeidlich. Die durch die Erwärmung hervorgerufene Freisetzung erdgebundenen Kohlenstoffs aus Permafrostgebieten und Methans aus den Hydraten der Küstensedimente, würde die Konzentration von Treibhausgasen in der Atmosphäre weiter steigern und so den Klimawandel verstärken. [3.5, 5.7 und 7.2.5]

2.7. Anpassung ist auf allen Ebenen eine notwendige Strategie um die Anstrengungen zur Abschwächung des Klimawandels zu ergänzen

Anpassung besitzt das Potenzial, den negativen Auswirkungen des Klimawandels entgegenzuwirken und positive Effekte zu verstärken. Dadurch entstehen allerdings zusätzliche Kosten, auch lassen sich nicht alle Schäden abwenden. Extreme, Schwankungen und Veränderungsraten sind Schlüsselcharakteristika wenn es um die Störanfälligkeit und Anpassung gegenüber dem Klimawandel geht und nicht nur um die Veränderungen durchschnittlicher klimatischer Bedingungen. Von Menschen geschaffene und natürliche Systeme werden sich bis zu einem gewissen Grad autonom an das neue Klima anpassen. Eine gesteuerte Anpassung kann die autonome Anpassung ergänzen - obwohl Möglichkeiten wie Anreize größer für die Anpassung von vom Menschen geschaffenen Systemen sind als eine Anpassung für den Schutz natürlicher Systeme. Die Anpassung auf allen Ebenen ist eine notwendige Strategie, um die Bemühungen zur Abschwächung des Klimawandels zu ergänzen. [6]

Um sinnvolle Strategien zur Anpassung an vorhersehbare Klimaveränderungen zu entwickeln, kann man auf Erfahrungen mit der Adaption an klimatische Schwankungen und Extreme zurückgreifen. Die Adaption an augenblickliche klimatische Schwankungen und Extreme liefert oft Vorteile und ist die Basis, um mit dem künftigen Klimawandel umzugehen. Allerdings zeigt die Erfahrung, dass dem Ausschöpfen aller Möglichkeiten einer potenziellen Adaption Grenzen gesetzt sind. Zusätzlich kann es zu Fehlanpassungen kommen, wie z.B. der Förderung der industriellen Entwicklung an Orten, die ohnehin einem hohen Risiko ausgesetzt sind. Diese Entscheidungen können zurück gehen auf kurzfristige Überlegungen, Missachtung bekannter klimatischer Schwankungen, fehlerhafte Vorausschau, unzureichende Informationen oder eine zu hohe Zuversicht in Versicherungsmechanismen. [6]

2.8. Wer die wenigsten Ressourcen hat, besitzt auch die geringste Anpassungsfähigkeit und ist am Störanfälligsten

Die Fähigkeit der von Menschen geschaffenen Systeme sich an den Klimawandel anzupassen und mit ihm zurechtzukommen, hängt stark von Faktoren wie Reichtum, Technik, Bildung, Informationsstand, Fertigkeiten, Infrastruktur, Zugang zu Ressourcen und Managementfähigkeiten ab. Industriestaaten und Entwicklungsländer haben das Potenzial, vorhandene Anpassungsfähigkeiten zu verstärken oder

⁸ Details des vorhergesagten Beitrags der Abschmelzung der Eiskappen der westlichen Antarktis und Grönlands zur Erhöhung des Meeresspiegels sind in der *Zusammenfassung für politische Entscheidungsträger* der WG I zu finden.

neue Anpassungsfähigkeiten zu schaffen. Bevölkerungsgruppen und menschliche Gemeinschaften sind sehr unterschiedlich mit diesen Quellen ausgestattet. Gerade die Entwicklungsländer, vor allem jene auf dem niedrigsten Entwicklungsniveau, sind auch in dieser Hinsicht generell die Ärmsten. So wie sie anderen Problemen gegenüber schwächer sind, sind sie auch schwächer, was ihre Anpassungsfähigkeit hinsichtlich der Schäden betrifft, die durch Klimaveränderungen hervorgerufen werden. Am ausgeprägtesten findet sich dieses Phänomen unter den ärmsten Völkern. [6.1; s. auch 5.1.7, 5.2.7, 5.3.5, 5.4.6, 5.6.1, 5.6.2, 5.7 und 5.8.1 für Informationen auf regionaler Ebene]

Vorteile und Kosten, die infolge der Klimaveränderungen auftreten, sind in monetären Einheiten geschätzt und auf nationaler, regionaler und globaler Ebene zusammengefasst worden. Diese Schätzungen schließen üblicherweise die Folgen klimatischer Schwankungen und Extreme nicht ein und auch nicht die Auswirkungen verschiedener Veränderungsraten oder die Auswirkungen auf Güter und Dienstleistungen, die nicht am Markt gehandelt werden. Daraus resultieren sicherlich Schätzungen, die ökonomische Verluste unter- und ökonomische Gewinne überbewerten. Schätzungen auf Basis der Summe aller Folgen sind ohnehin strittig, da sie die Verluste einiger mit den Gewinnen anderer als ausgeglichen ansehen. Zudem sind die Gewichtungen notwendigerweise sehr subjektiv. [7.2.2 und 7.2.3]

Ungeachtet der genannten Einschränkungen würde eine Erhöhung der weltweiten mittleren Temperatur⁹ – auf der Basis verschiedener veröffentlichter Schätzungen – in vielen Entwicklungsländern zu einem ökonomischen Verlust führen (für alle Größenordnungen der Erwärmung) (*niedrige Sicherheit*⁶). Je größer die Erwärmung, desto größer die Verluste (*mittlere Sicherheit*⁶). Im Gegensatz dazu würde eine Erhöhung der weltweiten mittleren Temperatur bis zu einigen Grad Celsius eine Mischung aus Gewinnen und Verlusten für Industrienationen bedeuten (*niedrige Sicherheit*⁶). Bei höheren Temperaturen überwiegen die Verluste (*mittlere Sicherheit*⁶). Die vorhergesagte Verteilung ökonomischer Auswirkungen wäre derart, dass das Wohlstandsungleichgewicht sich zu Gunsten der Industrienationen gegenüber den Entwicklungsländern verschieben würde – je höher die Temperatur, desto größer das Ungleichgewicht (*mittlere Sicherheit*⁶). Die vergleichsweise größeren Schäden, die für die Entwicklungsländer geschätzt werden, spiegeln in Teilen deren geringere Anpassungsfähigkeit (im Vergleich zu entwickelten Ländern) wider. [7.2.3]

Weiterhin würde sich - bei einer Bilanzierung auf globaler Ebene - das Weltbruttoinlandsprodukt bei einer Erhöhung der weltweiten mittleren Temperatur um bis zu einige Grad Celsius um \pm einige Prozentpunkte verändern (*niedrige Sicherheit*⁶). Je höher die Temperatur, desto größer die Nettoverluste (*mittlere Sicherheit*⁶) (s. Grafik SPM-2). Aber selbst bei Erhöhung der weltweiten mittleren Temperatur um weniger als einige Grad Celsius wird vorhergesagt, dass mehr Menschen Schaden nehmen als Vorteile vom Klimawandel hätten (*niedrige Sicherheit*⁶). Die Resultate hängen stark ab von den Änderungen des regionalen Klimas, der Entwicklungsstufe, der Anpassungsfähigkeit, der Änderungsrate, der Bewertung der Auswirkungen und der Methode zur Zusammenfassung monetärer Verluste und Gewinne, inkl. der Wahl des Diskontsatzes. [7.2.2]

⁹ Die Veränderung der weltweiten mittleren Temperatur wird als Indikator für die Größenordnung des Klimawandels genutzt. In den Studien wurden - je nach Szenario - verschiedene regionale Änderungen von Temperatur, Niederschlag und anderen klimatischen Variablen berücksichtigt.

Die Auswirkungen des Klimawandels werden in den Entwicklungsländern am größten sein, was Verluste an Leben und relative Auswirkungen im Bereich der Volkswirtschaft und Investitionen betrifft. Als Beispiel sei die relative Verteilung der Schäden am Bruttoinlandsprodukt abhängig von Klimaextremen genannt – sie waren für Entwicklungsländer substantiell größer als für Industrienationen. [4.6]

2.9. Wechselseitige Stärkung durch Anpassung, nachhaltige Entwicklung und Steigerung der Gleichheit

Viele der Gesellschaften und Regionen, die gegenüber Klimaveränderungen störanfällig sind, stehen auch unter dem Druck anderer Einflüsse wie Bevölkerungswachstum, Rückgang der Ressourcen und Armut. Eine Politik, die den Druck auf die Ressourcen verringert, das Management von Umweltrisiken verbessert und das Wohl der ärmsten Mitglieder einer Gesellschaft erhöht, bringt nachhaltige Entwicklung und Gleichheit voran, verbessert Anpassungsfähigkeit und verringert die Störanfälligkeit gegenüber Klima und anderen Faktoren. Werden Klimarisiken bei der Gestaltung und Umsetzung nationaler wie internationaler Entwicklungsinitiativen berücksichtigt, können Gleichheit und Entwicklung nachhaltiger wirken und damit die Störanfälligkeit durch Klimawandel verringern. [6.2]

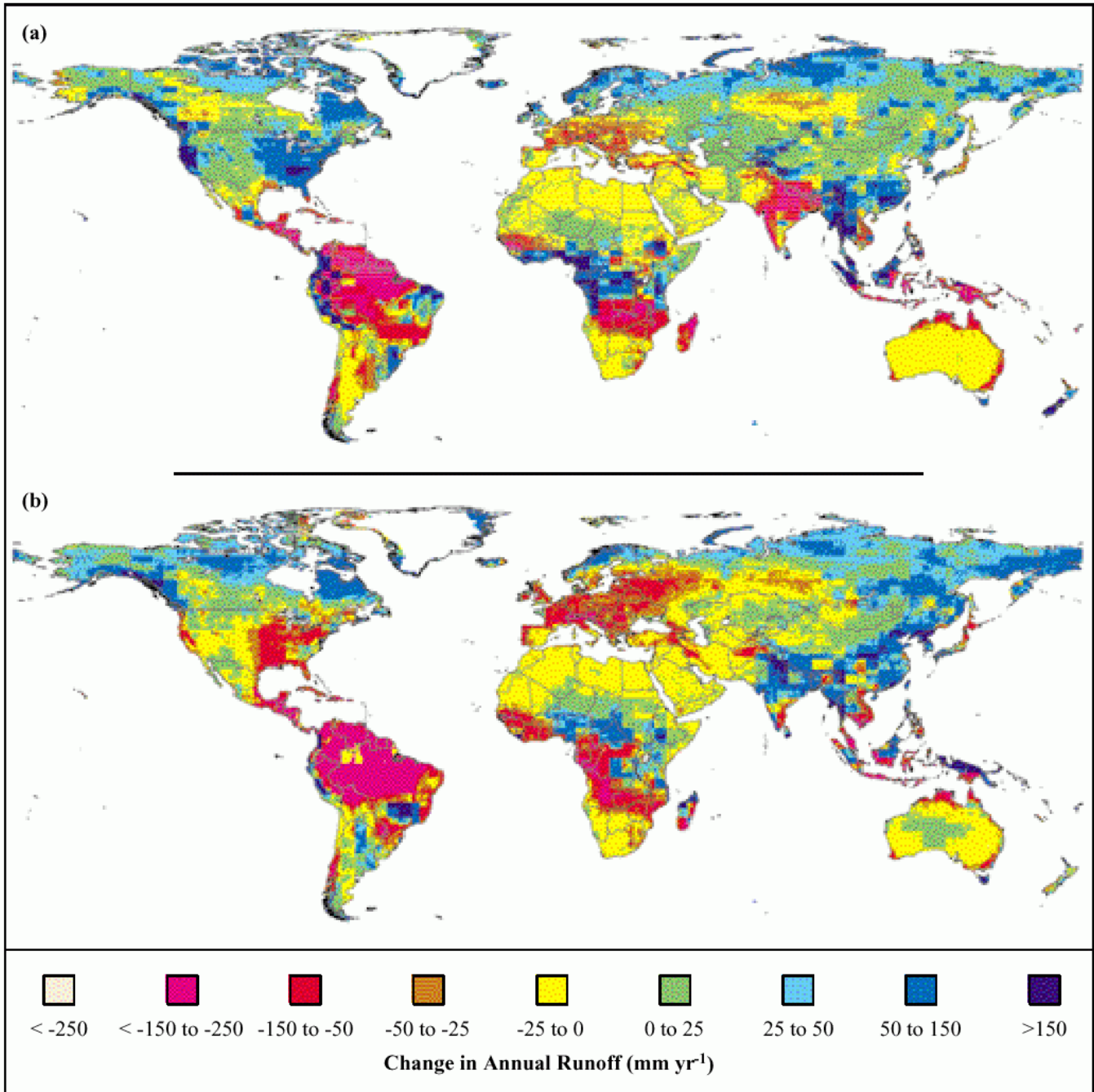
3. Auswirkungen auf / Störanfälligkeit von natürlichen und von Menschen geschaffenen Systemen

3.1. Hydrologie und Wasserressourcen

Die Auswirkungen des Klimawandels auf Oberflächen- und Grundwasser variieren sowohl regional als auch in den unterschiedlichen Klimaszenarien - sie folgen weitgehend den vorhergesagten Veränderungen der Niederschläge. Die ableitende Vorhersage aus den meisten Szenarien sieht eine Erhöhung des mittleren jährlichen Oberflächenwassers für höhere Breitengrade und Südostasien voraus. Für Zentralasien, die Gebiete rund um das Mittelmeer, das südliche Afrika und Australien wird eine Verminderung erwartet (*mittlere Sicherheit*⁶; s. Grafik SPM-3). Die Größe der Veränderung variiert zwischen den Szenarien. Eine ähnlich konsistente Aussage bzgl. anderer Gebiete – inkl. mittlerer Breiten – gibt es nicht. Dies liegt zum Teil an unterschiedlich vorhergesagten Regenfällen; aber auch an Unterschieden bzgl. der hochgerechneten Verdunstung, die vermehrte Regenfälle ausgleichen kann. Es wird vorhergesagt, dass sich der Rückzug der meisten Gletscher beschleunigt und viele kleine Gletscher ganz verschwinden können. Allgemein kann festgestellt werden, dass die vorhergesagten Veränderungen des jährlichen mittleren Abflusses nicht so sicher wiederzugeben sind wie die Auswirkungen, die sich ausschließlich aus Temperaturveränderungen ergeben, da die Veränderung der Niederschläge innerhalb der Szenarien stärker variiert. In den betroffenen Gebieten variieren die Folgen des Klimawandels in Abhängigkeit von den physikalischen Gegebenheiten / der Vegetation und müssen Teil der Berechnungen für die verbleibende Landmasse werden. [4.1]

Ein Drittel der Weltbevölkerung, annähernd 1,7 Milliarden Menschen, lebt aktuell in Ländern, die unter problematischer Wasserversorgung leiden (d.h. sie verbrauchen mehr als 20% der erneuerbaren Wasservorräte: ein üblicherweise genutzter Indikator für problematische Wasserversorgung). Diese Zahl wird lt. Prognose bis 2025 auf etwa 5 Milliarden Menschen ansteigen, je nachdem, wie hoch die Wachstumsrate der Bevölkerung ausfällt. Die vorausgesagten Klimaveränderungen könnten außerdem

Oberflächen- und Grundwasserreserven in vielen dieser Länder zusätzlich vermindern; Beispiele sind Zentralasien, das südliche Afrika und die Länder am Mittelmeer. In anderen Ländern könnten die Reserven zunehmen. [4.1; für Informationen auf regionaler Ebene s. auch 5.1.1, 5.2.3, 5.3.1, 5.4.1, 5.5.1, 5.6.2 und 5.8.4]



Stark et al. (2000): Die vorhergesagten Veränderungen des durchschnittlichen jährlichen Wasserabflusses (mm / Jahr) für 2030 relativ zum durchschnittlichen Abfluss für die Jahre 1961 bis 1990 folgen im wesentlichen den vorausgesagten Veränderungen des Niederschlags

Die Veränderungen des Abflusses sind auf der Basis eines hydrologischen Modells berechnet, in das Projektionen aus zwei Versionen des AOGCM des Hadley-Centre mit einem Szenario von 1% jährlicher Steigerung der effektiven CO₂-Konzentration in der Atmosphäre eingeflossen sind: a) HadCM2 Gesamtdurchschnitt und b) HadCM3. Die vorhergesagte Abflusszunahme für höhere Breiten und Südostasien sowie die vorhergesagte Abflussverringernung in Zentralasien, im Mittelmeerraum, im südlichen Afrika und in Australien stimmen in allen Hadley-Centre-Experimenten weitgehend überein. Mit den Niederschlagsvorhersagen anderer AOGCM-Experimente verhält es sich ebenso. Die Veränderungen von Niederschlag und Abfluss für andere Gebiete hängen stark von Szenario und Modell ab.

Die Konsequenz einer Zunahme an Niederschlägen wäre die gleichzeitige Zunahme großer Überschwemmungen in vielen Gegenden. Durch die häufigeren Niederschläge kann es in den meisten Regionen auch zu erhöhtem Wasserabfluss kommen, in Überschwemmungsgebieten auch zu einer Erhöhung der Grundwasserspiegel. Eine veränderte Landnutzung kann diese Auswirkungen noch verschlimmern. Aufgrund größerer Verdunstung kann sich das Oberflächenwasser während saisonaler Niedrigpegel in vielen Gebieten verringern; Veränderungen der Niederschläge können eine größere Verdunstung verstärken oder ausgleichen. Durch den vorhergesagten Klimawandel würde sich die Wasserqualität verschlechtern: aufgrund gestiegener Temperaturen sowie von Verschmutzungen durch Wasserabfluss und Auswaschungen aus Mülldeponien. Dort, wo es weniger Wasserabfluss gibt, würde sich die Verschmutzung weiter erhöhen; andererseits kann die Wasserqualität bei erhöhten Pegeln durch Verdünnung sogar besser werden. Wo Schneefall eine wichtige Komponente des Wasserhaushalts ist, kann es zu intensiveren Spitzenpegeln kommen, die sich vom Frühjahr in den Winter verschieben. Dies resultiert daraus, dass bei erhöhten Temperaturen die Niederschläge als Regen fallen. [4.1]

Generell ist festzustellen, dass sich der Wasserbedarf erhöhen wird, da sowohl die Weltbevölkerung als auch die ökonomische Entwicklung zunimmt. Durch effizientere Nutzung kann der Bedarf in einigen Ländern auch sinken. Es ist unwahrscheinlich, dass durch den Klimawandel eine größere Veränderung bei industriellem und städtischem Wasserbedarf zu verzeichnen sein wird; er kann sich hingegen auf die künstliche Bewässerung auswirken. Dies hängt davon ab, inwieweit die Verdunstung durch Niederschlagsänderungen gesteigert oder verringert wird. Höhere Temperaturen bedeuten höhere Verdunstung bei Getreide und Gemüse, daraus folgt eine Zunahme der Bewässerungsnachfrage. [4.1]

Die größte Störanfälligkeit aber wird es vermutlich bei geregelter und ungeregelter Wassernutzung von Systemen geben, die bereits einem großen Druck ausgesetzt sind oder schlecht (bzw. nicht) unter nachhaltigen Gesichtspunkten genutzt werden. Dies ist zumeist die Folge einer Politik, die effiziente Wassernutzung und Qualitätserhaltung nicht unterstützt, einer unzureichenden Regelung bezüglich der Wasserscheiden, eines schlechten Managements schwankender Wasserressourcen oder – nachfrage sowie des Fehlens professioneller Beratung. Unkontrollierte Systeme weisen wenig oder gar keine Strukturen zur Pufferung der Folgen hydrologischer Schwankungen bzgl. Wasserqualität und –vorrat auf. In Systemen, die nicht nachhaltig genutzt werden, können Wasser- und Landnutzung die Störanfälligkeit durch den Klimawandel erhöhen. Mit der Anwendung von Techniken zur kontrollierten Ressourcennutzung, ganz besonders des integrierten Wasserressourcenmanagements, lässt sich eine Anpassung an die hydrologischen Folgen des Klimawandels erreichen und zusätzliche Unwägbarkeiten wie auch die Störanfälligkeit herabsetzen. Gegenwärtig werden mehr vorratsorientierte Herangehensweisen (z.B. mehr Überschwemmungsschutz, Wehre, Nutzung von natürlichen Wasserspeichern, Verbesserung der Infrastruktur zur Wassersammlung und -verteilung) genutzt als bedarfsorientierte, mit denen der Druck auf die Ressourcen abgebaut werden könnte. Letztere gewinnen aber immer mehr Aufmerksamkeit. Trotzdem bleibt festzuhalten, dass die Kapazität, effektive Maßnahmen umzusetzen, ungleich verteilt ist; die geringsten Möglichkeiten existieren in vielen Schwellen- und Entwicklungsländern. [4.1]

3.2. Landwirtschaft und Nahrungsmittelsicherung

Experimente zeigen, dass die Ernteerträge bei Klimaveränderungen sehr unterschiedlich ausfallen. Die Erträge hängen dabei von vielen Faktoren ab: Art und Zuchtform; Bodeneigenschaften; Krankheitserregern und Schädlingen; den direkten Auswirkungen von CO₂ auf Pflanzen; Wechselwirkungen von CO₂ / Lufttemperatur / Wassernutzung / Mineralien / Luftqualität und Adaption. Obwohl eine höhere CO₂-Konzentration das Pflanzenwachstum und die Ernteerträge stimulieren kann, vermag dieser Vorteil die negativen Folgen exzessiver Hitze und Trockenheit nicht unbedingt auszugleichen (*mittlere Sicherheit*⁶). Diese Erkenntnisse zusammen mit neueren Forschungen über landwirtschaftliche Anpassung sind seit dem SAR in Rechenmodelle eingeflossen, die die Folgen des Klimawandels auf Ernteerträge, Nahrungsmittelversorgung, Einkommen der Höfe und Preise beurteilen. [4.2]

Es entstehen Kosten durch Ausgleichszahlungen für klimabedingte Ernteverluste sowie durch die Adaption der Viehzucht. Zu diesen agronomischen und züchterischen Anpassungen könnten beispielsweise gehören: veränderte Ausbringungszeitpunkte, Fertilisationsraten, Bewässerungsapplikationen, Zuchtformen und Auswahl von Nutztierarten. [4.2]

Wird die autonom agronomische Adaption berücksichtigt, so zeigen Modelle zur Beurteilung der Ernten mit *mittlerer bis niedriger Sicherheit*⁶, dass eine Erwärmung von weniger als einigen Grad Celsius allgemein positive Auswirkungen hat. Bei einer Steigerung der Temperatur von mehr als einigen Grad Celsius kommt es generell zu negativen Folgen. Ähnliche Untersuchungen zu Nutzpflanzen in tropischen Regionen zeigen an, dass bereits ein geringfügiger Temperaturanstieg die Erträge in diesen Gebieten schmälert: Der Grund liegt in der bereits erreichten höchsten Temperaturtoleranz; außerdem überwiegt hier eine Trockenland- / Regenzeit-Landwirtschaft. Kommt es auch noch zu erheblichen Regeneinbußen, werden tropische Ernten noch stärker beeinträchtigt. Autonom agronomische Anpassung würde eine kleine Verbesserung für tropische Ernten bringen, die Erträge würden allerdings unter denen der Schätzungen für das augenblickliche Klima bleiben. [4.2]

Die meisten regionalen und globalen ökonomischen Studien, die den Klimawandel nicht berücksichtigen, prophezeien, dass sich der gegenwärtige Trend sinkender Rohstoffpreise im 21. Jahrhundert fortsetzen wird. Je weiter der Ausblick in die Zukunft geht, desto geringer ist indes das Vertrauen. Ökonomische Rechenmodelle zeigen mit *niedriger Sicherheit*⁶, dass sich die Folgen des Klimawandels auf die landwirtschaftliche Produktion und die Preise in kleinen prozentualen Veränderungen des weltweiten Einkommens niederschlagen. Für die Industrienationen bedeutet das eine größere Steigerung, die Entwicklungsländer müssen mit kleineren Steigerungen oder sogar Abschlägen rechnen. Ein verbessertes Vertrauen in diese Ergebnisse hängt von der Sensibilität der ökonomischen Rechenmodelle gegenüber ihren Basisdaten ab; hier sind weitere Untersuchungen notwendig. [4.2 und Kasten 5-5]

Die meisten Studien weisen (*unzweifelhaft-aber-unvollständig*⁶) steigende Nahrungsmittelpreise bei einem Anstieg der weltweiten mittleren jährlichen Temperatur um einige Grad Celsius (oder mehr) nach. Das wird zurückgeführt auf die Problematik schneller steigender Nachfrage gegenüber langsamer wachsenden Vorräten. Nimmt man geringere Erwärmungen an, können diese ökonomischen Untersuchungen nicht mehr genau zwischen den Folgen des Klimawandels und anderen schwankenden Ursachen unterscheiden. Einige jüngere zusammenfassende Studien vermuten ökonomische Folgen für störanfällige Gesellschaften – bestehend aus Kleinbauern und armen städtischen Konsumenten. In diesen Studien wird festgehalten, dass der Klimawandel zu niedrigeren

Einkommen der störanfälligen Gesellschaften führen wird. Daraus resultiert ein höheres Risiko für Hungersnöte - obwohl die Daten unsicher sind und eine genaue Überprüfung verlangen. Unzweifelhaft, wenn auch nicht vollständig untersucht, sind die Folgen des Klimawandels für die Nahrungsmittelsicherheit in Afrika: Hier wird sich aufgrund stärkerer Wetterextreme und zeitlicher / räumlicher Klimaverschiebungen die Sicherung der Nahrungssituation verschlechtern. [4.2]

3.3. Land- und Süßwasserökosysteme

Modellstudien zur Vegetation zeigen immer wieder die Möglichkeit schwerwiegender Störungen von Ökosystemen durch den Klimawandel (*hohe Sicherheit*⁶). Die Migration ganzer Ökosysteme oder Biome als gesonderte Einheiten ist eher unwahrscheinlich. Gerechnet wird mit einer Veränderung der Zusammensetzung und Dominanz der Arten in einer gegebenen Lokalität. Die Resultate dieser Veränderungen werden dem Klimawandel Jahre, Jahrzehnte oder Jahrhunderte später folgen (*hohe Sicherheit*⁶). [4.3]

Globale oder regionale Verteilung, Populationsgröße, Populationsdichte und Verhalten von Wildtieren waren - und werden weiterhin - direkt von Klimaveränderungen abhängig sein. Hinzu kommt die indirekte Wirkung einer veränderten Vegetation. Klimaveränderungen werden zu einer polar ausgerichteten Verschiebung der Verteilungsgrenzen von Süßwasserfischen führen. Weiterhin werden Habitate für Fische, die auf kaltes und kühles Wasser angewiesen sind, verloren gehen; hinzu kommen hingegen Habitate für Warmwasserfische (*hohe Sicherheit*⁶). Viele Arten und Populationen sind bereits jetzt einem hohen Risiko ausgesetzt. Es wird erwartet, dass die Synergieeffekte zwischen Klimawandel (der gegenwärtige Habitate für viele Arten unbrauchbar machen wird) und einer Veränderung der Landnutzung (die Habitate zerstückelt und die Migration behindert) die Risiken noch erhöhen. Ohne ein sinnvolles Management wird dieser Druck jene Arten aussterben lassen, die bereits als „kritisch gefährdet“ eingeordnet sind. Der größte Teil der als „gefährdet oder störanfällig“ eingeordneten Arten wird noch seltener werden und dadurch im 21. Jahrhundert dicht an den Rand des Aussterbens gedrängt werden (*hohe Sicherheit*⁶). [4.3]

Mögliche Adaptionen, um die Risiken für Arten zu reduzieren: 1) Einrichtung von Rückzugsgebieten, Parks und Reservaten mit Migrationskorridoren sowie 2) Zuchtprogramme und Translokationen. Diese Methoden könnten aber durch die entstehenden Kosten limitiert sein. [4.3]

Landökosysteme scheinen immer mehr Kohlenstoff zu binden. Während der Erstellung des SAR wurde dies überwiegend auf gesteigerte Pflanzenproduktion zurückgeführt, die durch die Interaktion erhöhter CO₂-Konzentrationen, gesteigener Temperaturen und Oberflächenfeuchtigkeit hervorgerufen wurden. Jüngste Untersuchungen legen dar, dass zwar eine vermehrte Produktion stattfindet, diese aber unter Feldbedingungen kleiner ausfällt als im Gewächshaus (*mittlere Sicherheit*⁶). Als Schlussfolgerung ergibt sich daraus: Die CO₂-Bindung ist vermutlich eher eine Folge der veränderten Landnutzung bzw. -managements und wurde nicht durch die direkte Einwirkung erhöhter CO₂-Werte und Klimaveränderungen hervorgerufen. Aufgrund der komplexen Zusammenhänge zwischen den oben genannten Faktoren ist es schwer einzuschätzen, wieweit Landökosysteme als Kohlenstoffsinken dienen können (z.B. könnten arktische Landökosysteme und Feuchtgebiete sowohl Quellen wie Senken sein) (*mittlere Sicherheit*⁶). [4.3]

Auch ohne Aufforstungsprojekte, die als Kohlenstoffsinken dienen sollen, gehen Studien zum weltweiten Holzmarkt im Gegensatz zum *SAR* davon aus, dass bei Einbeziehung entsprechender Anpassungen an Land- und Produktmanagement eine Steigerung der Holzvorräte bei einem geringen Klimawandel möglich ist. Dies würde die Marktanteile der Entwicklungsländer innerhalb der bereits existierenden Markttrends vergrößern. Konsumenten könnten von niedrigeren Holzpreisen profitieren, während die Produzenten genauso gut hinzugewinnen wie auch Verluste erleiden könnten - je nachdem, wie sich die regionale Holzproduktion und eine mögliche Waldsterbensrate verändern.

3.4. Küstenzonen und marine Ökosysteme

Der Klimawandel wird sich in großem Maßstab auf die Ozeane auswirken. Es wird erwartet, dass die Temperatur an der Wasseroberfläche steigt, ebenso wie der weltweite mittlere Meeresspiegel. Die Bedeckung durch Meereis wird abnehmen; auch der Salzgehalt, das Wellenmuster und die Zirkulation der Ozeane werden sich verändern. Die Meere sind eine integrale und reagierende Komponente des Systems Klima und zeigen wichtige Rückkopplungseffekte physikalischer und biochemischer Natur. Viele marine Ökosysteme reagieren sensibel auf den Klimawandel. Klimatrends und Schwankungen zeigen sich in Klima-Ozean-Regimen, die viele Jahre umfassen (bspw. die pazifische Dekadenoszillation). Veränderungen dieser Muster wirken sich stark auf Fischvorkommen und die Populationsdynamik aus. Dies hat schwerwiegende Folgen für menschliche Gesellschaften, die vom Fisch abhängig sind. [4.4]

Durch den Klimawandel werden viele Küstenzonen häufiger und stärker überflutet - die Erosion nimmt zu, Feuchtgebiete und Mangrovenwälder gehen verloren. Gerechnet wird auch mit der Versalzung von Süßwasserreserven durch eindringendes Seewasser. Stürme und deren Folgen (einschließlich Sturmfluten und Küstenerosion) werden an Schwere und Ausmaß zunehmen. Auf Küsten höherer Breitengrade wird zusätzlich eine höhere Wellenenergie und Permafrostrückgang wirken. Die relative Meeresspiegelhöhe wird sich lokal unterschiedlich verändern - abhängig von Anhebung und Absenkung, hervorgerufen durch andere Faktoren. [4.4]

Auswirkungen auf hoch diverse und produktive Küstenökosysteme wie Korallenriffe, Atolle, Riffinseln, Salzmarschen und Mangrovenwälder hängen ebenso von der Rate der sich verändernden Meeresspiegelhöhe relativ zu Wachstumsrate und Sedimentzufuhr ab, wie vom Platzangebot und von Behinderungen bei der horizontalen Migration. Weitere Faktoren sind: Veränderungen im Ozeanklima (z.B. Oberflächentemperatur, Sturmneigung) und Druck durch menschliche Aktivitäten in den Küstenzonen. Die Korallenbleiche in den letzten 20 Jahre wurde mit verschiedenen Ursachen erklärt, z.B. mit dem Temperaturanstieg der Ozeane. Eine zukünftige Erwärmung der Oberflächentemperatur der Ozeane wird zu mehr Stress für Korallenriffe führen und wird häufiger marine Krankheiten zur Folge haben (*hohe Sicherheit*⁶). Beurteilungen von Anpassungsstrategien für Küstenzonen haben den Schwerpunkt von harten Schutzmaßnahmen für Küstenbereiche (z.B. Mauern, Buhnen) verschoben zu weichen Vorkehrungen (z.B. Sandvorspülung), kontrolliertem Rückzug und erhöhter Flexibilität von biophysikalischen und sozioökonomischen Systemen in Küstenregionen. [4.4]

Optionen zur Adaption von Küsten- und Meeresmanagement sind dann am effektivsten, wenn eine entsprechende Politik für andere Bereiche umgesetzt wird, z.B. Landnutzungspläne oder Katastrophenlinderungskonzepte. [4.4]

3.5. Menschliche Gesundheit

Seit dem SAR haben weitere Analysen die Folgen kurzzeitig auftretender Wetterphänomene auf die menschliche Gesundheit beleuchtet. Besonderes Augenmerk wurde auf Stress durch Hitze, Auswirkungen der Luftverschmutzung, Stürme und Überschwemmungen gerichtet. Außerdem wurde der Einfluss saisonaler und zwischenjährlicher klimatischer Schwankungen auf Infektionskrankheiten näher betrachtet. Das Verständnis der Determinanten von Populationsstöranfälligkeit gegenüber negativen Gesundheitseinflüssen und die mögliche Adaption ist inzwischen weit vorangeschritten. [4.7]

Von vielen durch Vektoren, Nahrungsmittel und Wasser übertragenen Erkrankungen ist bekannt, dass sie sensibel auf Klimaveränderungen reagieren. Ergebnisse der meisten Modellstudien¹⁰ (*mittlere bis hohe Sicherheit*⁶) zeigen auf, dass es (netto gesehen) eine größere geografische Verbreitung von Malaria und Dengue-2-Fieberinfektionen geben würde. Beide kommen heute in Gebieten vor, in denen 40% bis 50% der Weltbevölkerung leben. Innerhalb ihrer aktuellen Ausbreitung würden die angesprochenen Krankheiten - und viele andere ansteckende Krankheiten - in Häufigkeit und Saisonalität zunehmen (regionale Abnahmen sind möglich). In allen Fällen wird der eigentliche Krankheitsausbruch sehr stark beeinflusst von lokalen Umweltbedingungen, sozioökonomischen Umständen und der öffentlichen Gesundheitsversorgung. [4.7]

Der vorhergesagte Klimawandel wird begleitet von zunehmenden Hitzewellen, oft gekennzeichnet durch erhöhte Luftfeuchtigkeit und städtische Luftverschmutzung. Dieses würde vermehrt zu Krankheiten führen und die hitzebedingte Sterberate erhöhen. Die Belege deuten mit *hoher Sicherheit*⁶ darauf hin, dass die Folgen für städtische Populationen am größten sind; besonders betroffen werden ältere und kranke Einwohner sein und Menschen ohne Klimaanlage. Für gemäßigte Breiten liegen geringe Hinweise vor, dass eine reduzierte Wintersterblichkeit die erhöhte Sommersterblichkeit ausgleicht (*mittlere Sicherheit*⁶). Eine generalisierende Sicht zu Winter- / Sommersterblichkeit ist nicht möglich, da sich die entsprechenden Studien beinahe ausschließlich mit der Bevölkerung in den Industrienationen beschäftigt haben. [3.5 und 4.7]

Die umfassenden Erfahrungen machen deutlich (*hohe Sicherheit*⁶), dass jegliche Zunahme von Überschwemmungsereignissen das Risiko erhöht, durch Ertrinken umzukommen, Durchfall- und Atemwegserkrankungen zunehmen lässt und in den Entwicklungsländern Hungersnöte und Fehlernährung nach sich zieht. Sollten Zyklone regional zunehmen, kommen katastrophale Folgen gerade auf dicht besiedelte Zonen mit unzulänglichen Ressourcen zu. Die klimaabhängige Verringerung der Ernteerträge und der Nahrungsmittelproduktion in einigen Gebieten, vorwiegend in den Tropen, wird in Bevölkerungen ohne entsprechende Nahrungsmittelsicherung zu Fehlernährung führen. Dies hat Beeinträchtigungen in der Kindesentwicklung zur Folge und führt zu herabgesetzten Aktivitäten bei Erwachsenen. Durch sozioökonomische Zerrüttung in einigen Gebieten kann es zu Beeinträchtigung der Lebensumstände und der Gesundheit kommen. [3.5, 4.1, 4.2, 4.5 und 4.7]

Um die Folgen der erwarteten negativen gesundheitlichen Auswirkungen auszugleichen, steht eine Reihe von sozialen, institutionellen, technischen und Verhaltensanpassungen zur Verfügung. Zu den Adaptionen gehört u.a. die Stärkung der öffentlichen Gesundheitsversorgung, ein gesundheitsorientiertes Umweltmanagement (inkl. Luft- und Wasserqualität, Sicherung der Nahrungsmittelversorgung, Stadt- und Siedlungsplanung, Oberflächenwassermanagement) und die

¹⁰ Acht Studien haben die Auswirkungen des Klimawandels auf Malaria (5) und Dengue (3) untersucht. Sieben benutzten einen biologischen oder auf Prozesse basierenden Ansatz, eine einen empirisch-statistischen.

Schaffung entsprechender medizinischer Versorgungseinrichtungen. [4.7]

Insgesamt ist festzustellen, dass sich die negativen gesundheitlichen Folgen des Klimawandels am stärksten auf die Bevölkerung mit Niedrigeinkommen auswirken werden, vor allem in tropischen / subtropischen Ländern. Generell würden adaptive Richtlinien diese Auswirkungen verringern. [4.7]

3.6. Menschliche Ansiedlungen, Energie und Industrie

Die Literatur zeigt zunehmend deutlich, dass menschliche Ansiedlungen durch den Klimawandel betroffen sind - in mindestens einem von drei Hauptbereichen:

- 1) Der wirtschaftliche Sektor, der die Ansiedlungen trägt, ist betroffen, da die Produktivität der Ressourcen und die Nachfrage nach Gütern und Dienstleistungen Veränderungen unterworfen wird. [4.5]
- 2) Einige Aspekte der physikalischen Infrastruktur (dazu gehören Energieversorgung und Verteilungssysteme), Häuser, städtische Dienstleistungen (inkl. Transportsysteme) und bestimmte Industrien (z.B. Agrarindustrie, Tourismus, Hoch- / Tiefbau) sind direkt betroffen. [4.5]
- 3) Die Bevölkerung ist durch extreme Wetterbedingungen, Veränderungen des Gesundheitsstatus oder Migration direkt betroffen. Je nach Bevölkerungszahl fallen die Probleme in den großen Populationszentren (über 1 Mio.) anders aus als in mittleren und kleinen. [4.5]

Die am meisten verbreiteten direkten Risiken des Klimawandels für menschliche Ansiedlungen sind Überschwemmungen und Erdbeben durch stärkere Regenfälle sowie der Anstieg des Meeresspiegels in Küstenzonen. Mit *hoher Sicherheit*⁶ kann festgehalten werden, dass Ansiedlungen an Küsten und Flussläufen besonders gefährdet sind. Aber auch Überschwemmungen in urbanen Zentren können dort zum Problem werden, wo Wasserversorgung, Müllmanagement und Kanalisierung nicht ausreichen. In solchen Gebieten sind Slums und andere informelle Ansiedlungen im städtischen Umfeld besonders gefährdet, die eine hohe Bevölkerungsdichte, wenig Schutzraum, kaum / gar keinen Zugang zu Ressourcen (sichere Wasserversorgung, öffentliche Gesundheitsversorgung) und niedrige Anpassungsfähigkeit aufweisen. Bereits heute sehen sich menschliche Ansiedlungen mit anderen schwerwiegenden Umweltproblemen konfrontiert, die durch steigende Temperaturen / vermehrte Niederschläge noch verstärkt werden - einschließlich der Wasser- und Energieressourcen, der Infrastruktur, der Müllbeseitigung und des Transportwesens. [4.5]

Die rasche Verstädterung tief liegender Küstenzonen in Industrienationen und Entwicklungsländern erhöht die Bevölkerungsdichte und ist – genau wie die von Menschen geschaffenen Vermögenswerte – immer mehr klimatischen Extremen (z.B. tropischen Stürmen) ausgesetzt. Modellrechnungen prophezeien eine potenzierte Zunahme der Menschen, die durch Küstenstürme / -überschwemmungen betroffen sein werden (je nach Anpassung: 75 bis 200 Mio.). Zugrunde liegen Szenarien mit einer mittleren Erhöhung des Meeresspiegels um 40 cm bis zum Jahr 2080 gegenüber Szenarien ohne Veränderungen des Meeresspiegels. Die möglichen Kosten der Infrastrukturschäden in Küstenzonen werden für einzelne Länder (z.B. Ägypten, Polen, Vietnam) auf zig Milliarden Dollar geschätzt. [4.5]

Ansiedlungen, die wirtschaftlich wenig diversifiziert sind und in denen ein hoher Prozentsatz des Einkommens aus klimaempfindlichen (Primärquell-) Industrien (Agrarwirtschaft, Holzwirtschaft, Fischerei) stammt, sind (*hohe Sicherheit*⁶) störanfälliger als diversifizierte Ansiedlungen. In den entwickelten Regionen der Arktis, in denen die Permafrostböden eisreich sind, ist besondere

Aufmerksamkeit geboten, um die negativen Effekte der Abschmelzung (z.B. schwere Gebäude- und Infrastrukturschäden) zu mindern (*sehr hohe Sicherheit*⁶). Die industrielle, kommerzielle und Transportinfrastruktur ist angesichts derselben Risiken generell ebenso störanfällig wie städtische Infrastrukturen. Der Energiebedarf zur Kühlung wird sich erhöhen, im Bereich Heizung gleichzeitig zurückgehen - der Nettoeffekt hängt stark vom Szenario und Örtlichkeit ab. Manche Systeme zur Energieproduktion und -verteilung werden negative Folgen erleben die Vorräte oder Betriebssicherheit reduzieren, andere mögen Vorteile haben. [4.5 und 5.7]

Mögliche Optionen zur Anpassung liegen in den Bereichen der Siedlungsplanung, der Platzierung von industriellen Anlagen, der Infrastrukturplanung und ähnlichen Langzeitentscheidungen, die negative Auswirkungen mit niedriger (aber steigender) Wahrscheinlichkeit und hoher (und evtl. steigender) Konsequenz mindern. [4.5]

3.7. Versicherungen und andere Finanzdienstleistungen

In den letzten Jahrzehnten sind die Schadenskosten für normale und extreme Wetterphänomene rasch gestiegen. Weltweit sind die wirtschaftlichen Verluste durch Katastrophen 10,3mal höher als im Jahr 1950 (von 3,9 Milliarden auf 40 Milliarden US\$ in den 90er Jahren; wertbezogen auf den Dollar des Jahres 1999; ohne Kaufwertverluste / -gewinne zu berücksichtigen). Ungefähr ein Viertel der Verluste entstand in den Entwicklungsländern. Der versicherte Teil der Verluste stieg von vernachlässigbaren Werten auf 9,2 Milliarden US\$ pro Jahr im gleichen Zeitraum. Betrachtet man auch die Verluste aus kleineren (weniger katastrophalen) Wetterereignissen, so sind die Gesamtkosten etwa doppelt so hoch. Um ein Maß für die steigende Störanfälligkeit der Versicherungsbranche zu geben: Das Verhältnis der weltweiten Versicherungsprämien im Bereich Vermögen / Unfall im Zusammenhang mit Wetterereignissen ist zwischen 1985 und 1999 um den Faktor 3 gefallen. [4.6]

Die Kosten, die Wetterereignisse verursachen, sind massiv gestiegen - trotz signifikanter Versuche, Infrastruktur und Katastrophenschutz zu verbessern. Zum Teil ist dieser Trend der letzten 50 Jahre auf sozioökonomische Faktoren (wie Bevölkerungswachstum, mehr Wohlstand und Verstädterung störanfälliger Regionen) zurückzuführen; teilweise sind klimatische Veränderungen (wie zunehmende Niederschläge und Überschwemmungen) Schuld. Eine präzise Zuordnung unterliegt komplexen Berechnungen; außerdem findet man - je nach Region und Vorkommnis - Unterschiede in der Gewichtung dieser beiden Bereiche. [4.6]

Mit *hoher Sicherheit*⁶ kann festgestellt werden, dass der Klimawandel (d.h. die daraus zu erwartenden Veränderungen wettergebundener Geschehnisse) die versicherungsstatistischen Unsicherheiten bei der Einschätzung der Risiken erhöhen würde. Diese Entwicklung führt zu steigenden Prämien oder gar zur Re-Klassifizierung bestimmter Risiken als unversicherbar und zum Widerruf des Versicherungsumfangs. Solche Veränderungen würden steigende Versicherungskosten auslösen, den Fluss von Finanzdienstleistungen in die Entwicklungsländer verlangsamen, die Verfügbarkeit von Risikoversicherungen verringern und die Nachfrage nach Regierungsprogrammen zur Kompensation von Katastrophenschäden erhöhen. Sollten diese Veränderungen eintreten, wird sich auch die Rolle öffentlicher und privater Rechtspersonen ändern (bzgl. der Versicherungsangebote und des Risikomanagements). [4.6]

Die Finanzbranche als Ganzes wird recht gut mit den Folgen des Klimawandels zurechtkommen - obwohl die Geschichte beweist, dass Vorkommnisse mit niedriger Wahrscheinlichkeit und hohen Auswirkungen, bzw. schnell aufeinander folgende Geschehnisse, Teile der Branche schwerwiegend treffen können. Dies ist gerade dann der Fall, wenn die Anpassungsfähigkeit gleichzeitig durch andere Faktoren (z.B. schlechte Finanzmärkte) geschwächt ist. Kleinere spezialisierte und wenig diversifizierende Unternehmen der Versicherungs- und Rückversicherungsbranche zeigen eine größere Empfindlichkeit im Zusammenhang mit wettergebundenen Ereignissen - auch bzgl. Profitabilität und Insolvenz. [4.6]

Die Anpassung an den Klimawandel birgt komplexe Herausforderungen und Möglichkeiten für die Branche. Regulative Einmischung bei Preisen und Besteuerung von Reserven und die (nicht)vorhandene Fähigkeit der Unternehmen, sich aus riskanten Märkten zurückzuziehen, sind Beispiele für den Einfluss auf die Flexibilität der Branche. Rechtspersonen des öffentlichen und privaten Sektors unterstützen die Anpassung, indem sie Katastrophenschutz, Erosionsschutzprogramme, Baurecht und verbesserte Landnutzungspläne vorantreiben. Allerdings haben in manchen Fällen öffentliche Versicherungs- und Entlastungsprogramme unbeabsichtigt Selbstgefälligkeit und Fehlanpassungen gefördert, indem sie die Erschließung risikoreicher Gebiete (wie Küstenzonen oder Überschwemmungsgebiete in den USA) ausgelöst haben. [4.6]

Die größten Folgen des Klimawandels werden für die Entwicklungsländer erwartet. Besonders betroffen werden jene Länder sein, deren Einkommen vor allem auf der Primärproduktion basiert. Manche Länder werden als Folge von Naturkatastrophen Auswirkungen bis zur Hälfte ihres Bruttoinlandsprodukts erleben. Wenn wettergebundene Risiken nicht mehr versicherbar sind, Preise ansteigen oder die Verfügbarkeit beschränkt ist, wird es zu Problemen und Einschränkungen bzgl. Gleichheit und Entwicklung kommen. Anders gesagt, kann eine extensivere Verfügbarkeit von Versicherungen und eine breite Einführung von Mikro- und Entwicklungsfinanzierung die Fähigkeit der Entwicklungsländer verbessern, mit dem Klimawandel fertig zu werden. [4.6]

4. Die Störanfälligkeit variiert in den verschiedenen Regionen

Die Störanfälligkeit menschlicher Populationen und natürlicher Systeme gegenüber dem Klimawandel variiert beträchtlich zwischen den verschiedenen Regionen und ihrer Bevölkerungsstrukturen. Regionale Unterschiede im üblichen Klimagefüge und die zu erwartenden Veränderungen setzen die Gebiete unterschiedlichen Klimastimuli aus. Natürliche und von Menschen geschaffene Systeme verschiedener Regionen besitzen unterschiedliche Charakteristika, Ressourcen und Institutionen. Sie sind auch unterschiedlicher Beanspruchung ausgesetzt und entwickeln so unterschiedliche Empfindlichkeit und Anpassungsfähigkeit. Daraus resultieren verschiedene Schlüsselaspekte für jede große Region der Welt. Aber auch innerhalb der Regionen variieren Folgen, Anpassungsfähigkeit und Störanfälligkeit. [5]

Im Hinblick auf das bisher Dargestellte werden alle Regionen negative Auswirkungen des Klimawandels erleben. Tabelle SPM-2 präsentiert (stark verkürzt) einige Schlüsselprobleme für die verschiedenen Regionen. Manche Gebiete sind ganz außerordentlich störanfällig, da sie Klimaveränderungen besonders ausgesetzt sind oder geringe Anpassungsfähigkeit besitzen. Die meisten unterentwickelten Regionen sind stark störanfällig, da ein großer Teil ihrer Wirtschaft in klimaempfindlichen Branchen angesiedelt ist. Oder ihre Anpassungsfähigkeit ist niedrig, da menschliche, finanzielle und natürliche Ressourcen sowie institutionelle und technische Fähigkeiten begrenzt sind. So sind beispielsweise

kleine Inselstaaten und tief liegende Küstenzonen besonders betroffen, da sie dem steigenden Meeresspiegel und häufigeren Stürmen ausgesetzt sind; darüber hinaus verfügen sie nur über begrenzte Adaptionsfähigkeiten. Klimaveränderungen werden in den Polarregionen besonders rasch und weitreichend auftreten: Reduktion der Meereisdicke und -ausbreitung, Rückgang der Permafrostregionen. Nachteilige Veränderungen durch saisonal schwankende Flusspegel, Überschwemmungen, Dürren, Nahrungsmittelsicherung, Fischerei, Gesundheitsfolgen und Verlust an Biodiversität sind die hauptsächlichen regionalen Probleme Afrikas, Lateinamerikas und Asiens: deren Anpassungsmöglichkeiten sind generell gering. Selbst in Gebieten mit höherer Anpassungsfähigkeit (wie beispielsweise Nordamerika, Australien und Neuseeland) gibt es störanfällige Gemeinschaften (z.B. die von Ureinwohnern) und die Möglichkeit der Anpassung von Ökosystemen ist begrenzt. Die Störanfälligkeit Europas ist im Süden und in der arktischen Region signifikant größer als anderswo. [5]

Tabelle SPM-2: Regionale Anpassungsfähigkeit, Störanfälligkeit und Schlüsselbelange^{a, b}

Region	
<p>Afrika</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Die Anpassungsfähigkeit der von Menschen geschaffenen Systeme ist gering. Es fehlen wirtschaftliche Ressourcen und Techniken. Die Störanfälligkeit ist hoch, da man in der Landwirtschaft stark auf Regenfälle vertraut; außerdem gibt es häufige Dürren und Überschwemmungen sowie Armut. [5.1.7] • Die Voraussagen für Getreideerträge gehen in den meisten Szenarien zurück, daraus folgt eine verringerte Nahrungsmittelsicherung - besonders für kleine importierende Länder (<i>mittlere bis hohe Sicherheit</i>[Ⓕ]). [5.1.2] • Die wichtigen Flüsse reagieren hochsensibel auf Klimaveränderungen. Der durchschnittliche Ablauf und die Wasserverfügbarkeit in afrikanischen Ländern an der Mittelmeerküste und im südlichen Teil würden abnehmen (<i>mittlere Sicherheit</i>[Ⓕ]). [5.1.1] • Die Ausweitung der Verbreitungsgebiete von Krankheitserregern würde die menschliche Gesundheit negativ beeinflussen (<i>mittlere Sicherheit</i>[Ⓕ]). [5.1.4] • Die Ausbreitung der Wüsten würde durch die Verminderung des durchschnittlichen jährlichen Regenfalls, des Abflusses und der Oberflächenfeuchtigkeit verstärkt - besonders in Süd-, Nord- und Westafrika (<i>mittlere Sicherheit</i>[Ⓕ]). [5.1.6] • Vermehrte Dürren, Überschwemmungen und andere extreme Ereignisse würden den Druck auf Wasserressourcen, Nahrungsmittelsicherheit, menschliche Gesundheit und Infrastruktur erhöhen; dadurch würde die Entwicklung eingeschränkt (<i>hohe Sicherheit</i>[Ⓕ]). [5.1] • Ein weitreichendes Aussterben von Pflanzen- und Tierarten wird vorhergesagt. Dies würde den bäuerlichen Lebensunterhalt, Tourismus und genetische Ressourcen beeinträchtigen (<i>mittlere Sicherheit</i>[Ⓕ]). [5.1.3] • Küstenansiedlungen (z.B. am Golf von Guinea, im Senegal, in Gambia, in Ägypten und an der Südostküste) würden durch Überschwemmungen und Küstenerosion (aufgrund steigender Meeresspiegel) negativ beeinflusst (<i>hohe Sicherheit</i>[Ⓕ]). [5.1.5]

^a Da die vorhandenen Untersuchungen keine übereinstimmenden Klima-Modelle und Methoden benutzen und aufgrund von Unsicherheiten bzgl. der Empfindlichkeit und Anpassungsfähigkeit natürlicher und sozialer Systeme, ist die Einschätzung regionaler Störanfälligkeit notwendigerweise qualitativ.

^b Die Regionen aus Tabelle SPM-2 sind in Grafik TS-2 der *Technischen Zusammenfassung* dargestellt.

<p>Asien</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Die Anpassungsfähigkeit der von Menschen geschaffenen Systeme in den Entwicklungsländern ist gering und die Störanfälligkeit hoch. Die entwickelten Länder Asiens sind anpassungsfähiger und weniger störanfällig. [5.2.7] • Extreme Ereignisse treten im gemäßigten wie tropischen Asien vermehrt auf; dazu zählen Überschwemmungen, Dürren, Waldbrände und tropische Stürme (<i>hohe Sicherheit</i>⁶). [5.2.4] • Die Abnahme der landwirtschaftlichen Produktivität und der Wasserwirtschaft aufgrund thermischer und hydrologischer Belastung, Meeresspiegelerhöhung, Überschwemmungen, Dürren und tropischer Stürme würde die Nahrungsmittelsicherheit in vielen Ländern mit trockenem, gemäßigtem und tropischem Klima verringern. In nördlichen Gebieten würde sich die Landwirtschaft ausdehnen und die Produktivität erhöhen (<i>mittlere Sicherheit</i>⁶). [5.2.1] • Abfluss und Wasserverfügbarkeit kann in ariden und halbariden Gebieten zurückgehen, in nördlichen Gebieten zunehmen (<i>mittlere Sicherheit</i>⁶). [5.2.3] • In einigen Teilen würde es zu Gesundheitsgefährdungen durch die mögliche Zunahme von Infektionskrankheiten und Hitzestress kommen (<i>mittlere Sicherheit</i>⁶). [5.2.6] • Ein steigender Meeresspiegel und eine Zunahme der Intensität tropischer Stürme würden zig Millionen Menschen (in tief gelegenen Küstenzonen des gemäßigten und tropischen Asien) obdachlos machen. Intensivere Regenfälle im nördlichen Asien würden das Überschwemmungsrisiko im gemäßigten sowie tropischen Teil erhöhen (<i>hohe Sicherheit</i>⁶). [5.2.5 und Tabelle TS-8] • In einigen Gegenden würden Klimaveränderungen den Energiebedarf erhöhen, die touristische Anziehungskraft verringern und Transportsysteme beeinflussen (<i>mittlere Sicherheit</i>⁶). [5.2.4 und 5.2.7] • Der Klimawandel würde die Bedrohung der Biodiversität aufgrund von geänderter Landnutzung / geänderten Bewuchs / erhöhten Bevölkerungsdruck verstärken (<i>mittlere Sicherheit</i>⁶). Die Erhöhung des Meeresspiegels würde die ökologische Sicherheit (inkl. Mangroven und Korallenriffe) bedrohen (<i>hohe Sicherheit</i>⁶). [5.2.2] • Die Verschiebung der Südgrenze der Permafrostzonen in Richtung Pol würde in einer Veränderung der thermischen Erosion und Thermokarst resultieren, die sich negativ auf die soziale Infrastruktur und Industrie auswirken (<i>mittlere Sicherheit</i>⁶). [5.2.2]
<p>Australien und Neuseeland</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Die Anpassungsfähigkeit der von Menschen geschaffenen Systeme ist generell hoch. Es gibt aber Ureinwohner und andere Gruppen in einigen Regionen, die nur eine niedrige Kapazität zur Anpassung haben und daher eine hohe Störanfälligkeit zeigen. [5.3 und 5.3.5] • Anfänglich mag der Nettoernteeffekt durch Klimawandel und Veränderung der CO₂-Werte bei einigen Pflanzen gemäßigter Zonen positiv sein. In einigen Gegenden ist aber zu erwarten, dass dieser Prozess gegenläufig (und somit negativ) sein wird. Dies gilt auch im dem Falle, dass weitere Klimaveränderungen auftreten (<i>mittlere Sicherheit</i>⁶). [5.3.3] • Höchstwahrscheinlich ist Wasser ein Schlüsselthema (<i>hohe Sicherheit</i>⁶), da ein Trend zur Austrocknung weiter Teile der Region vorhergesagt wird; dazu gehört ein durchschnittlicher Status ähnlich dem El Niño-Effekt. [5.3 und 5.3.1] • Intensivere Regenfälle und tropische Stürme (<i>mittlere Sicherheit</i>⁶) sowie regional-spezifische Veränderungen in der Häufigkeit tropischer Stürme würden das Risiko für Leben, Besitz und Ökosysteme durch Überschwemmungen, Sturmfluten und Windschäden erhöhen. [5.3.4]

	<ul style="list-style-type: none"> • Einige Arten würden aufgrund begrenzter klimatischer Nischen, Bodenunterschiede oder Topografie gefährdet oder aussterben (<i>hohe Sicherheit</i>^f). Besonders gefährdete Ökosysteme in Australien: Korallenriffe, aride und halbaride Habitate im Südwesten und Landesinneren sowie alpine Gebiete. Störanfällig sind auch Süßwasserfeuchtgebiete in den Küstenzonen sowohl Australiens wie Neuseelands. Einige Ökosysteme in Neuseeland sind durch Einwanderung von Wildkräutern bedroht. [5.3.2]
<p>Europa</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Die Anpassungsfähigkeit der von Menschen geschaffenen Systeme ist in Europa allgemein hoch. Südeuropa und die europäische Arktis sind störanfälliger als andere Teile. [5.4 und 5.4.6] • Der sommerliche Abfluss, die Wasserverfügbarkeit und Oberflächenfeuchtigkeit werden wahrscheinlich in Südeuropa abnehmen, wodurch sich die Unterschiede zwischen dem Norden und dem zur Trockenheit neigenden Süden verschärfen würden. Steigerungen im Winter sind für den Norden und Süden wahrscheinlich (<i>hohe Sicherheit</i>^f). [5.4.1] • Zum Ende des 21. Jahrhunderts könnten die Hälfte der alpinen Gletscher und weite Teile der Permafrostgebiete verschwunden sein (<i>mittlere Sicherheit</i>^f). [5.4.1] • Risiken durch übertretende Flüsse werden in weiten Teilen steigen (<i>mittlere bis hohe Sicherheit</i>^f). In den Küstenzonen werden die Risiken bei Überschwemmungen, Erosions- und Feuchtgebietverlusten erheblich zunehmen: die entsprechenden Implikationen für menschliche Ansiedlungen, Industrie, Tourismus, Landwirtschaft und natürliche Habitate an der Küste sind eindeutig. [5.4.1 und 5.4.4] • Es wird einige weitgehend positive Effekte für die Landwirtschaft in Nordeuropa geben (<i>mittlere Sicherheit</i>^f). Die Produktivität in Süd- und Osteuropa wird sinken (<i>mittlere Sicherheit</i>^f). [5.4.3] • Pflanzliche- und tierische Verbreitzonen werden sich in höhere Lagen und nach Norden verschieben. Der Verlust wichtiger Habitate (Feuchtgebiete, Tundren, isolierte Habitate) würde einige Arten bedrohen (<i>hohe Sicherheit</i>^f). [5.4.2] • Höhere Temperaturen und Hitzewellen können traditionelle touristische Sommerziele negativ beeinflussen, weniger zuverlässige Schneebedingungen die Winterziele belasten (<i>mittlere Sicherheit</i>^f). [5.4.4]
<p>Lateinamerika</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Die Anpassungsfähigkeit der von Menschen geschaffenen Systeme ist niedrig, besonders mit Rücksicht auf extreme Klimaereignisse, die Störanfälligkeit ist hoch. [5.5] • Verlust und Rückzug von Gletschern würde den Wasserfluss und die Wasserverfügbarkeit in Gebieten, in denen Gletscherschmelzwasser eine wichtige Quelle ist, negativ beeinflussen (<i>hohe Sicherheit</i>^f). [5.5.1] • Überschwemmungen und Dürren würden häufiger (<i>hohe Sicherheit</i>^f). Folge: verschlechterte Wasserqualität und erhöhte Sedimentlast in einigen Gebieten. [5.5] • Die Zunahmen und die größeren Stärken tropischer Stürme würden das Risiko für Leben, Besitz und Ökosysteme durch schwere Regenfälle, Überschwemmungen, Sturmfluten und Windschäden erhöhen. [5.5] • Es wird vorausgesagt, dass die Erträge wichtiger Nutzpflanzen an vielen Orten zurückgehen, selbst wenn die Effekte durch CO₂ berücksichtigt werden. Reine Existenzlandwirtschaft könnte in einigen Regionen bedroht sein (<i>hohe Sicherheit</i>^f). [5.5.4] • Die geografische Verbreitung von (durch Vektoren übertragen) Infektionserkrankungen würde sich Richtung Pol und in höhere Lagen ausweiten,

	<p>dadurch werden mehr Menschen Krankheiten wie Malaria, Dengue-Fieber und Cholera ausgesetzt (<i>mittlere Sicherheit</i>⁶). [5.5.5]</p> <ul style="list-style-type: none"> • Menschliche Ansiedlungen, Produktion, Infrastruktur und die Mangrovenökosysteme an der Küste würden negativ durch den steigenden Meeresspiegel beeinflusst (<i>mittlere Sicherheit</i>⁶). [5.5.3] • Die Verlustrate an Biodiversität würde steigen (<i>hohe Sicherheit</i>⁶). [5.5.2]
<p>Nordamerika</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Die Anpassungsfähigkeit der von Menschen geschaffenen Systeme ist generell hoch, Störanfälligkeit niedrig. Einige Gemeinschaften (z.B. die der Ureinwohner und jener Gemeinschaften, die klimaempfindliche Ressourcen nutzen) sind störanfälliger. Soziale, ökonomische und demografische Trends ändern die Störanfälligkeit in Unterregionen. [5.6 und 5.6.1] • Einige Nutzpflanzen würden Vorteile aus mäßiger Erwärmung und steigenden CO₂-Niveau ziehen, allerdings würden sich die Effekte regional und nach Pflanzart unterscheiden (<i>hohe Sicherheit</i>⁶), in einigen Gegenden der kanadischen und US-Prärien kann es aufgrund von Dürren sogar zur Verminderung von Ernten kommen. In einigen Gegenden im Norden Kanadas kann es zu einer Erhöhung der Produktion kommen, auch die Holzproduktion in den gemäßigten Mischwäldern könnte steigen. Die Vorteile für Nutzpflanzen würden allerdings mit zunehmender Erwärmungsrate weniger und können zu einem Nettoverlust werden (<i>mittlere Sicherheit</i>⁶). [5.6.4] • Im Westen Nordamerikas werden – lt. der meisten Modellrechnungen – von Schneeschmelzen betroffene Wassereinzugsgebiete saisonal frühere Springfluten erleben (<i>hohe Sicherheit</i>⁶). Außerdem ist mit weniger Abfluss im Sommer (<i>mittlere Sicherheit</i>⁶) und sinkenden Seenpegeln sowie Abflussmengen im System ‚Große Seen St. Lorenz-Strom‘ (<i>mittlere Sicherheit</i>⁶) zu rechnen. Einige (aber nicht alle) der negativen Auswirkungen auf Wassernutzer sowie aquatische Ökosysteme könnten durch adaptive Reaktionen aufgefangen werden (<i>mittlere Sicherheit</i>⁶). [5.6.2] • Einzigartige natürliche Ökosysteme (wie Präriefeuchtgebiete, alpine Tundren und Kaltwasserökosysteme) werden stark bedroht sein. Eine effektive Anpassung ist unwahrscheinlich (<i>mittlere Sicherheit</i>⁶). [5.6.5] • Die Erhöhung des Meeresspiegels würde eine Zunahme der Küstenerosion, Verlust von Küstenfeuchtgebieten und Risiko von Sturmfluten, besonders in Florida und dem größten Teil der US-Atlantikküste (<i>hohe Sicherheit</i>⁶), bedeuten. [5.6.1] • Versicherte Verluste durch Wetterschäden und Zahlungen aus öffentlichen Katastrophenminderungsplänen haben zugenommen. Die Planungen der Versicherungsbranche haben bisher Informationen über den Klimawandel noch nicht systematisch genutzt, hier kann es zu Überraschungen kommen (<i>hohe Sicherheit</i>⁶). [5.6.1] • Von Vektoren übertragene Erkrankungen – inkl. Malaria, Dengue-Fieber und Lyme-Borreliose – könnten sich ausbreiten. Verschlechterte Luftqualität und eine höhere Hitzestresssterblichkeit würden auftreten (<i>mittlere Sicherheit</i>⁶). Sozioökonomische Faktoren und Maßnahmen des öffentlichen Gesundheitswesens würden eine große Rolle spielen, wenn es um Auftreten und Größenordnung von Gesundheitseffekten geht. [5.6.6]
<p>Polarregionen</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Die natürlichen Systeme der Polarregionen sind hochgradig störanfällig durch den Klimawandel. Die gegenwärtigen Ökosysteme haben nur eine niedrige Anpassungsfähigkeit. Einige technisch entwickelte Gemeinschaften werden sich wahrscheinlich leicht anpassen können, aber manche Gesellschaften von Ureinwohnern, in denen ein traditioneller Lebensstil geführt wird, haben geringe Fähigkeiten und Optionen sich anzupassen. [5.7]

	<ul style="list-style-type: none"> • Es wird erwartet, dass der Klimawandel die Polarregionen besonders stark und rasch treffen wird; es werden bedeutende Folgen physikalischer, ökologischer, soziologischer und ökonomischer Natur erwartet - besonders in der Arktis, der antarktischen Halbinsel und den südlichen Ozeanen (<i>hohe Sicherheit</i>⁶). [5.7] • Klimaveränderungen, die bereits stattgefunden haben, manifestieren sich im Rückgang von Ausbreitung und Dicke des arktischen Meereises, Auftauen von Permafrostregionen, Küstenerosion, Veränderungen der Eiskappen und des Schelfeises sowie in der veränderten Verbreitung und dem veränderten Vorkommen von Arten (<i>hohe Sicherheit</i>⁶). [5.7] • Einige polare Ökosysteme könnten sich möglicherweise durch Einwanderung neuer Arten und der Neuzusammensetzung der Artenvielfalt anpassen, vielleicht sogar durch eine erhöhte Produktivität; Systeme an den Eisgrenzen, die einigen Arten ein Habitat bieten, sind bedroht (<i>mittlere Sicherheit</i>⁶). [5.7] • In den Polarregionen finden sich wichtige Antriebe für den Klimawandel. Einmal ausgelöst könnten sie für Jahrhunderte weiterwirken - lange nachdem sich die Treibhausgaskonzentrationen der Atmosphäre stabilisiert haben - und irreversiblen Einfluss auf die Eisbedeckung, die weltweite Ozeanzirkulation und die Höhe des Meeresspiegels haben (<i>mittlere Sicherheit</i>⁶). [5.7]
<p>Kleine Inselstaaten</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Die Anpassungsfähigkeit der von Menschen geschaffenen Systeme ist hier generell niedrig, die Störanfälligkeit hoch. Kleine Inselstaaten sind höchstwahrscheinlich am stärksten durch den Klimawandel betroffen. [5.8] • Der vorhergesagte Anstieg des Meeresspiegels um 5 mm pro Jahr über die nächsten 100 Jahre würde folgendes verstärken: Küstenerosion, Land- und Besitzverlust, Dislokation von Menschen, Sturmfluten, reduzierte Flexibilität von Küstenökosystemen, Eindringen von Salzwasser in Süßwasserressourcen und die Kosten, sich diesen Veränderungen anzupassen (<i>hohe Sicherheit</i>⁶). [5.8.2 und 5.8.4] • Inseln mit sehr beschränkten Wasservorräten sind höchst störanfällig gegenüber Klimaveränderungen, die sich auf das Wassergleichgewicht auswirken (<i>hohe Sicherheit</i>⁶). [5.8.4] • Korallenriffe würden negative Folgen durch mehr Ausbleichung und einer verringerten Verkalkung aufgrund höherer Kohlendioxidkonzentrationen erfahren (<i>mittlere Sicherheit</i>⁶). Durch steigende Temperaturen und beschleunigten Anstieg des Meeresspiegels würden Mangrovenwälder, Seegraswiesen und andere Küstenökosysteme (sowie die damit verbundene Biodiversität) negativ beeinflusst (<i>mittlere Sicherheit</i>⁶). [4.4 und 5.8.3] • Die Abnahme küstennaher Ökosysteme würden negative Auswirkungen auf Riffische haben und dadurch die Riffische und diejenigen, die von der Fischerei leben (<i>mittlere Sicherheit</i>⁶), bedrohen. [4.4 und 5.8.4] • Wegen ohnehin begrenzter Anbauflächen und der hinzukommenden Bodenversalzung ist die Landwirtschaft – sowohl für den Nahrungsmittelbedarf als auch für Exporte – höchst störanfällig durch den Klimawandel (<i>hohe Sicherheit</i>⁶). [5.8.4] • Durch den Klimawandel und den steigenden Meeresspiegel würde der Tourismus – eine wichtige Einnahmequelle – schwere Einbrüche erleben (<i>hohe Sicherheit</i>⁶). [5.8.5]

5. Verbesserte Einschätzungen der Folgen, Störanfälligkeiten und Anpassungen

Seit den letzten IPCC-Einschätzungen sind Fortschritte bei der Ermittlung von Veränderungen in biologischen und physikalischen Systemen gemacht worden. Auch wurden Schritte eingeleitet, um die Anpassungsfähigkeit, die Störanfälligkeit durch Klimaextreme und andere kritische Auswirkungen in diesem Bereich besser zu verstehen. Diese Fortschritte zeigen, dass es notwendig ist, mit der Entwicklung von Anpassungsstrategien zu beginnen und Anpassungsfähigkeiten zu schaffen. Genauso notwendig ist die weitere Forschung, um zukünftige Einschätzungen zu verbessern und Unsicherheiten zu reduzieren. Nur so kann sichergestellt werden, dass es ausreichende Informationen gibt, auf deren Grundlage politische Entscheidungen auf mögliche Konsequenzen des Klimawandels getroffen werden können (inkl. Forschung in den / durch die Entwicklungsländer). [8]

Nachfolgend eine Liste jener Prioritäten, mit denen der Abstand zwischen dem aktuellen Wissen und dem Wissensbedarf für politische Entscheidungen verringert werden kann:

- Quantitative Beurteilungen bezüglich der Empfindlichkeit, der Anpassungsfähigkeit und der Störanfälligkeit natürlicher und von Menschen geschaffener Systeme gegenüber Klimaveränderungen. Besonderes Augenmerk ist auf Veränderungen bei den Grenzwerten klimatischer Schwankungen sowie auf die Häufigkeit und Schwere extremer Klimaereignisse zu richten.
- Beurteilung möglicher Schwellen, an denen stark gestörte Reaktionen auf vorhergesagte Klimaveränderungen und andere Stimuli ausgelöst werden.
- Verständnis dynamischer Reaktionen von Ökosystemen auf multiple Stressfaktoren, inkl. Klimawandel - auf globaler, regionaler und einer noch feineren Ebene.
- Entwicklung von Annäherungsstrategien an adaptive Reaktionen, Einschätzungen der Effizienz und Kosten hinsichtlich der Adaptionmöglichkeiten, Identifizierung unterschiedlicher Möglichkeiten und Hindernisse für Adaption in verschiedenen Regionen, Nationen und Populationen.
- Beurteilung (auf der Basis verschiedener Messmethoden und einer konstanten Überwachung von Unsicherheitsfaktoren) der potenziellen Folgen hinsichtlich des gesamten Spektrums vorhergesagter Klimaveränderungen, besonders für non-market-Waren und Dienstleistungen. Teil der Analyse müssen – aber nicht ausschließlich – sein: die Zahl der betroffenen Menschen, die betroffene Landfläche, die Zahl der bedrohten Arten, der monetärer Wert der Folgen, die Implikationen verschiedener Stabilisierungsstufen und andere politische Szenarien.
- Verbesserte Instrumente zur integrierten Einschätzung (inkl. Risikomanagement): um Wechselwirkungen zwischen den Komponenten natürlicher und von Menschen geschaffener Systeme sowie die Auswirkungen verschiedener politischer Entscheidungen bestimmen zu können.
- Beurteilung der Möglichkeiten, wissenschaftliche Informationen über Folgen, Störanfälligkeit und Anpassung in die Entscheidungsprozesse, ins Risikomanagement und in die Initiativen zur nachhaltigen Entwicklung einzubringen.
- Verbesserung der Systeme und Methoden zur Langzeitbeobachtung und des Verständnisses hinsichtlich der Konsequenzen des Klimawandels und anderer Stressfaktoren auf von Menschen geschaffene und natürliche Systeme.

Übergreifend ist die Notwendigkeit, die internationale Kooperation und Koordination bei regionalen Auswirkungen, Störanfälligkeitseinschätzungen und Anpassung zu verbessern. Dazu zählt der Aufbau von Beobachtungskapazitäten, Bewertung und Datensammlung sowie Training speziell in und für Entwicklungsländer (besonders bezogen auf die oben genannten Aspekte).