

Zusammenfassung für politische Entscheidungsträger

Klimawandel 2001: Abschwächungen

Anerkannt durch die IPCC Arbeitsgruppe III in Accra, Ghana, 28. Februar bis 03. März 2001

Übersetzung des Reports

Climate Change 2001: Mitigation 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

Basierend auf einem Entwurf von

Ogunlade Davidson (Sierra Leone), Bert Metz (Niederlande), Rob Sward (Niederlande), Renate Christ (Österreich), Michael Grubb (UK), Tom Heller (USA), Tariq Banuri (Pakistan), Terry Barker (UK), Igor Bashmakov (Russische Föderation), Daniel Bouille (Argentinien), Kornelis Blok (Niederlande), Jae Edmonds (USA), Ken Gregory (UK), Kirsten Halsnaes (Dänemark), Jean-Charles Hourcade (Frankreich), Catrinus Jepma (Niederlande), Pekka Kauppi (Finnland), Anil Markandya (UK), Bill Moomaw (USA), Jose Roberto Moreira (Brasilien), Tsuneyuki Morita (Japan), Neboisa Nakicenovic (Österreich), Lynn Price (USA), Richard Richels (USA), John Robinson (Kanada), Hans Holger Rogner (Österreich), Jayant Sathaye (USA), Roger Sedjo (USA), Leena Srivastava (Indien), Priyaradshi Shukla (Indien), Ferenc Toth (Deutschland), John Weyant (USA)

Einführung

1. *Dieser Bericht schätzt die wissenschaftlichen, technischen, ökologischen, ökonomischen und sozialen Aspekte zur Abschwächung des Klimawandels ein.* Die Erforschung möglicher Abschwächungen¹ des Klimawandels wurde seit der Veröffentlichung des IPCC *Second Assessment Report (SAR)* weitergeführt – politische Veränderungen (wie die 1997 erfolgte Zustimmung der UNFCCC zum Kyoto-Protokoll) einschließend. Der Bericht stützt sich außerdem auf eine Reihe von IPCC Sonderberichten, insbesondere den *Sonderbericht über Luftfahrt und globale Atmosphäre (Special Report on Aviation and the Global Atmosphere)*, den *Sonderbericht über methodische und technologische Punkte des Technologietransfers (SRTT: Special Report on Methodological and Technological Issues in Technology Transfer)*, den *Sonderbericht über Emissionsszenarien (SRES)* und den *Sonderbericht über Bodennutzung, veränderte Bodennutzung und Forstwirtschaft (LULUCF: Special Report on Land Use, Land Use Change and Forestry)*.

Das Wesen der Abschwächungsherausforderung

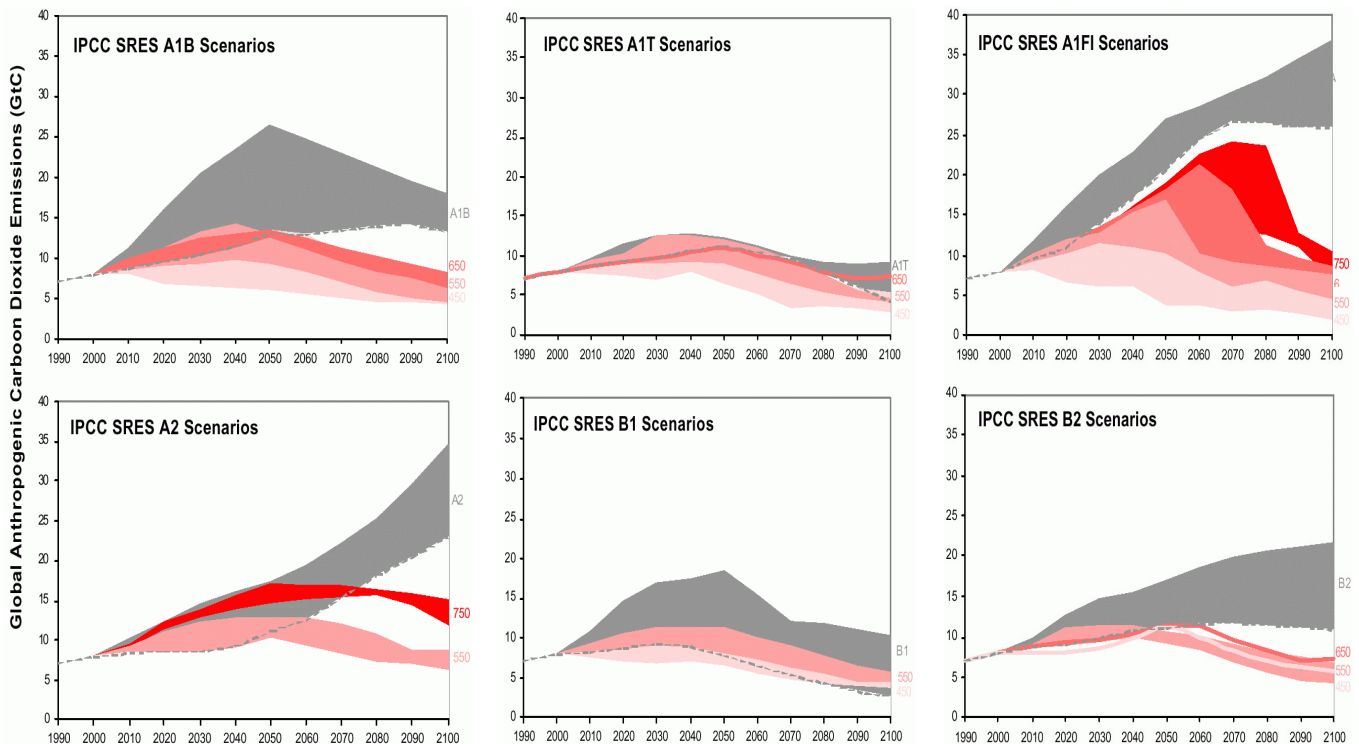
2. *Der Klimawandel² ist ein Problem mit einzigartigen Merkmalen.* Er findet global und langfristig statt (bis zu mehrere Jahrhunderte) und umfasst komplexe Interaktionen zwischen klimatischen, ökologischen, ökonomischen, institutionellen, sozialen und technologischen Prozessen. Dies könnte erhebliche internationale und generationenübergreifende Auswirkungen im Zusammenhang mit umfassenderen sozialen Zielen (wie Gleichwertigkeit und nachhaltige Entwicklung) haben. Die Entwicklung einer Antwort auf den Klimawandel wird charakterisiert durch Entscheidungen, die ihrerseits geprägt sind von Unsicherheiten und Risiken – einschließlich der Möglichkeit nicht linear verlaufender und / oder irreversibler Änderungen (Abschnitte 1.2.4, 1.3, 10.1.2, 10.1.4, 10.4.2)³.

¹ *Abschwächungen* werden hier als menschliche Eingriffe zur Reduzierung des Treibhausgasausstoßes oder zur Erweiterung der Senken verstanden.

² Das Wort *Klimawandel* bezeichnet im Sprachgebrauch des IPCC jede Veränderung des Klimas über einen Zeitraum. Es wird nicht unterschieden zwischen natürlichen Schwankungen und Änderungen aufgrund menschlicher Aktivitäten. Dieser Gebrauch unterscheidet sich von dem der *Framework Convention on Climate Change*. Dort bezeichnet *Klimawandel* Veränderungen des Klimas, die sich direkt oder indirekt auf menschliches Handeln zurückführen lassen, das die Zusammensetzung der globalen Atmosphäre verändert. Diese Veränderungen sind zusätzlich zu den natürlichen Klimaschwankungen über einen Vergleichszeitraum zu sehen.

³ Abschnittsnummern beziehen sich auf den Hauptteil des Berichts.

3. *Alternative Entwicklungswege*⁴ können zu sehr unterschiedlichen Treibhausgasemissionen führen. Der *SRES* und die in diesem Bericht bewerteten Abschwächungsszenarien lassen den Schluss zu, dass die Art, das Ausmaß, zeitliche Abläufe und Kosten der Abschwächung von verschiedenen nationalen Gegebenheiten, sozio-ökonomischen und technologischen Entwicklungswegen sowie dem gewünschten Stabilisierungsgrad der Treibhausgase in der Atmosphäre abhängig sind (s. Grafik SPM-1 als ein Beispiel der CO₂-Gesamtemissionen). Entwicklungswege, die zu niedrigen Emissionen führen, hängen von einer großen Palette politischer Erwägungen ab und erfordern ebenfalls massive Veränderungen der Politik in anderen Bereichen, die nicht direkt den Klimawandel betreffen (Abschnitte 2.2.3, 2.3.2., 2.4.4, 2.5.2, 2.5.2).



Grafik SPM-1: Vergleich von Referenz- und Stabilisierungsszenarien

Die Grafik ist unterteilt in sechs Fenster, eines pro Bezugsszenariengruppe wie aufgelistet im *Special Report on Emissions Scenarios (SRES)*. Jedes Fenster der Grafik zeigt die Bandbreite der gesamten globalen CO₂-Emissionen (in Gigatonnen Kohlenstoff [GtC] aus allen anthropogenen Quellen der *SRES*-Szenariengruppe [grau schattiert] und der Bandbreite für die verschiedenen Abschwächungsszenarien, die im *TAR* bewertet werden und zur Stabilisierung der CO₂-Konzentrationen auf unterschiedlichem Niveau [farbig schattiert]. Die Szenarien für die A1-Familie, in drei Gruppen unterteilt: die ausgeglichene A1B-Gruppe [Grafik SPM-1a], die überwiegend nicht von fossilen Brennstoffen abhängige A1T [Grafik SPM-1b] und die intensiv fossile Brennstoffe nutzende Gruppe A1FI [Grafik SPM-1c] mit der Stabilisierung von CO₂-Konzentrationen bei 450, 550, 650 und 750 ppmv. Die A2-Gruppe zeigt eine Stabilisierung bei 450, 550, 650 und 750 ppmv in Grafik SPM-1d; die B1-Gruppe die Stabilisierung bei 450 und 550 ppmv in Grafik SPM-1e und die B2-Gruppe zeigt eine Stabilisierung bei 450, 550 und 650 ppmv in Grafik SPM-1f. Es gibt bisher keine Literatur zur Bewertung von 1000 ppmv Szenarien. Die Grafiken zeigen: je niedriger das Stabilisierungsniveau und je höher die Ausgangsemissionen, desto größer ist die Kluft. Die Unterschiede zwischen Emissionen in verschiedenen Szenariengruppen kann innerhalb einer Szenariengruppe genauso groß sein wie die Kluft zwischen Referenz- und Stabilisierungsszenarien. Die gepunkteten Linien zeigen die Grenzen der Bandbreite an ihren Überschneidungspunkten (s. Grafik *SRES*).

⁴ In diesem Bericht beziehen sich "alternative Entwicklungswege" auf eine Anzahl möglicher Szenarien für soziale Werte, Konsum- und Herstellungsstrukturen in allen Ländern, einschließlich zusätzlicher Klimainitiativen (eine Weiterführung heutiger Trends eingeschlossen – aber nicht auf diese begrenzt). Diese Wege umfassen keine zusätzlichen Klimainitiativen. Dies bedeutet, dass keine Szenarien berücksichtigt sind, die ausdrücklich von der Umsetzung der *United Nations Framework Convention on Climate Change (UNFCCC)* oder den Emissionszielen des Kyoto-Protokolls ausgehen. Allerdings berücksichtigen sie Annahmen bezüglich anderer politischer Strategien, die die Treibhausgasemissionen indirekt beeinflussen.

4. *Die Abschwächungen des Klimawandels werden berührt von – und haben Auswirkungen auf – eine/r umfassendere/n Wirtschaftspolitik und auf Trends, die sich auf Entwicklung, Nachhaltigkeit und Gleichwertigkeit beziehen.* Politische Strategien zur Abschwächung der Klimaveränderungen könnten die nachhaltige Entwicklung fördern – sofern sie sich in Übereinstimmung mit umfassenderen sozialen Zielvorstellungen befinden. Einige Abschwächungsaktionen könnten umfangreiche Vorteile für Bereiche bringen, die nicht direkt den Klimawandel betreffen: Sie könnten z.B. Gesundheitsprobleme verringern, Arbeitsplätze schaffen, negative Umweltauswirkungen (wie Luftverschmutzung) reduzieren, den Schutz von Wäldern, Böden und Wassereinzugsgebieten bewirken und vergrößern, jene Subventionen und Steuern abbauen, die den Treibhausgasausstoß fördern sowie technologische Veränderungen und ihre Verbreitung auf den Weg bringen. Auf diese Weise tragen sie zum größeren Ziel einer nachhaltigen Entwicklung bei. Ähnlich könnten Entwicklungswege, die nachhaltigen Entwicklungszielen entsprechen, geringere Treibhausgasemissionen zur Folge haben (Abschnitte 1.3, 1.4, 2.2.3, 2.4.4, 2.4.5, 2.5, 7.2.2.).

5. *Unterschiede in der Verteilung technologischer, natürlicher und finanzieller Ressourcen zwischen und innerhalb von Nationen, Regionen und Generationen sowie Unterschiede in den Abschwächungskosten stellen oftmals Schlüsselüberlegungen bei der Analyse der Abschwächungsoptionen hinsichtlich des Klimawandels dar.* In der Debatte über die zukünftige Differenzierung der Länderbeiträge für die Abschwächung – und den damit verbundenen Fragen der Gleichwertigkeit – dreht sich vieles um die Begleitumstände⁵. Die Herausforderung, Antworten auf den Klimawandel zu finden, wirft eine wichtige Frage zur Gleichwertigkeit auf: Wie steht es um das Ausmaß, in dem die Auswirkungen des Klimawandels oder die Abschwächungsstrategien sowohl innerhalb als auch über Nationen und Regionen hinweg Ungleichheiten erst hervorbringen oder verschärfen? Die Szenarien zur Stabilisierung der Treibhausgase, die in diesem Bericht bewertet werden (ausgenommen jene, in denen die Stabilisierung ohne neue Klimapolitik, wie z.B. in B1, zustande kommt) gehen davon aus, dass Industrie- und Schwellenländer ihre Treibhausgase als erste begrenzen und reduzieren werden.⁶

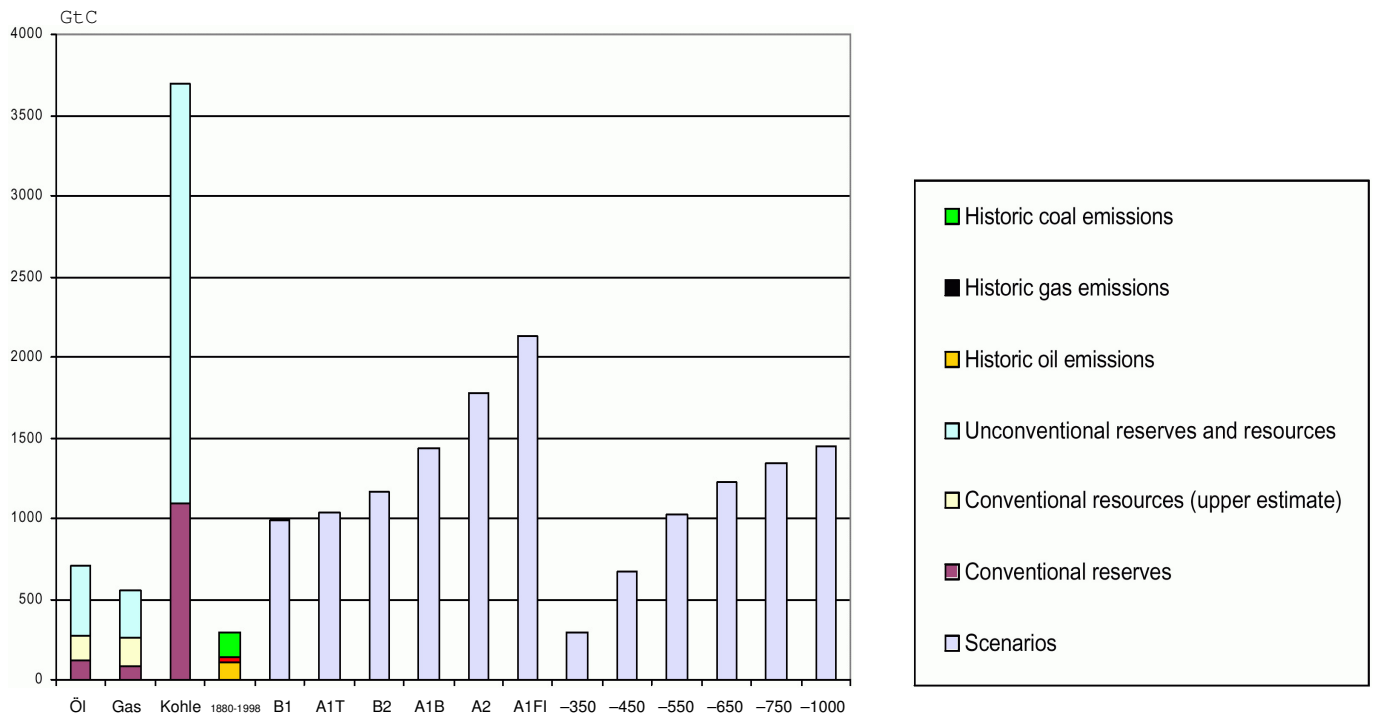
6. *Szenarien über niedrigere Emissionen benötigen verschiedene Arten der Energieressourcenentwicklung.* Grafik SPM-2 vergleicht die kumulativen Kohlenstoffemissionen zwischen 1990 und 2100 in verschiedenen SRES-Szenarien. Dabei geht es um Kohlenstoff, der in globalen (fossilen) Brennstoffreserven und -ressourcen gebunden ist⁷. Diese Grafik zeigt, dass es ausreichend fossile Brennstoffressourcen gibt, so dass es während des 21. Jahrhunderts nicht zu einer Begrenzung der Kohlenstoffemissionen kommen wird. Ganz im Gegensatz zu diesen relativ großen Kohle- sowie unkonventionellen Öl- und Gasvorkommen, ist der Kohlenstoffgehalt in bestätigten konventionellen Öl- und Gasreserven, bzw. in konventionellen Ölressourcen viel geringer als die kumulativen Kohlenstoffemissionen, die mit einer Stabilisierung des CO₂ auf dem Niveau von 450 ppmv

⁵ Annäherungen an die Gleichwertigkeit wurden in eine ganzen Reihe von Kategorien aufgeteilt. Hierzu gehören jene, die sich auf Zuweisungen, Ergebnisse, Prozesse, Rechte, Haftungen, Armut beziehen. Sie reflektieren die unterschiedlichen Erwartungen hinsichtlich der Fairness, die zur Anwendung kommen wenn politische Prozesse und die dazugehörigen Ergebnisse bewertet werden. (Abschnitte 1.3, 10.2)

⁶ Die Emissionen aller Regionen weichen an einem gewissen Punkt von ihrer Ausgangssituation ab. Globale Emissionen weichen eher ab und in einem größeren Ausmaß, da das Stabilisierungsniveau niedriger oder die zugrunde liegenden Szenarien höher angesetzt sind. Solche Szenarien sind unsicher und liefern keine Informationen (a) über die Auswirkungen auf die Gleichwertigkeit und (b) wie solche Veränderungen erreicht werden können oder wer die gegebenenfalls anfallenden Kosten trägt.

⁷ *Reserven* sind jene Vorkommen, die bestätigt sind und unter Verwendung von derzeitigen Technologien und Kosten als ökonomisch und technisch verwertbar eingestuft werden. *Ressourcen* sind Vorkommen mit weniger leicht bestimmbar geologischen und / oder ökonomischen Merkmalen. Angesichts der möglichen technischen und ökonomischen Entwicklungen werden sie allerdings als potenziell förderungswürdig betrachtet. Der Begriff *Ressourcengrundlagen* umfasst beide Kategorien. Zusätzlich existieren weitere Mengen, deren genaues Vorkommen nicht sicher und / oder deren Bedeutung für die vorhersehbare Zukunft unbekannt oder ökonomisch nicht einschätzbar ist. Diese werden als "zusätzliche Vorkommen" bezeichnet (SAR, Arbeitsgruppe II). Beispiele unkonventioneller fossiler Brennstoffquellen umfassen Teersande, Schieferöl, andere Schweröle, Methan in Kohlenflözen, Gas unter Lagerstättendruck / in Grundwasserträgern und dergleichen mehr.

oder höher einhergehen (der Bezug auf ein bestimmtes Konzentrationsniveau soll nicht die Abstimmung über eine gewünschte Stabilisierung auf diesem Niveau andeuten). Diese Ressourcendaten könnten einen Wechsel der Energiezusammensetzung implizieren sowie die Einführung neuer Energiequellen während des 21. Jahrhunderts. Die Wahl der Energiezusammensetzung und die damit verbundenen Investitionen werden festlegen ob – und wenn ja, auf welchem Niveau und mit welchen Kosten – die Treibhausgaskonzentrationen stabilisiert werden können. Zur Zeit sind die meisten Investitionen darauf ausgerichtet, weitere konventionelle und unkonventionelle fossile Ressourcen zu erschließen und zugänglich zu machen (Abschnitte 2.5.1, 2.5.2, 3.8.2, 8.3).



Grafik SPM-2: Kohlenstoffe in Öl-, Gas- und Kohlreserven sowie -ressourcen werden verglichen mit historischen fossilen Brennstoffemissionen der Jahre 1860 bis 1998 und mit den kumulativen Kohlenstoffemissionen einer Reihe von SRES-Szenarien und TAR-Stabilisierungsszenarien bis 2100

Daten über Reserven und Ressourcen werden in den Spalten linker Hand aufgelistet (Abschnitt 3.8.1). Unkonventionelle Öl- und Gasvorräte beinhalten Teersande, Schieferöl, andere Schweröle, Methan aus Kohlenflözen, Gas unter Lagerstättendruck und in grundwasserführenden Schichten etc. Gashydrate (clathrates) die bis zu 12.000 GtC ausmachen sind nicht aufgeführt. Die Spalten der Szenarien zeigen sowohl SRES-Referenzszenarien als auch Szenarien, die zur Stabilisierung von CO₂-Konzentrationen auf unterschiedlichem Niveau führen. Zur Beachtung: Falls die kumulativen Emissionen (die mit SRES-Szenarien in Bezug stehen) für 2100 entweder gleich oder kleiner sind als jene für Stabilisierungsszenarien bedeutet dies nicht zwingend, dass diese Szenarien entsprechende Stabilisierungen wiedergeben.

Möglichkeiten zur Begrenzung oder zur Reduktion von Treibhausgasemissionen sowie zur Vergrößerung von Senken

7. *Bezüglich der Treibhausgasemissionen gab es seit dem SAR von 1995 bedeutende technische Weiterentwicklungen, die schneller vorangeschritten sind als erwartet.* Diese Fortschritte finden in einer großen Bandbreite von Technologien statt, die sich auf unterschiedlichen Entwicklungsstadien befinden. Dazu gehören z.B. die Markteinführung von Windturbinen, die schnelle Entfernung von industriellen Gasen, die als Nebenprodukte anfallen (wie N₂O bei der Herstellung von Adipinsäure oder Perfluorkohlenwasserstoffen aus der Aluminiumgewinnung), Autos mit effizienten Hybridmotoren, Verbesserungen in der Brennstoffzellentechnologie sowie die Möglichkeit der Untergrundspeicherung von CO₂. Die technologischen Optionen zur Emissionsreduzierung umfassen den verbesserten Wirkungsgrad von Geräten für den Endverbrauch, Technologien zur Energieumwandlung, der Wechsel

zu Brennstoffen mit niedrigem Kohlenstoffgehalt bzw. zu Brennstoffen aus erneuerbarer Biomasse, Null-Emissionstechnologien, verbessertes Energiemanagement, die Verminderung von industriellen Gasen, (die als Nebenprodukt oder als Verfahrensgase anfallen) sowie Kohlenstoffentfernung und -einlagerung (Abschnitt 3.5.).

Tabelle SPM-1 fasst die Ergebnisse von Studien vieler Teilbereiche zusammen. Größtenteils geschieht dies auf der Projekt-, National- und Regionalebene, aber auch die globale Ebene wird berücksichtigt. Diese Ebenen lieferten Schätzungen über die potenziellen Reduzierungen der Treibhausgasemissionen im Zeitrahmen 2010 bis 2020. Einige Schlüsselergebnisse sind im folgenden aufgeführt:

- Hunderte von Technologien im Bereich des effizienteren Endverbrauchs in Gebäuden, im Transportwesen und in der Herstellungsindustrie machen mehr als die Hälfte dieses Potenzials aus (Abschnitte 3.3, 3.4, 3.5).
- Zumindest bis 2020 wird die Energieversorgung und -umwandlung weiterhin von den relativ billigen – und noch reichlich vorhandenen – fossilen Brennstoffen beherrscht werden. Zusammen mit Verbesserungen in der Umwandlungseffizienz und einer stärkeren Verwendung von kombinierten Kreislauf- und / oder Kraft-Wärme-Kopplungskraftwerken wird, wo immer die Versorgung ökonomisch machbar ist, natürlich vorkommendes Gas eine wichtige Rolle spielen (Abschnitt 3.8.4)
- Energieversorgungssysteme mit niedrigen Kohlenstoffemissionen können einen wichtigen Beitrag leisten: Biomasse, die aus der Forstwirtschaft und landwirtschaftlichen Nebenprodukten stammt; Energiegewinnung aus städtischen und industriellen Abfällen; speziell für diesen Zweck angelegte Biomassepflanzungen (wo geeignete Böden und Wasser zur Verfügung stehen); Nutzung von Deponiemethan, Windenergie und Wasserkraft; Nutzung und die Verlängerung der Laufzeiten von Kernkraftwerken. Nach 2010 ließen sich – durch Kohlenstoffentfernung und -lagerung mittels Vor- oder Nachverbrennung – Emissionen aus Kraftwerken, die mit fossilen und / oder aus Biomasse gewonnenen Brennstoffen betrieben werden, erheblich senken. Bedenken bezüglich der Umwelt, Sicherheit, Haftung und Weitergabe könnten die Nutzung einiger dieser Technologien behindern (Abschnitt 3.8.4).
- In der Landwirtschaft lassen sich die Emissionen von Methan und N₂O reduzieren. Die größten Quellen hierfür sind Reisfelder, Darmgase bei Wiederkäuern, Stickstoffdünger und tierische Abfallstoffe.
- Je nach ihrer Anwendung können die Emissionen von fluorierten Gasen durch andere Verarbeitungsprozesse, Verbesserungen bei der Rückgewinnung, Recycling und geschlossene Systeme minimiert oder durch die Verwendung von alternativen chemischen Verbindungen und Technologien ganz vermieden werden (Abschnitt 3.5 und Kapitel 3 Anhang).

Die in Tabelle SPM-1 für einzelne Sektoren aufgeführten potenziellen Emissionsreduzierungen wurden gesammelt, um Schätzungen über weltweite potenzielle Emissionsreduzierungen zu ermöglichen. Die Tabelle bezieht zu einem bestimmten Grad potenzielle Überlappungen zwischen und innerhalb von Sektoren und Technologien ein (bezogen auf die zur Verfügung stehenden Informationen der zugrunde liegenden Studien). Die Hälfte dieser potenziellen Emissionsreduzierungen kann bis 2020 mit direkten Vorteilen erreicht werden (Energieeinsparungen), die die direkten Kosten (Nettokapital, Betriebs- und Wartungskosten) übersteigen. Die andere Hälfte würde Nettokosten in Höhe bis zu US\$ 100 á tC_{eq} verursachen (Preisgrundlage von 1998). Diesen Kostenschätzungen liegen Diskontsätze zwischen 5 bis 12% zugrunde, die übereinstimmen mit den Diskontsätzen im öffentlichen Bereich. Private, interne

Rückzahlungsraten schwanken beträchtlich und sind oftmals erheblich höher. Dies hat Auswirkungen auf das Ausmaß, in dem diese Technologien von Privatunternehmen angenommen werden.

Abhängig vom Emissionsszenario könnte dies eine globale Emissionsreduzierung unter die Werte von 2000 (im Zeitraum 2010 bis 2020) mit diesen Nettokosten erlauben. Diese Reduktionsrealisierung schließt zusätzliche Durchführungskosten ein, die in einigen Fällen substantiell sein können. Daher besteht möglicherweise die Notwendigkeit für unterstützende politische Maßnahmen (wie jene, die in Paragraph 18 beschrieben wurden), vermehrte Forschung und Entwicklung, effektiven Technologietransfer und die Überwindung anderer Hindernisse (Paragraph 17). Diese Punkte, zusammen mit Kosten und Vorteilen, die in dieser Beurteilung nicht berücksichtigt werden, werden in den Paragraphen 11, 12 und 13 besprochen.

Die verschiedenen globalen und regionalen Bereichs- und Projektstudien, die in diesem Bericht ausgewertet werden, sind von unterschiedlichem Umfang und gehen von unterschiedlichen Voraussetzungen aus. Die Bandbreite der Emissionsreduzierungen wie in Tabelle SPM-1 dargestellt, spiegelt die Unsicherheiten der zugrunde liegenden Studien wieder (Abschnitte 3.3 bis 3.8).

Tabelle SPM-1: Schätzungen potentieller Treibhausgasemissionsreduzierungen 2010 und 2020 (Kapitel 3.3 bis 3.8 und Kapitel 3 Anhang)

Sektor	Historische Emissionen 1990 (MtC _{eq} /a)	Historische C _{eq} Wachstumsrate (Jahr) 1990 bis 1995 (%)	Potentielle Emissionsreduzierungen 2010 (MtC _{eq} /a)	Potentielle Emissionsreduzierungen 2020 (MtC _{eq} /a)	Direkte Nettokosten pro Tonne vermiedenen C (in US\$)
Gebäude ^a / nur CO ₂	1650	1.0	700 bis 750	1000 bis 1100	Die meisten Reduktionen sind möglich mit negativen direkten Nettokosten
Transport / nur CO ₂	1080	2.4	100 bis 300	300 bis 700	Die meisten Studien ergeben direkte Nettokosten von weniger als 25\$ á tC; zwei Studien deuten an, dass die Kosten 50\$ á tC übersteigen
Industrie / nur CO ₂ Energieeffizienz	2300	0.4	300 bis 500	700 bis 900	Mehr als die Hälfte mit negativen direkten Nettokosten
Materialeffizienz			etwa 200	etwa 600	Kosten unsicher
Industrie Nicht-CO ₂ -Gase	170	-	etwa 100	etwa 100	Kosten der N ₂ O Emissionsreduzierung sind 0\$ bis 10\$ á tC _{eq}
Landwirtschaft ^b / nur CO ₂ Nicht-CO ₂ -Gase	210 1250 bis 2800	n.a.	150 bis 300	350 bis 750	Die meisten Reduktionen werden zwischen 0\$ bis 100\$ á tC kosten – mit limitierten negativen direkten Kostenmöglichkeiten
Abfall ^b / nur CH ₄	240	1.0	etwa 200	etwa 200	Etwa 75% der Einsparungen als Methangewinnung von Deponien zu direkten negativen Nettokosten; für 25% fallen Kosten von 20\$ á tC _{eq} an
Montreal Protokoll Ersatzstoffanwendungen Nicht-CO ₂ -Gase	0	n.a.	etwa 100	n.a.	Etwa die Hälfte der Reduktionen ergeben sich infolge der Unterschiede in Studiengrundlinien und SRES Grundwerten. Die verbleibende Hälfte der Reduktionen möglich mit direkten Nettokosten unter 200\$ á tC _{eq}
Energieversorgung und Umwandlung ^c / nur CO ₂	(1620)	1,5	50 bis 150	350 bis 700	Limitierte negative direkte Nettokostenmöglichkeiten bestehen; Viele Möglichkeiten sind für weniger als 100\$ á tC _{eq} vorhanden.
Gesamt	6,900 bis 8,400 ^d	-	1,900 bis 2,600 ^e	3,600 bis 5,050 ^e	

- a *Gebäude* schließen Vorrichtungen, Gebäude und Gebäudeverkleidungen ein.
- b Der Angabenbereich für *Landwirtschaft* ist in erster Linie durch die großen Unsicherheiten betreffend die CH₄, N₂O und bodenbezogenen Freisetzungen von CO₂ verursacht. *Abfall* ist dominiert von Methan aus Mülldeponien. Die anderen Sektoren konnten mit größerer Präzision geschätzt werden, da sie dominiert sind von fossilen CO₂.
- c Eingeschlossen in obigen Sektorwerten. Reduktionen schließen nur Möglichkeiten der Elektrizitätserzeugung ein (Brennstoffwechsel zu Gas / Kernenergie, CO₂-Auffang und -Lagerung, verbesserte Kraftwerkseffizienz, erneuerbare Energien).
- d Die Gesamtsumme schließt alle Sektoren aus Kapitel 3 für alle sechs Gase ein. Sie schließt nicht auf Energie bezogene CO₂-Quellen aus (Zementproduktion, 160 MtC; Gasabbrennung, 60 MtC; Wechsel der Landnutzung, 600 bis 1400 MtC). Ebenso schließt sie Energienutzung für die Umwandlung von Brennstoffen (630 MtC) aus. Wenn Petroleumraffination und Gase aus Koksöfen addiert würden, würden die globalen CO₂-Emissionen von 7100 MtC (Stand 1990) um 12% steigen. Emissionen der Wälder und ihre Abschwächungsmöglichkeiten als Kohlenstoffsenken sind nicht eingeschlossen.
- e Die Ausgangssituation der *SRES*-Szenarien (für die sechs im Kyoto-Protokoll berücksichtigten Gase) projizieren für 2010 eine Emissionsbandbreite von 11.500 bis 14.000 MtC_{eq} und für 2020 von 12.000 bis 16.000 MtC_{eq}. Die Schätzungen der Emissionsreduzierungen sind höchst kompatibel mit den Ausgangsemissionstrends der *SRES*-B2-Szenarien. Die potenziellen Reduzierungen berücksichtigen den regelmäßigen Umsatz des Grundkapitals. Sie sind nicht auf kosteneffektive Optionen beschränkt, schließen allerdings Möglichkeiten aus, deren Kosten über 100\$ á tC_{eq} liegen (ausgenommen sind die Gase des Montreal Protokolls) und Optionen, die nicht aufgrund allgemein akzeptierter politischer Maßnahmen übernommen werden.

8. Wälder, landwirtschaftlich genutzte Böden und andere Landökosysteme bieten bedeutendes Potential für Kohlenstoffminderungen. Obwohl diese nicht notwendigerweise permanent sind, könnte die Konservierung und Sequestration von Kohlenstoff genügend Zeit bieten, um andere Möglichkeiten weiter zu entwickeln und umzusetzen. Die biologische Minderung kann durch folgende drei Strategien erfolgen: a) die Erhaltung existierender Kohlenstoffpools, b) Bindung durch Vergrößerung der Kohlenstoffpools und c) Ersatz durch nachhaltig produzierte biologische Produkte, z.B. Holz in energieintensiven Konstruktionsprodukten und Biomasse für fossile Brennstoffe (Abschnitt 3.6.4.3). Die Erhaltung bedrohter Kohlenstoffpools könnte dazu beitragen, Emissionen zu vermeiden, (sofern Lecks verhindert werden können) und sie kann nur nachhaltig werden, wenn die treibenden sozio-ökonomischen Kräfte hinter der Abholzung und dem Verlust anderer Kohlenstoffpools angesprochen werden. Sequestration spiegelt die biologische Dynamik des Wachstums wieder, das oftmals langsam beginnt, ein Maximum durchläuft und dann über Jahrzehnte oder Jahrhunderte zurückgeht.

Konservierung und Sequestration haben höhere Kohlenstofflager zur Folge, die allerdings in der Zukunft zu höheren Kohlenstoffemissionen führen können, wenn diese Ökosysteme entweder durch natürliche und / oder direkt / indirekt vom Menschen verursachte Eingriffe erheblich gestört werden. Obwohl auf natürliche Störungen in der Regel Resequstration folgt, könnten Maßnahmen, um solche Störungen im Griff zu behalten, eine wichtige Rolle in der Beschränkung von Kohlenstoffemissionen haben. Ausgleichsgelder könnten prinzipiell endlos weiterfließen. Ein angemessenes Landmanagement für den Getreide- und Holzanbau wie die Produktion nachhaltiger Bioenergieproduktion könnte für die Abschwächung des Klimawandels von Nutzen sein. Beachtet man den Konkurrenzkampf um Landnutzung und die Bewertungen von *SAR* und *LULUCF*, so ergeben sich für das geschätzte globale Potenzial biologischer Abschwächungsoptionen bis 2050 Werte von 100 GtC (akkumulativ), obwohl es erhebliche Unsicherheiten im Zusammenhang mit diesen Schätzungen gibt. Dieses entspricht in etwa 10 bis 20% der potenziellen Emissionen durch fossile Brennstoffe im gleichen Zeitraum. Die Verwirklichung dieses Potenzials ist abhängig vom vorhandenen Land und Wasser sowie von dem Grad, in dem unterschiedliche Landstrukturierungsmethoden angenommen werden. Das größte biologische Potenzial zur Minderung atmosphärischen Kohlenstoffs bieten die subtropischen und tropischen Regionen. Die Kostenschätzungen, die bezüglich biologischer Minderung aufgestellt wurden, weichen erheblich voneinander ab und reichen von US\$ 0.1 á tC bis US\$ 20 á tC in tropischen Gebieten und von US\$ 20 á tC bis US\$ 100 á tC in nichttropischen Ländern. Die Methoden zur finanziellen Analyse und zur Aufrechnung von Kohlenstoff sind nicht vergleichbar. Hinzu kommt, dass die Kostenkalkulationen sich, inter alia, in vielen Fällen nicht auf Kosten für Infrastruktur, angemessene Zinssätze, Überwachung, Datensammlung, Umsetzungskosten, regelmäßige Kosten für Land und Wartung oder andere

wiederkehrende Kosten erstrecken, die oftmals ausgeschlossen oder übersehen werden. Die niedrigen Werte in diesen Berechnungen sind eher nach unten ausgerichtet, aber das Verständnis und der Umgang mit diesen Kosten verbessert sich im Laufe der Zeit. Diese biologischen Minderungsoptionen könnten außer der Reduzierung von atmosphärischem CO₂ zusätzliche soziale, ökonomische und ökologische Vorteile bringen – wenn sie entsprechend umgesetzt werden (z.B. bezüglich des Schutzes biologischer Vielfalt, des Schutzes der Wassereinzugsgebiete, des Ausbaus einer nachhaltigen Landnutzung und der ländlichen Entwicklung). Werden diese jedoch nicht angemessen umgesetzt, könnten sie das Risiko negativer Auswirkungen bergen (z.B. den Verlust der biologischen Vielfalt, die Zerstörung der Gemeinschaft und Grundwasserverunreinigung). Biologische Minderungsoptionen können die Emissionen von anderen Treibhausgasen als CO₂ entweder reduzieren oder erhöhen (Abschnitte 4.3, 4.4).

9. *Es gibt nicht nur einen Weg in eine Zukunft mit niedrigen Emissionen. Länder und Regionen müssen ihren eigenen Weg wählen. Die meisten Resultate aus den Modellen lassen den Schluss zu, dass mit den bekannten technologischen Möglichkeiten⁸ über die nächsten hundert Jahre (oder länger) eine große Bandbreite an Stabilisierungsgraden für CO₂ erreicht werden könnte, wie 550 ppmv, 450 ppmv oder niedrigere Werte. Die Umsetzung erfordert allerdings aufeinander abgestimmte sozio-ökonomische und institutionelle Veränderungen.* Um eine Stabilisierung auf diesem Niveau zu bewerkstelligen, so ergeben die Szenarien, ist eine erhebliche Reduzierung der weltweiten Kohlenstoffemissionen per Einheit Bruttoinlandsprodukt gegenüber dem Niveau von 1990 notwendig. Technologische Verbesserungen und Technologietransfer spielen eine kritische Rolle in den Stabilisierungsszenarien, die in diesem Bericht ausgewertet werden. Im entscheidenden Energiesektor werden fast alle Abschwächungen der Treibhausgase und die Szenarien über die Stabilisierung bestimmter Konzentrationsgrade gekennzeichnet durch die Einführung von effizienten Technologien, sowohl in der Energienutzung wie auch in der Energieversorgung, und durch Energien mit geringem oder gar keinem Kohlenstoffanteil. Allerdings wird keine der Technologieoptionen allein in der Lage sein, alle notwendigen Emissionsreduzierungen zu bewältigen. Reduzierungsmöglichkeiten in anderen als dem Energiebereich und bei anderen Treibhausgasen als CO₂ werden ebenfalls bedeutende Potenziale zur weiteren Emissionsreduzierung liefern. Technologietransfer zwischen Ländern und Regionen wird die Bandbreite der Optionen auf der regionalen Ebene vergrößern. Ausgewogene, lernfähige Wirtschaftsformen werden die Kosten ihrer Übernahme verringern (Abschnitte 2.3.2, 2.4.5, 2.5.1, 2.5.2).

10. *Soziale Lernfähigkeit und eine Neugestaltung sowie Veränderungen in institutionellen Strukturen können zu den Abschwächungen des Klimawandels beitragen.* Veränderungen im gesellschaftlichen Miteinander und individuellem Verhalten könnten erhebliche Auswirkungen auf die Emissionen von Treibhausgasen haben – obwohl sie innerhalb eines komplexen institutionellen, regulativen und gesetzlichen Rahmens ablaufen. Mehrere Studienergebnisse schlagen vor, dass die derzeitigen Leistungssysteme ressourcenintensive Produktionsverfahren und Verhaltensmuster der Verbraucher fördern, die die Treibhausgasemissionen in allen Bereichen verstärken (z.B. Transport und Immobilien). Kurzfristig gesehen gibt es Möglichkeiten, individuelle und organisierte Verhaltensweisen durch soziale Neuerungen zu beeinflussen. Langfristig könnten solche Neuerungen, kombiniert mit technologischen Umschwüngen, das sozio-ökonomische Potenzial erweitern – insbesondere, wenn Vorlieben und kulturelle Normen sich in Richtung niedrigerer Emissionen und nachhaltigem Verhalten wandeln würden.

⁸ "Bekannte technologische Möglichkeiten" beziehen sich auf Technologien, die heutzutage entweder bereits angewendet werden oder sich im Pilotverfahren befinden. Sie werden entsprechend in den ausgewerteten Abschwächungsszenarien dieses Berichtes angegeben. Der Begriff umfasst keine neuen Technologien, die drastische technologische Durchbrüche erfordern. Auf dieser Grundlage kann man von einer konservativen Einschätzung sprechen, besonders in Anbetracht der Länge des Szenarienzeitplanes.

Diese Neuerungen treffen häufig auf Widerstand. Mit einer Propagierung der öffentlichen Einbindung in die Entscheidungsprozesse könnte diesem begegnet werden. Dies kann helfen, zu neuen Ansätzen in den Bereichen Nachhaltigkeit und Gleichwertigkeit beizutragen (Abschnitte 1.4.3.3, 1.4.3.4, 5.3.7, 10.3.2, 10. 3.4).

Kosten und zusätzlicher Nutzen⁹ von Abschwächungsaktionen

Ansätze zur Einschätzung von Kosten und Nutzen und ihre Unsicherheitsfaktoren

Bei einer ganzen Reihe von Faktoren umgeben erhebliche Unterschiede und Unsicherheiten bestimmte quantitative Schätzungen über Kosten und Nutzen von Abschwächungsoptionen. Der SAR beschreibt zwei Kategorien von Ansätzen, um Kosten und Nutzen einzuschätzen: Ansätze von unten nach oben, die auf Bewertungen von spezifischen Technologien und Sektoren aufbauen (wie jene, die unter Paragraph 7 beschrieben werden) und Modellstudien von oben nach unten, die von makro-ökonomischen Beziehungen ausgehen (wie jene unter Paragraph 13). Diese beiden Ansätze haben Unterschiede in den Einschätzungen bezüglich des Kosten-Nutzen-Verhältnis zur Folge, die seit des SAR etwas eingeeengt wurden. Selbst wenn diese Unterschiede gelöst werden, bleiben andere Unsicherheiten. Die potenziellen Auswirkungen dieser Unsicherheiten können auf eine geeignete Weise angegangen werden: indem der Effekt untersucht wird, den eine Veränderung in irgendeinem Ansatz bezüglich der Gesamtkostenresultate hat (vorausgesetzt, dass mit jeder Korrelation zwischen Variablen entsprechend umgegangen wird).

11. *Einschätzungen von Kosten und Nutzen der Abschwächungsaktionen differieren aufgrund (i) dessen wie Wohlfahrt beurteilt wird, (ii) von Ausmaß und Methodik der Analysen, und (iii) der zugrundeliegenden Annahmen (die Teil der Analyse sind). Dies kann im Endergebnis dazu führen, dass die geschätzten Kosten und Nutzen nicht die tatsächlichen Kosten und Nutzen der Umsetzung von Abschwächungsaktionen wiedergeben.* Bezüglich (i) und (ii) sind Kosten und Nutzen, inter alia, abhängig vom Recycling öffentlicher Erlöse, und ob / wie die folgenden Punkte mit einbezogen werden: Umsetzungs- und Transaktionskosten, Verteilungsauswirkungen, multiple Gase, Optionen bei der Umnutzung der Landflächen, Vorteile eines vermiedenen Klimawandels, positive Nebenwirkungen, Ohne-Bedauern-Möglichkeiten¹⁰ und die Beurteilung von äußerlichen und nicht marktabhängigen Einwirkungen. Annahmen beinhalten, inter alia:

- Den demographischen Wandel, den Grad und die Struktur des wirtschaftlichen Wachstums; Zunahme der persönlichen Mobilität, technologische Neuerungen wie Verbesserungen im Bereich der Energieeffizienz und die Zugänglichkeit zu Niedrigkostenenergiequellen, Flexibilität von Kapitalinvestment und Arbeitsmärkten, Preise, steuerliche Verzerrungen im Szenario ohne politische Vorgehensweise (Ausgangssituation).

⁹ Positive Nebenwirkungen sind die Nebeneffekte oder Randerscheinungen von politischen Vorgehensweisen, die einzig auf die Abschwächung des Klimawandels abzielen. Derartiges politisches Vorgehen hat nicht nur Auswirkungen auf die Emissionen von Treibhausgasen, sondern auch auf die Effizienz der Ressourcennutzung. Dazu gehören Emissionsreduzierungen bei lokalen und regionalen Luftverschmutzern, die mit der Nutzung von fossilen Brennstoffen zusammenhängen. Sie wirken auch auf Themenbereiche wie Transportwesen, Landwirtschaft, Landnutzungsweisen, Arbeitsmarkt und Brennstoffsicherung. Diese Vorteile werden als "Nebenwirkungen" bezeichnet, um widerzuspiegeln, dass der Nutzen in einigen Fällen auch negativ sein könnte.

¹⁰ In diesem Bericht, genau wie im SAR, werden Ohne-Bedauern-Möglichkeiten als jene Optionen bezeichnet, deren Nutzen (wie reduzierte Energiekosten und Emissionen von lokalen / regionalen Verschmutzern) ihre Kosten für die Gesellschaft entweder aufwiegen oder sogar übertreffen. Dabei wird der Nutzen eines vermiedenen Klimawandels nicht berücksichtigt.

- Den Grad und die Wahl des richtigen Zeitpunkts bezüglich des Ziels, auf das die Abschwächung ausgerichtet ist.
- Voraussetzungen bezüglich der Umsetzungsmaßnahmen, z.B. das Ausmaß des Emissionshandels, die *Clean-Development-Mechanisms (CDM)* und *Joint Implementation (JI)*, Regulierung, freiwillige Absprachen¹¹ und die damit verbundenen Transaktionskosten.
- Zinssätze: Aufgrund der langen Laufzeiten sind Zinseinschätzungen kritisch und es gibt immer noch keinen Konsens über angemessene Langzeitsätze, obwohl in der Literatur zunehmende Aufmerksamkeit für die Sätze nachzuweisen ist, die im Laufe der Zeit absacken und daher Gewinnen mehr Gewicht beimessen, die über lange Zeiträume auftauchen. Diese Zinssätze sollten von den höheren Sätzen unterschieden werden, die private Anlageberater normalerweise bei Markttransaktionen verwenden.

12. *Einige Quellen der Treibhausgasemissionen können zu keinen oder negativen Nettozölkosten in einem Ausmaß eingeschränkt werden, dass politische Maßnahmen Ohne-Bedauern-Möglichkeiten ausnutzen können (Abschnitte 7.3.4, 9.2.1):*

- *Marktmängel.* Die Reduzierung von existierendem Fehlverhalten im markt- oder institutionellen Bereich und andere Hindernisse, die die Übernahme von Maßnahmen zur kosteneffektiven Emissionsreduzierung behindern, können – verglichen mit der herkömmlichen Vorgehensweise – die privaten Kosten senken. Dies kann auch die gesamten privaten Kosten reduzieren.
- *Positive Nebenwirkungen.* Abschwächungsmaßnahmen zum Klimawandel werden Auswirkungen auf andere soziale Bereiche haben. Zum Beispiel wird die Reduzierung von Kohlenstoffemissionen gleichzeitig die Reduzierung lokaler und regionaler Luftverschmutzung zur Folge haben. Es ist wahrscheinlich, dass Abschwächungsstrategien auch Transportwesen, Landwirtschaft, Landnutzungsarten und Abfallmanagement beeinflussen werden. Außerdem werden sie Auswirkungen auf andere Themen von sozialem Belang haben, wie die Beschäftigungssituation und Energieabsicherung. Allerdings werden nicht alle diese Auswirkungen positiv sein; eine sorgfältige Auswahl politischer Maßnahmen und ihre Ausgestaltung können positive Effekte besser sicherstellen und negative Einflüsse minimieren. In einigen Fällen könnte das Ausmaß der positiven Nebenwirkungen bei Abschwächungen vergleichbar sein mit den Kosten der Abschwächungsmaßnahmen und damit zum Ohne-Bedauern-Potenzial beitragen. Allerdings sind Schätzungen hier schwierig und schwanken erheblich (Abschnitte 7.3.3, 8.2.4, 9.2.2, 9.2.4, 9.2.8)
- *Doppelte Dividenden.* Instrumente wie Steuern oder versteigerte Genehmigungen ermöglichen der Regierung Einnahmen. Wenn diese dazu benutzt werden um Reduzierungen der bestehenden verzerrenden Steuern (Einnahmecycleing) zu finanzieren, dann könnten diese Staatseinkünfte die ökonomischen Kosten minimieren, die für Reduzierungen bei den Treibhausgasen notwendig sind. Die Größenordnung dieses Unterfangens hängt ab von der bestehenden Steuerstruktur, der Art der Steuererhöhungen, dem Zustand des Arbeitsmarkts und der Recyclingmethode. Unter manchen Umständen ist es möglich, dass die ökonomischen Vorteile die Kosten der Abschwächungsmaßnahmen übersteigen (Abschnitte 7.3.3, 8.2.2, 9.2.1).

13. *Die Einschätzung der Kosten, die Anhang-B-Länder benötigen um das Kyoto-Protokoll umzusetzen, schwanken je nach Studie und Regionen wie in Abschnitt 10 beschrieben. Sie sind sehr stark abhängig*

¹¹ Eine *freiwillige Absprache* ist ein Abkommen zwischen einem Regierungsorgan und einem oder mehreren Privatunternehmen, aber auch eine einseitige Verpflichtung, die von einer öffentlichen Stelle anerkannt wird. Sie dient dazu, Umweltziele zu erreichen oder den Umgang mit der Umwelt über die Gesetze hinaus zu verbessern.

von den Voraussetzungen bezüglich der Anwendung der Kyoto-Mechanismen und ihrer Interaktion mit heimischen Maßnahmen. Die große Mehrheit der globalen Studien stellt diese Kosten dar und vergleicht sie, indem sie internationale energieökonomische Modelle verwenden. Neun dieser Studien gehen von den folgenden Bruttoinlandsproduktauswirkungen¹² aus (Abschnitte 7.3.5, 8.3.1, 9.3.2, 10.4.4):

*Anhang-II-Länder*¹³: Wenn kein Emissionshandel zwischen Anhang-B-Ländern¹⁴ stattfindet, so weist die Mehrheit der globalen Studien für das Jahr 2010 Reduzierungen im hochgerechneten Bruttoinlandsprodukt von ca. 0.2 bis 2% für verschiedene Anhang-II-Regionen auf. Bei vollem Emissionshandel zwischen Anhang-B-Ländern liegen die für 2010 geschätzten Reduzierungen zwischen 0.1 und 1.1% des projizierten Bruttoinlandsprodukt¹⁵. Diese Studien umfassen eine große Bandbreite von Voraussetzungen wie in Abschnitt 11 aufgeführt. Modelle, deren Ergebnisse in diesem Abschnitt wiedergegeben werden, gehen von der vollen Auslastung des Emissionshandels ohne Transaktionskosten aus. Die Ergebnisse für Fälle, die einen Anhang-B-Handel nicht erlauben, gehen von der vollen Auslastung eines heimischen Handels zwischen jeder Region aus. Die Modelle schließen keine Senken oder Nicht-CO₂-Treibhausgase ein. Sie enthalten auch nicht den CDM, negative Kostenoptionen, positive Nebenwirkungen oder in der Diskussion stehendes Einkommensrecycling des Staates.

Für alle Regionen sind die Kosten auch durch folgende Faktoren beeinflusst:

- Beschränkungen bei der Anwendung des Anhang-B-Handels, hohe Transaktionskosten bei der Umsetzung der Mechanismen und ineffiziente heimische Umsetzung könnten die Kosten ansteigen lassen.
- Die Einbeziehung der Ohne-Bedauern-Möglichkeiten in die innere Politik und Maßnahmen in diesem Bereich wie in Paragraph 12 aufgeführt, die Anwendung von CDM, Senken und die Einbeziehung von anderen Treibhausgasen (als CO₂) könnten die Kosten senken. Allerdings können die Kosten für einzelne Länder stark schwanken.

Die Modelle zeigen, dass die Kyoto-Mechanismen zur Kontrolle der Risiken hoher Kosten in bestimmten Ländern wichtig sind. Sie können daher die internen politischen Mechanismen ergänzen. Ganz ähnlich können sie das Risiko ungerechter internationaler Auswirkungen minimieren und dabei helfen, Nebenkosten auszugleichen. Die oben genannten globalen Modellstudien zeigen nationale Nebenkosten, die notwendig sind um die Ziele von Kyoto zu erreichen (die im Bereich von US\$ 20 á tC bis US\$ 600 á tC ohne Handel und zwischen US\$ 15 á tC bis US\$ 150 á tC mit Anhang-B-Handel liegen). Die Kostenreduzierungen durch diese Mechanismen könnten von den Einzelheiten der Umsetzung abhängen, einschließlich der Vereinbarkeit von internen und internationalen Mechanismen, Beschränkungen und Transaktionskosten.

Im Übergang befindliche Wirtschaftsweisen: Für die meisten dieser Länder rangieren die Bruttoinlandsprodukteffekte von vernachlässigbar bis zu einem mehrprozentigen Anstieg. Dies reflektiert

¹² Viele andere Studien, die Länderspezifikationen und Unterschiede der zu verändernden politischen Sachlage einbeziehen, liefern eine größere Bandbreite von Nettokosteneinschätzungen (Abschnitt 8.2.2)

¹³ Anhang-II-Länder: Eine Gruppe von Ländern, die im Anhang II der *United Nations Framework Convention on Climate Change* aufgeführt sind. Dazu gehören alle Industrienationen der *Organisation of Economic Co-operation and Development*.

¹⁴ Anhang-B-Länder: Eine Gruppe von Ländern, die im Anhang B des Kyoto-Protokolls aufgeführt sind und bestimmten Sollzielen zugestimmt haben bezüglich ihrer Treibhausgasemissionen. Dazu gehören alle Anhang-I-Länder (in der Ergänzung von 1998) außer der Türkei und Belarus.

¹⁵ Es gibt viele metrische Maßsysteme um Kosten darzustellen. Wenn die jährlichen Kosten der Industrienationen, die mit dem Kyoto-Protokoll in Zusammenhang stehen, bei vollem Anhang-B-Handel sich z.B. in der Größenordnung von 0.5% des Bruttoinlandsprodukts bewegen, so entspräche dies 125 Milliarden US\$ (1000 Millionen) im Jahr oder jährlich 125 US\$ pro Person im Jahre 2010 bei Anhang II (Annahmen des SRES). Dies stimmt überein mit einem Einfluss auf das Wirtschaftswachstum von weniger als 0.1 Prozentpunkten über einen Zeitraum von 10 Jahren hinweg.

Möglichkeiten von energieeffizienten Verbesserungen, die Anhang-II-Ländern nicht zugänglich sind. Geht man von einer drastischen Verbesserung im Bereich der Energieeffizienz und / oder weiterer ökonomischer Rezession in einigen Ländern aus, so könnten die angestrebten Mengen die projizierten Emissionen in der ersten Verpflichtungsperiode übersteigen. In diesem Fall weisen die Modelle erhöhte Bruttoinlandsprodukte aufgrund der öffentlichen Einnahmen durch Handelszuweisungsbeträgen auf. Für einige im Übergang befindliche Wirtschaftsweisen hätte die Umsetzung des Kyoto-Protokolls ähnliche Auswirkungen auf die Bruttoinlandsprodukts wie bei den Anhang-II-Ländern.

14. Kosteneffizienzstudien (die vom Zeitrahmen eines Jahrhunderts ausgehen) schätzen, dass die Kosten zur Stabilisierung der CO₂-Konzentrationen in der Atmosphäre in dem Maße zunehmen, in dem der Spiegel der Konzentrationsstabilisierung absinkt. Unterschiedliche Ausgangssituationen können großen Einfluss auf die absoluten Kosten haben. Während es nur einen moderaten Kostenanstieg beim Übergang des Konzentrationsstabilisierungsniveaus von 750 ppmv zu 550 ppmv gibt, ist dieser beim Übergang von 550 ppmv zu 450 ppmv wesentlich höher – es sei denn, die Emissionen im grundlegenden Szenario sind sehr niedrig. Diese Ergebnisse enthalten jedoch keine Kohlenstoffsequestration oder andere Gase als CO₂. Sie untersuchen auch nicht die möglichen Auswirkungen auf ambitioniertere Ziele im Bereich eines herbeigeführten technologischen Wandels¹⁶. Kosten, die mit jedem Konzentrationsniveau assoziiert werden, hängen von einer ganzen Reihe von Faktoren ab, einschließlich der Zinssätze, der zeitlichen Verteilung der Emissionsreduzierungen, der angewandten Politik und der Maßnahmen. Ganz besonders wichtig ist die Wahl des grundlegenden Szenario: bei Szenarien, die ein Fokus auf lokale und regionale nachhaltige Entwicklung kennzeichnet, sind die Kosten der Stabilisierung auf einem bestimmten Niveau erheblich niedriger als bei anderen Szenarien¹⁷ (Abschnitte 2.5.2, 8.4.1, 10.4.6).

15. Die ökonomischen Kosten und Vorteile sind bei jeder Art von Abschwächungsmaßnahmen von Treibhausgasen ungleichmäßig zwischen Bereichen verteilt. In unterschiedlichem Maße können die Kosten der Abschwächungsaktionen durch entsprechende politische Maßnahmen reduziert werden. Generell ist es leichter Aktivitäten zu identifizieren, die ökonomische Kosten verursachen werden als jene, die Vorteile erbringen. Die ökonomischen Kosten kommen außerdem schneller zum Tragen, sind konzentrierter und sicherer abzuschätzen. Unter einer Abschwächungspolitik werden Kohle, wahrscheinlich auch Öl und Gas sowie bestimmte energieintensive Bereiche (wie z.B. die Stahlindustrie) am ehesten unter ökonomischen Nachteilen leiden. Andere Industrien, (einschließlich jener im Bereich erneuerbarer Energie und Dienstleistungen) können davon ausgehen, langfristig von Preisveränderungen und der Zugänglichkeit zu finanziellen und anderen Ressourcen zu profitieren, die ansonsten Kohlenstoffintensiven Bereichen zugefallen wären. Politische Maßnahmen (wie die Einstellung der Subventionen für fossile Brennstoffe) könnten die sozialen Gesamtvorteile durch Gewinne in der Energieeffizienz steigern, während die Anwendung der Kyoto-Mechanismen erwarten lässt, dass sie die wirtschaftlichen Nettokosten für das Einhalten der Anhang-B-Ziele reduzieren. Anders geartete politische Maßnahmen (wie z.B. die Besteuerung kohlenstoffintensiver Industrien) verteilen die Kosten, erhöhen sie im sozialen Sektor aber gleichzeitig. Die meisten Studien zeigen auf, dass die Verteilungseffekte einer Kohlenstoffsteuer negative Auswirkungen auf das Einkommen von

¹⁶ Induzierter Technologiewandel ist ein noch neues Feld der Untersuchung. Keine der in TAR begutachteten Literatur bezüglich der Beziehung zwischen CO₂-Konzentrationen und Kosten im 100-Jahre-Zeitraum berichteten über Modelle, die herbeigeführte technologische Veränderungen berücksichtigten. Modelle mit induziertem Technologiewandel zeigen unter manchen Umständen, dass die Konzentrationen in diesem 100-Jahre-Zeitraum variieren können und zwar bei gleichbleibendem Wachstum des Bruttoinlandsprodukts aber in unterschiedlichen politischen Gegebenheiten (Abschnitt 8.4.1.4)

¹⁷ S. Aufstellung SPM-1 bezüglich des Einflusses von Referenzszenarien auf die Größenordnung der erforderlichen Abschwächungsbemühungen um ein vorgegebenes Stabilisationsniveau zu erreichen.

Niedrigeinkommensgruppen haben werden – wenn die Steuereinnahmen nicht direkt oder indirekt dazu verwendet werden, solche Auswirkungen zu kompensieren (Abschnitte 9.2.1).

16. *Emissionsbindungen in Anhang-I-Ländern haben fest verankerte, wenn auch unterschiedliche "Überlaufeffekte"¹⁸ auf Länder, die nicht auf Anhang I stehen (Abschnitte 8.3.2, 9.3.1, 9.3.2).*

- *Ölexportierende Länder, die nicht auf Anhang I stehen: Die Analysen weisen unterschiedliche Kostenaufstellungen auf, einschließlich, inter alia, Reduzierungen bei angestrebten Bruttoinlandsprodukt und solchen aus angestrebten öffentlichen Öleinnahmen¹⁹. Die Studie, die die geringsten Kosten auflistet, zeigt für 2010 Reduzierungen von 0.2% des angestrebten Bruttoinlandsprodukt ohne Emissionshandel und weniger als 0.05% der angestrebten Bruttoinlandsprodukt mit Anhang-B-Emissionshandel²⁰. Die Studie mit den höchsten Kosten zeigt Reduzierungen für das Jahr 2010 von 25% bei den angestrebten Steuereinnahmen durch Öl ohne Emissionshandel und 13% bei Annex-B-Emissionshandel. Diese Studien berücksichtigen keine politischen und anderen Maßnahmen²¹ (außer Anhang-B-Emissionshandel), die die Auswirkungen auf ölexportierende, Nicht-Anhang-I-Länder verringern könnten und haben daher die Tendenz sowohl die Kosten, die diesen Ländern entstehen als auch die Gesamtkosten übertrieben darzustellen.*

Die Auswirkungen auf diese Länder können weiter reduziert werden: durch die Einstellung der Subventionen für fossile Brennstoffe, eine Neustrukturierung der Energiesteuer auf der Grundlage des Kohlenstoffgehaltes, eine vermehrte Nutzung von natürlichen Gasen und Wirtschaftsvielfalt bei ölexportierenden Ländern, die nicht zu Anhang I gehören.

- *Andere Nicht-Anhang-I-Länder: Sie könnten nachteilig durch die Reduzierungen betroffen werden, (ihre Exporte in OECD-Länder und der Preisanstieg der kohlenstoffintensiven Produkte wie anderer Produkte, die sie weiterhin importieren). Diese Länder könnten von einer Reduzierung der Brennstoffpreise, erhöhten Exporten kohlenstoffintensiver Produkte und dem Transfer von umweltfreundlichen Technologien und Know-How profitieren. Die Nettobalance für ein beliebiges Land ist davon abhängig, welche dieser Faktoren dort dominieren. Aufgrund dieser komplexen Zusammenhänge bleibt die Aufspaltung in Gewinner und Verlierer weiter unsicher.*
- *Kohlenstofflecks²²: Die mögliche Relokalisierung einiger kohlenstoffintensiver Industrien in Nicht-Anhang-I-Länder und weitreichendere Auswirkungen auf Warenflüsse als Antwort auf veränderte Preise könnte zu Lecks in der Größenordnung von 5 bis 20% führen (Abschnitt 8.3.2.2). Ausnahmen, z.B. für energieintensive Industrien, machen höhere Schätzungen in den Modellen unwahrscheinlich, würden aber die Gesamtkosten erhöhen. Der Transfer von umweltfreundlichen Technologien und Know-How, der nicht in den Modellen berücksichtigt ist, könnte geringere Lecks*

¹⁸ *Überlaufeffekte* beinhalten lediglich ökonomische Auswirkungen, keinesfalls aber ökologische.

¹⁹ Die Einzelheiten dieser sechs besprochenen Studien finden sich in Tabelle 9.4 des zugrundeliegenden Berichtes.

²⁰ Diese geschätzten Kosten können als Unterschiede in Bruttoinlandsprodukt Wachstumsraten über den Zeitraum von 2000 bis 2010 bezeichnet werden. Ohne Emissionshandel wird die Wachstumsrate des Bruttoinlandsprodukts um 0.02 Prozentpunkte pro Jahr reduziert, mit Anhang-B-Emissionshandel wird die Wachstumsrate um weniger als 0.005 Prozentpunkte pro Jahr gemindert.

²¹ Diese *politischen und anderen Maßnahmen* umfassen: jene für andere als CO₂-Gase und Gase, die nicht aus Energiequellen stammen; Ausgleich durch Senken, die Umstrukturierung der Industrie (z.B. vom Energieproduzenten zum Energiedienstleister), die Ausnutzung der Macht der OPEC am Markt und Aktionen (z.B. von Anhang-B-Ländern), die sich auf finanzielle Unterstützung, Versicherung und Technologietransfer beziehen. Zusätzlich beinhalten diese Studien typischerweise nicht die folgenden politischen Maßnahmen und Auswirkungen, die die Gesamtkosten der Abschwächungen reduzieren können: die Verwendung von Steuereinnahmen um Steuerlasten zu reduzieren oder andere Abschwächungsmaßnahmen zu finanzieren, positive Nebenwirkungen für die Umwelt durch die reduzierte Verwendung von fossilen Brennstoffen und durch die Abschwächungspolitik herbeigeführte technologische Wandlungen.

²² *Kohlenstofflecks* werden definiert als Emissionsanstieg in Nicht-Anhang-B-Ländern aufgrund der Umsetzung von Reduzierungen in Anhang B, ausgedrückt als Prozentsatz der Anhang-B-Reduzierungen.

zur Folge haben. Besonders langfristig gesehen könnte dieser Transfer die Lecks mehr als ausgleichen.

Wege und Möglichkeiten der Abschwächung

17. Die erfolgreiche Umsetzung von Abschwächungsoptionen der Treibhausgase muss viele technische, ökonomische, politische, kulturelle, soziale, institutionelle und / oder Verhaltenshindernisse überwinden, die die volle Ausnutzung der technologischen, ökonomischen und sozialen Möglichkeiten dieser Abschwächungsoptionen verhindern. Die potenziellen Abschwächungsmöglichkeiten und Hindernisarten unterscheiden sich je nach Region, Bereich und Zeit. Dies beruht auf einer großen Variation in den Abschwächungskapazitäten / -fähigkeiten. Die Armen in jedem Land sehen sich eingeschränkten Möglichkeiten gegenüber, diese Technologien zu übernehmen oder ihr soziales Verhalten zu verändern, besonders, wenn sie nicht Teil einer Geldwirtschaft sind. Die meisten Länder könnten davon profitieren, innovative Finanzierungs- und institutionelle Reformen durchzuführen und Handelshindernisse zu beseitigen. In den industrialisierten Ländern liegen die zukünftigen Möglichkeiten vor allem in der Beseitigung sozialer Hindernisse und Verhaltenshindernisse, in Ländern mit im Wandel befindlicher Wirtschaft liegen sie in der Preisrationalisierung und in Entwicklungsländern in Preisrationalisierungen, erhöhtem Zugang zu Daten und Informationen, dem Zugang zu verbesserten Technologien, finanziellen Ressourcen und in einem Ausbildungs- und Kapazitätsausbau. Möglichkeiten für jedes beliebige Land könnten allerdings in der Beseitigung jedweder Hinderniskombination bestehen (Abschnitte 1.5, 5.3, 5.4).

18. Nationale Reaktionen auf den Klimawandel können effektiver sein wenn sie als Portefeuille politischer Instrumente eingesetzt werden um Treibhausgasemissionen zu begrenzen oder zu reduzieren. Das Portefeuille mit nationalen politischen Instrumenten im Bereich Klima könnte – gemäß der nationalen Umstände – Emissions- / Kohlenstoff- / Energiesteuern, veräußerbare oder nicht veräußerbare Genehmigungen, Provisionen und / oder die Einstellung von Subventionen, Guthaben / Vergütungssysteme, Technologie- oder Leistungsstandards, Energiemixbestimmungen, Produktverbote, freiwillige Abkommen, Regierungsförderung und -investitionen sowie Unterstützung für die Bereiche Forschung und Entwicklung umfassen. Jede Regierung könnte verschiedene Bewertungskriterien ansetzen, die zu unterschiedlichen Instrumentenportefeuilles führen würden. Die Literatur hierüber zieht in dieser Hinsicht kein bestimmtes politisches Instrument vor. Instrumente, die sich mit dem Markt befassen, können in vielen Fällen sehr kosteneffektiv sein, besonders dort, wo die Kapazitäten zu ihrer Anwendung bereits vorhanden sind. Energieeffizienzstandards und Leistungsbestimmungen werden großflächig genutzt und könnten in vielen Ländern sehr effektiv sein. In einigen Fällen könnten sie den Marktinstrumenten vorausgehen. Freiwillige Abkommen wurden in letzter Zeit häufiger angewendet. Dabei kamen sie manchmal der Einführung strengerer Maßnahmen zuvor. Informationskampagnen, Umweltsiegel und „grüne Vermarktung“ (allein oder in Kombination mit Subventionsanreizen) werden zunehmend betont um Verbraucher oder Produzenten zu informieren bzw. ihr Verhalten zu modifizieren. Forschung und Entwicklung – durch die Regierung und / oder von privater Seite unterstützt – sind wichtig, um die langfristige Anwendung und den Transfer von Abschwächungstechnologien auch über das derzeitige ökonomische Potenzial oder Marktpotenzial hinaus voranzutreiben (Abschnitt 6.2).

19. Die Effektivität der Abschwächungen des Klimawandels kann verstärkt werden, wenn die Klimapolitik mit den Klima unabhängigen Zielen nationaler und regionaler politischer Entwicklungen verbunden und in eine weitreichende Übergangsstrategie verwandelt wird; dieses, um die langfristigen sozialen und

technologischen Veränderungen zu erreichen, die sowohl die nachhaltige Entwicklung als auch die Abschwächung des Klimawandels notwendig machen. Genauso wie Klimapolitik positive Nebenwirkungen haben kann, die das Wohlbefinden steigern, können vom Klima unabhängige politische Maßnahmen Klimavorteile bewirken. Es könnte möglich sein, die Treibhausgasemissionen erheblich zu reduzieren, indem Klimaziele durch die allgemeine sozio-ökonomische Politik verfolgt werden. In vielen Ländern kann es sein, dass die Kohlenstoffintensität der Energiesysteme abhängig von erweiterten Programmen für eine Entwicklung der Energieinfrastruktur und der Preis- und Steuerpolitik variiert. Die Übernahme von hochmodernen, umweltfreundlichen Technologien könnte besondere Gelegenheiten eröffnen für umweltfreundliche Entwicklungen bei gleichzeitiger Vermeidung von Treibhausgasintensiven Aktivitäten. Spezielle Aufmerksamkeit könnte den Transfer dieser Technologien in kleine und mittelgroße Unternehmen fördern. Berücksichtigt man außerdem die positiven Nebenwirkungen in umfassenden nationalen Entwicklungsstrategien, so können diese die politischen und institutionellen Hindernisse für klimaspezifische Aktionen senken (Abschnitte 2.2.3, 2.4.4, 2.4.5, 2.5.1, 2.5.2, 10.3.2, 10.3.4).

20. *Koordinierte Aktionen zwischen Ländern und Bereichen könnten helfen, die Abschwächungskosten zu dämpfen sowie Konkurrenzorgen, potenzielle Konflikte mit internationalen Handelsgesetzen und Kohlenstofflecks anzusprechen. Eine Gruppe von Ländern, die ihre gemeinsamen Treibhausgasemissionen einschränken möchten, könnten der Umsetzung gut durchdachter internationaler Instrumente zustimmen.* Die Instrumente, die in diesem Bericht bewertet und im Kyoto-Protokoll entwickelt wurden umfassen *Emissionshandel, Joint Implementation (JI, Gemeinsame Umsetzung)* und die *Clean-Development-Mechanisms (CDM)*. Weitere internationale Instrumente (die ebenfalls in diesem Bericht berücksichtigt wurden) sind koordinierte, stimmige Emissions- / Kohlenstoff- / Energiesteuern, eine Emissions- / Kohlenstoff- / Energiesteuer, Technologie- und Produktstandards, freiwillige Abkommen mit der Industrie, direkte Transfers von finanziellen Ressourcen und Technologie sowie die koordinierte Schaffung von fähigen Gemeinschaften durch die Einstellung der Subventionen für fossile Brennstoffe. Einige davon wurden zum jetzigen Zeitpunkt nur in einigen Regionen in Erwägung gezogen (Abschnitte 6.3, 6.4.2, 10.2.7, 10.2.8).

21. *Entscheidungen zum Klimawandel zu fällen ist im Grunde ein abschnittsweise laufender Prozess, der allgemeinen Unsicherheiten unterliegt.* Die Literatur geht davon aus, dass eine umsichtige Risikomanagementstrategie der sorgfältigen Berücksichtigung ihrer Konsequenzen (sowohl ökologisch als auch ökonomisch), deren Wahrscheinlichkeit und der gesellschaftlichen Einstellung gegenüber Risiken bedarf. Der letzte Punkt dürfte je nach Land, vielleicht sogar von Generation zu Generation, unterschiedlich ausfallen. Dieser Bericht bekräftigt daher die SAR-Ergebnisse, dass bessere Informationen über die Klimawandelprozesse, ihre Auswirkungen und die Reaktionen der Gesellschaft darauf höchstwahrscheinlich von großem Wert sein werden. Entscheidungen über eine mittelfristige Klimapolitik sind auf dem Weg getroffen zu werden während das Ziel der Konzentrationsstabilisierung immer noch debattiert wird. In der Literatur wird eine schrittweise Lösung empfohlen, die auf eine Stabilisierung der Treibhausgaskonzentrationen abzielt. Dazu gehört auch der Risikoausgleich bezüglich einerseits unzureichender und andererseits überzogener Aktionen. Die relevante Frage ist nicht "was ist der beste Kurs für die nächsten 100 Jahre", sondern vielmehr "was ist der beste mittelfristige Kurs für den in naher Zukunft stattfindenden und langfristig erwarteten Klimawandel und der damit verbundenen Ungewissheiten" (Abschnitt 10.4.3).

22. *Dieser Bericht bestätigt die Ergebnisse des SAR, dass früh einsetzende Aktionen (einschließlich eines Portefeuille mit Emissionsabschwächungen, technologischer Entwicklung und der Minimierung wissenschaftlicher Unsicherheiten) die Flexibilität auf dem Wege zur Stabilisierung der atmosphärischen Treibhausgase erhöhen. Die gewünschte Mischung von Optionen variiert je nach Zeit und Ort.*

Ökonomische Modellstudien (die seit dem SAR fertiggestellt wurden) lassen den Schluss zu, dass ein gradueller mittelfristiger Übergang – vom gegenwärtigen Energiesystem dieser Welt auf eine weniger kohlenstoffemittierende Wirtschaft – die Kosten minimieren, die mit einem verfrühten Rückzug des existierenden Kapitalbestands in Verbindung gesehen werden. Außerdem schafft dieser mittelfristige Übergang Zeit für technologische Entwicklungen und verhindert eine verfrühte Festlegung auf Prototypen der sich schnell entwickelnden Niedrigemissionstechnologie. Auf der anderen Seite würden schnelle mittelfristige Aktionen die ökologischen und menschlichen Risiken verringern, die mit einem schnellen Klimawandel in Verbindung gebracht werden.

Zudem würde es eine raschere Anwendung der bestehenden Niedrigenergie-Technologie stimulieren, starke mittelfristige Anreize für den zukünftigen Technologiewandel zu schaffen. Diese könnten helfen, eine Festlegung auf kohlenstoffintensive Technologien zu vermeiden und eine spätere Verschärfung der Zielsetzung zulassen, sollte sich dies im Licht des verbessernden wissenschaftlichen Verständnis als wünschenswert erweisen. (Abschnitte 2.3.2, 2.6.3, 8.4.2, 10.4.2, 10.4.3).

23. Es existiert eine Wechselbeziehung zwischen der ökologischen Effizienz eines internationalen Regimes, der Kosteneffizienz der Klimapolitik und der Gleichwertigkeit der Abmachungen. Jedes internationale politische Regime kann so ausgearbeitet werden, dass es sowohl seine Gleichwertigkeit als auch seine Effizienz verbessert. Die in diesem Bericht bewertete Literatur zur Koalitionsbildung in internationalen Regime präsentiert unterschiedliche Strategien, die diese Ziele unterstützen (einschließlich dessen, wie man es attraktiver macht, einem Regime beizutreten aufgrund von angemessen verteilten Aufwand und der Bereitstellung von Anreizen). Während die Analyse und die Verhandlungen sich oftmals auf eine Reduzierung der Systemkosten konzentrieren, wird in der Literatur auch erkannt, dass die Entwicklung eines effektiven Regimes gegen den Klimawandel das Augenmerk auch auf eine nachhaltige Entwicklung und nicht-ökonomische Themen richten muss (Abschnitte 1.3.2, 10.2.4).

Wissenslücken

24. Seit der vorangegangenen IPCC-Bewertung wurden Fortschritte im Verständnis der wissenschaftlichen, technischen, ökologischen, wirtschaftlichen und sozialen Aspekte der Abschwächung des Klimawandels gemacht. Allerdings ist die weitere Forschung notwendig, um zukünftige Bewertungen zu stützen und die Unsicherheiten so weit als möglich zu minimieren. Dieses, um ausreichende Informationen zugänglich zu machen, die es ermöglichen als Reaktion auf den Klimawandel politische Entscheidungen zu treffen (einschließlich der Forschung in Entwicklungsländern).

Die folgenden Punkte gehören zu den obersten Prioritäten um die Lücken zwischen gegenwärtigem Wissen und den notwendigen politischen Entscheidungen zu schließen:

- *Weitergehende Untersuchungen des spezifischen Potenzials von Regionen, Ländern und Sektoren bezüglich technologischer und sozialer Verbesserungsmöglichkeiten. Dies beinhaltet die Forschung zu kurz-, mittel- und langfristigen Potenzial und Kosten von Abschwächungsoptionen (sowohl für CO₂ als auch für andere Gase), das Verständnis für technologische Verbreitung über verschiedene Regionen, die Identifizierung von Möglichkeiten zu sozialen Verbesserungen (die zu verminderten Treibhausgasemissionen führen), die Gesamtanalyse der Auswirkungen die Abschwächungsmaßnahmen auf Kohlenstoffströme in und aus dem Erdsystem haben und einige grundlegende Untersuchungen im Bereich der Geotechnik.*

- *Ökonomische, soziale und institutionelle Themen, die zu Abschwächungen des Klimawandels in allen Ländern in Bezug stehen.* Die Bereiche größter Priorität umfassen: die Analyse regionalspezifischer Abschwächungsoptionen und -hindernisse, die Bedeutung von Gleichwertigkeitseinschätzungen, die angemessene Methodik und verbesserte Datenquellen zur Abschwächung des Klimawandels und der Kapazitätsaufbau im Bereich der integrierten Bewertung, die Stärkung von zukünftiger Forschung und Bewertung, besonders in den Entwicklungsländern.
- *Methodik zur Analyse des Potenzials von Abschwächungsoptionen und ihren Kosten, mit besonderem Augenmerk auf die Vergleichbarkeit der Ergebnisse.* Beispiele beinhalten: die Charakterisierung und Bewertung von Hindernissen (die Aktionen zur Treibhausgassenkung blockieren); die Vereinheitlichung, Reproduzierbarkeit und Zugänglichkeit der Modelltechniken zu Abschwächungen; Lernmodelle zur Technologie; verbesserte analytische Werkzeuge um positive Nebenwirkungen zu bewerten (wie z.B. die Kostenzuweisung für die Senkung der Treibhausgase und anderer Verschmutzungsfaktoren); die systematische Analyse der Kostenabhängigkeit von Ausgangssituationen zu verschiedenen Szenarien zur Treibhausgasstabilisierung; die Entwicklung entscheidungsanalytischer Rahmenwerke (um mit den Unsicherheiten sowie den sozio-ökonomischen und ökologischen Risiken der Klimapolitik fertig zu werden); die Verbesserung von globalen Modellen und Studien, ihre Ausgangssituation und ihre Übereinstimmung in der Behandlung und Darstellung von Nicht-Anhang-I-Ländern und -Regionen.
- *Die Beurteilung der Abschwächungsoptionen des Klimawandels im Zusammenhang mit Entwicklung, Nachhaltigkeit und Gleichwertigkeit.* Beispiele beinhalten: die Erforschung alternativer Entwicklungswege, einschließlich nachhaltiger Verbrauchsmuster in allen Bereichen, inklusive des Transportsektors, die integrierte Analyse von Abschwächung und Anpassung, die Identifikation von Synergieoptionen zwischen expliziter Klimapolitik und genereller, nachhaltige Entwicklung propagierender Politik; bei der Analyse von Klimawandelabschwächungen; die Integration der Gleichwertigkeit innerhalb einer Generation wie auch generationsübergreifend; die Auswirkungen von Gleichwertigkeitseinschätzungen; die Analyse von wissenschaftlichen, technischen und ökonomischen Auswirkungen von Möglichkeiten unter einer großen Vielfalt von Stabilisierungsregimes.

Die Emissionsszenarien des IPCC *Special Report on Emission Scenarios, SRES*

A1. Die A1 Lebensgeschichte und Szenarienfamilie beschreibt eine zukünftige Welt, in der sehr schnelles wirtschaftliches Wachstum herrscht. Die Weltbevölkerung erreicht um die Mitte des Jahrhunderts den größten Umfang und nimmt danach wieder ab. Neue und effiziente Technologien werden in schneller Folge eingeführt. Wichtige zugrunde liegende Leitgedanken sind: Konvergenz zwischen Regionen, Aufbau von Kapazitäten und gesteigerte kulturelle und soziale Interaktionen bei einem erheblichen Rückgang regionaler Unterschiede des Pro-Kopf-Einkommens. Die A1 Szenarienfamilie verzweigt sich in drei Gruppen, die alternative Richtungen der technologischen Veränderungen im Energiesystem beschreiben. Die drei A1-Gruppen unterscheiden sich in ihrer technologischen Schwerpunktsetzung: fossil-intensiv (A1FI), nicht-fossile Energiequellen (A1T) und ein ausgewogenes Verhältnis aller Quellen (A1B) (wobei "ausgewogen" definiert ist als "nicht zu sehr auf eine bestimmte Energiequelle bauend", ausgehend von der Annahme, dass ähnliche Verbesserungsraten auf alle Energieversorgungs- und Endverbrauchstechnologien zutreffen).

A2. Die A2 Lebensgeschichte und Szenarienfamilie beschreibt eine sehr heterogene Welt. Zugrunde liegende Leitgedanken sind die Entwicklung aus eigener Kraft und die Bewahrung lokaler Identitäten. Die Fruchtbarkeitsmuster verschiedener Regionen konvergieren nur sehr langsam; das Ergebnis ist eine kontinuierlich wachsende Bevölkerung. Die wirtschaftliche Entwicklung ist in erster Linie regional ausgerichtet, und das Pro-Kopf-Einkommen und der technologische Wandel sind stärker fragmentiert und langsamer als bei anderen Lebensgeschichten.

B1. Die B1 Lebensgeschichte und Szenarienfamilie beschreibt eine konvergente Welt mit der gleichen Weltbevölkerung wie in der Lebensgeschichte A1: Um die Mitte des Jahrhunderts wird der höchste Wert der Bevölkerung erreicht, danach nimmt sie wieder ab. Der Unterschied zu A1 besteht in der Annahme eines schnellen Wandels der wirtschaftlichen Strukturen in Richtung auf eine Dienstleistungs- und Informationsökonomie, begleitet von abnehmender Materialintensität und der Einführung sauberer und ressourcenschonender Technologien. Die Betonung liegt auf globalen Lösungen für wirtschaftliche, soziale und ökologische Nachhaltigkeit, einschließlich größerer Gerechtigkeit - aber ohne zusätzliche Klimainitiativen.

B2. Die B2 Lebensgeschichte und Szenarienfamilie beschreibt eine Welt, in der der Schwerpunkt auf lokalen Lösungen für wirtschaftliche, soziale und ökologische Nachhaltigkeit liegt. Die Weltbevölkerung wächst kontinuierlich mit einer Rate, die niedriger ist als jene in A2, es gibt mittlere Niveaus wirtschaftlicher Entwicklung, und die technologische Entwicklung ist weniger schnell und zugleich vielgestaltiger als in den Lebensgeschichten von B1 und A1. Zwar ist auch dieses Szenario auf Umweltschutz und soziale Gerechtigkeit gerichtet, aber es fokussiert lokale und regionale Ebenen.

Für jede dieser sechs Szenariengruppen A1B, A1FI, A1T, A2, B1 und B2 wurde ein illustratives Szenario gewählt. Alle sollten als gleich gut fundiert angesehen werden.

Die *SRES*-Szenarien berücksichtigen keine zusätzlichen Klimainitiativen. Das bedeutet: es wurden keine Szenarien einbezogen, die explizit von einer Implementierung des Rahmenübereinkommens der Vereinten Nationen über Klimaänderungen (*United Nations Framework Convention on Climate Change*) oder der Emissionsziele des Kyoto-Protokolls ausgehen.